

Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Concepción del Uruguay

Maestría en Ingeniería en Calidad

Ingeniera Adriana Noelia Poco

Aspirante al título de:

Magíster en Ingeniería en Calidad

PRINCIPIOS Y ESTÁNDARES DE CALIDAD
PARA LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA
EN EL PRIMER NIVEL UNIVERSITARIO DE GRADO

VOLUMEN I

A Gustavo y a mis hijas Coralía y Justina...

*A mi esposo agradezco su paciencia, su silencio, su sugerencia oportuna y,
por sobre todo, la ayuda brindada en los momentos difíciles.*

*Fue quién me acompañó en los viajes,
quién colaboró en el procesamiento de encuestas y entrevistas,
quién esperó sin reclamos durante observaciones y tutorías.*

Quién estuvo siempre presente cuando lo necesité...

A mis hijas...

*Las horas que pasaron sin la presencia de mamá,
sus enojos, sus caricias, sus lágrimas, sus alegrías.
Toda esa mezcla de sentimientos vividos en estos años de trabajo.*

A mis padres ... todo

A Beethoven... una fiel compañía.

AGRADECIMIENTOS

- A la Facultad Regional Concepción del Uruguay, por brindarme la posibilidad de realizar este posgrado.
- A Jorge, por su colaboración en las dos oportunidades en que realicé los trabajos de campo y en todo momento.
- A Marta, por la ayuda brindada en la organización de las observaciones.
- A Stella y Julio, por su colaboración cotidiana en el aula y por los “cuadernitos”.
- A Mercedes y Laura, por la bibliografía.
- Al personal de las bibliotecas de la Facultad Regional Concepción del Uruguay, de la Universidad Tecnológica Nacional y de la Universidad de Concepción del Uruguay, por el material y por las horas de búsqueda.
- A Joaquín y Emmanuel, por su colaboración en las observaciones y tutorías de software.
- A los expertos en Didáctica de la Matemática que gentilmente leyeron mi trabajo y aportaron sus críticas.
- Al Doctor Gustavo Constantino, por su profesionalismo, capacidad, confianza y dedicación. Por sus permanentes aportes, por su motivación y por la paciencia de orientarme en el camino cada vez que perdía mi rumbo.

RESPONSABLES DEL PROYECTO

Tesista:

Ingeniera Adriana Noelia Poco
Aspirante al título de Magíster en Ingeniería en
Calidad

Director:

Doctor Gustavo Daniel Constantino
Licenciado en Ciencias de la Educación
Doctor en Ciencias de la Educación
Magister en Tecnologías y Metodologías de la
Formación en Red

Institución responsable:

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Concepción del Uruguay

UBICACIÓN DEL PROYECTO

<u>Campo de Investigación:</u>	Calidad Educativa
<u>Área de Investigación:</u>	Didáctica de la Matemática
<u>Foco central de la Investigación:</u>	Educación Matemática en el primer año de carreras de grado
<u>Institución de realización del Proyecto:</u>	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
<u>Campo de interés:</u>	Ingenieros en Calidad Especialistas en Calidad Educativa Investigadores en Didáctica de la Matemática Docentes universitarios Profesores del área Ciencias Básicas Equipos de estudio de la problemática del ingresante universitario
<u>Tipo de investigación:</u>	marco referencial cualitativo, trabajo de campo experimental (intervención controlada) y formulación de un modelo didáctico basado en criterios de calidad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Formular un **modelo didáctico de calidad de la enseñanza de la matemática** para el primer nivel universitario, basado en **principios y estándares de calidad**, cuya aplicación y logro garanticen tanto la efectividad de las acciones formativas como el efectivo cumplimiento de criterios pedagógicos de personalización de la enseñanza, mediante procedimientos didácticos de monitoreo y andamiaje cognitivo adecuados a la enseñanza de nivel superior.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Formular criterios de calidad educativa en el ámbito de la enseñanza matemática;
- Determinar los indicadores necesarios para la gestión de calidad en la enseñanza;
- Generar estrategias didácticas tendientes a mejorar el rendimiento de los ingresantes en el contexto de las matemáticas universitarias;
- Proponer procedimientos y acciones correctivas y de enriquecimiento cognitivo, para la aproximación a la calidad total y a la excelencia.

Palabras claves: Calidad Educativa - Educación Matemática - Modelo didáctico - Principios y estándares de calidad para la enseñanza y el aprendizaje matemático.

RESUMEN

La investigación tiene como fin principal proponer un modelo didáctico de enseñanza y aprendizaje de la Matemática basado en principios o criterios de Calidad, contextualizado en el primer año de las carreras de grado. Los principios y estándares propuestos intentan ser una guía o referencia criterial para quienes deben tomar decisiones en el campo de la enseñanza de la Matemática, en particular para Ingeniería, y son responsables de la mejora continua en la calidad del proceso instructivo y la adquisición de competencias en el área.

El enfoque que orienta al presente trabajo es el análisis concreto y profundo de la situación actual de la enseñanza y la descripción de los procesos consecuentes, para identificar las principales causas de dificultades en el aprendizaje y las estrategias didácticas con mayor probabilidad de lograr efectos formativos significativos y completos.

Partiendo del análisis y sistematización de concepciones generales sobre la Calidad, la Calidad educativa y un repertorio de teorías y modelos pedagógicos de relevancia histórico-teórica, y que representan el continuo proceso de mejora en la educación –capítulos 1 y 2-, se presenta una indagación de las características de la Matemática como disciplina, señalándose la importancia del pensamiento matemático y de la resolución de problemas en la actual *Sociedad del Conocimiento* –capítulo 3-. Esta es complementada, a modo etnográfico -en el capítulo 4-, con la descripción concreta de los escenarios reales, entrevistas a expertos en didáctica de la Matemática –argentinos y extranjeros-, y en observaciones concretas del trabajo didáctico en las aulas universitarias. Contrastando y articulando la información recabada y las exigencias lógico-inferenciales de las teorías formativas en el capítulo siguiente, se elaboran los principios y estándares de Calidad que reglan el diseño del Modelo Didáctico emergente de tales fuentes.

El modelo *provisional* generado es desarrollado en forma explícita, relacionándolo permanentemente con los principios generales y particulares de calidad inherentes al proceso didáctico -capítulo 5- y aplicado a la enseñanza de dos unidades temáticas concretas: “Derivadas” y “Aplicaciones de las derivadas”. Su puesta en práctica, como primera experiencia controlada, permite detectar fortalezas y debilidades con el objetivo de optimizar su diseño y, la posterior validación, confirma su eficacia y eficiencia.

El análisis de resultados, realizado por métodos cuantitativos y cualitativos conduce a conclusiones determinantes acerca de los beneficios alcanzados mediante la aplicación concreta del Modelo Didáctico -capítulo 6-. La evidencia es sorprendente: la curva de campana de Gauss se convierte en una curva con forma de “Jota”, implicando que el mayor número de alumnos se concentra en la zona de mayores notas, o sea en el extremo derecho de la distribución. Desde una perspectiva estadística, se puede afirmar con un 99% de confianza, que existe diferencia significativa entre los promedios de las evaluaciones sumativas de los grupos con enseñanza tradicional y aquellos en los que se ha aplicado el nuevo modelo.

Las encuestas y entrevistas realizadas a los estudiantes, han servido de referentes para la exploración de resultados desde una percepción diferente. En todos los casos se ha evidenciado un fuerte sesgo a favor del modelo didáctico orientado hacia la calidad de proceso y la mejora continua.

La evaluación mediante “estándares didácticos”¹ se revela como un instrumento fundamental en la toma de decisiones, ya sea para el docente, así como también para el discente, brindándoles a ambos un permanente *feedback* de desempeño, transformándose así en un indicador de avances para la planificación e implementación de medidas correctivas.

¹ En el trabajo he utilizado una noción ampliada del término “estándar”: identificado como pauta, norma o criterio específico asumido como patrón de comparación y logro, se extiende a las propuestas didácticas diseñadas según los criterios de calidad presentes en el modelo presentado.

ABSTRACT

This investigation has as a principal aim; the proposal of a didactic model for a high - quality mathematics education in the first course of University.

Principles and Standards are intended to provide a guide or critical references for all who make decisions in teaching mathematics context, especially in Engineering teaching, and are the responsible ones for the continual improvement in quality through the instructional process and the acquisition of competence in the area.

The focus of this work is the deep and concrete analysis of the current situation in teaching and the description of the consistent processes, to identify the real causes of difficulty in learning and the most probable didactic strategies to achieve significant and complete formative effects.

Based on the analysis and systematization of general concepts as Quality, Education Quality and a repertoire of theories and pedagogical models historically relevant as part of an ongoing process of improving education -chapters 1 and 2- an investigation about the characteristics of Math as a science is presented, and the importance of the mathematic thinking and the problem - solving process, in the current knowledge society, are pointed out - chapter 3-. It is complemented, as a kind of ethnographic research -chapter 4-, with an accurate report of the real classroom situation, some interviews to Argentinean or foreign experts in Mathematics Didactics and in observations of the didactic work in the university class. Contrasting the information available and logic-inference formative theories in the next chapter, Quality principles and standards that guide the didactic model were established.

The generated model is developed in an explicit way, and it's permanent related to the general and particular quality principles inherent to the didactic process -chapter 5- and it is applied to the teaching of two units: "Derivates" and "Application of Derivatives". Putting it into action, as a first experience, allows us to detect the strength and weakness with the aim of improving the design, and the second experience confirms its efficiency and efficacy.

The result analysis, made with qualitative and quantitative methods, lead to determinative conclusions about the gain achieved with the didactic model application - chapter 6-. Dramatically, the "bell curve" of the Gaussian distribution is transformed in a "J

curve”, that means the most students are located in the area of the best marks -the upper limit of the distribution. From a statistic perspective, it’s possible to affirm by a 95% or a 99% confidence interval, there is a significant difference between the summative assessment averages of the course with traditional instruction and that with the new model.

Students’ inquiries and interviews had been the referents to explore the results from a different vision. In every case it has been a strong skewness towards the didactic model pointed to the quality process and the continuous quality improvement.

The standard assessment has been an useful instrument in taking decisions, for the teacher, as well as for the student, given them a continuous performance feedback and a sign to show the plan progress and implementation of corrective measure.

In the last chapters the model and its putting into action with different groups are described. The result of the inquiries, interviews and analysis of cases, are shown critically, and then, the improvement of the summative assessment is exposed by a statistic analysis.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO 1	21
CALIDAD Y EDUCACIÓN	21
1.1 Calidad: concepto y evolución	22
1.1.1. El concepto de calidad.....	22
1.1.2. Evolución y etapas del desarrollo histórico del movimiento hacia la calidad	25
1.1.3. Calidad total	36
1.2 Principales Herramientas Estadísticas para la Calidad.....	40
1.2.1 Herramientas básicas	40
1.2.2 Herramientas estadísticas de la calidad usadas en la investigación	42
1.3 Calidad educativa	45
1.3.1 Dimensiones de la calidad en educación universitaria	46
1.3.2 Los componentes de la calidad.....	50
1.3.3 La pedagogía de las escuelas eficaces	54
1.3.4 Los principios y estándares de calidad en educación	56
1.3.5 Los indicadores de calidad	62
1.3.6 La Calidad Educativa en Argentina.....	72
Indicadores universitarios de Calidad	72
Marco legal de la acreditación educativa.....	74
Premio Nacional a la Calidad.....	76
1.4 Normas de Calidad en Educación	78
1.4.1. Norma ISO 2000	78
1.4.2. Norma IRAM 30000	81
CAPÍTULO 2	84
TEORÍAS Y MODELOS EDUCATIVOS	84
1.1 Conceptos elementales.....	85
1.1.1. Etimología y origen de los conceptos básicos	85
A) Pedagogía	85
B) Didáctica.....	87
C) Didáctica de la Matemática	88
D) Enseñanza.....	94
E) Aprendizaje	96
1.1.2. Elementos del proceso de instrucción	98

1.2	Teorías Psicológicas y pedagógicas que dan marco teórico al modelo.....	102
1.2.1.	La teoría de Jean Piaget.....	102
1.2.2.	La teoría de George Pólya	106
1.2.3.	La teoría de Lev Vigotsky	108
1.2.4.	La teoría de David Ausubel.....	111
1.2.5.	La teoría de Jerome Bruner	114
1.3	Tres paradigmas acerca del proceso instructivo.....	115
1.3.1.	El conductismo	115
1.3.2.	El cognitivismo	117
1.3.3.	El constructivismo	118
1.3.3.1.	El constructivismo en el aula	122
1.4	Los modelos de enseñanza	124
1.4.1.	El modelo de John Dewey: Aprender haciendo (<i>learning by doing</i>).....	126
1.4.2.	El modelo de Howard Gardner: Las inteligencias múltiples	129
1.4.3.	El modelo de Gagné: El procesamiento de la información	134
1.4.4.	El modelo de Walter Dick y Lou Carey: La educación como proceso productivo con enfoque sistémico.....	138
1.4.5.	El modelo de Charles Reigeluth: La teoría elaborativa	143
1.4.5.1.	La teoría elaborativa	148
1.4.5.2.	Los siete pasos de la teoría de la elaboración	150
1.4.6.	El modelo de Guy Brousseau: Las situaciones didácticas.....	155
1.4.7.	El modelo de Yves Chavellard: La transposición didáctica	159
CAPÍTULO 3		164
ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA.....		164
1.1	El pensamiento científico	165
1.1.1.	Introducción	165
1.1.2.	Clasificación de las ciencias.....	167
1.1.3.	Las Ciencias Formales.....	168
1.2	La matemática y su influencia en el pensamiento.....	169
1.3	La importancia de la resolución de problemas	176
1.4	Principios didácticos para un proceso instruccional de calidad.....	180
1.4.1	Principios didácticos generales del proceso de enseñanza y aprendizaje	180
1.4.2	Los principios que rigen las actividades matemáticas del alumno	183
1.4.2.1	Las competencias de pensamiento a lograr en el discente	183
1.4.2.2	Las competencias matemáticas procedimentales a lograr en el discente	187
1.4.3	Los principios didácticos que orientan la actividad del docente.....	191
1.4.3.1	Estrategias de enseñanza.....	195
1.4.3.2	Estrategias de evaluación.....	201

CAPÍTULO 4.....205

TRABAJO DE CAMPO: FUNDAMENTOS DEL MODELO..... 205

1.1	Análisis de la problemática del alumno que ingresa al nivel universitario : descripción de escenarios	206
1.1.1	Características de los estudiantes que ingresan a la Educación Superior: Entrevistas a docentes universitarios	206
1.1.2	La visión de los expertos sobre el alumno de primer año.....	209
1.1.3	Características del proceso de enseñanza y aprendizaje de la Matemática en la Educación Superior: Observaciones no participantes	216
1.2	Principios y estándares de Calidad que sustentan el modelo.....	223
1.2.1	Principios Generales y Particulares de Calidad que fundamentan el modelo.....	223
1.2.1.1	Principios de enseñanza	224
1.2.1.2	Principios de aprendizaje	240
1.2.2	Los estándares a verificar en el modelo.....	251
1.3	Conclusión.....	254

CAPÍTULO 5.....256

TRABAJO DE CAMPO: DISEÑO DEL MODELO DIDÁCTICO 256

1.1	Trabajo de campo - Aspectos Metodológicos.....	256
1.1.1	Evaluación diagnóstica.....	257
1.1.2	Diseño del modelo.....	258
1.1.3	Descripción de cada una de las fases que componen el modelo.....	263
1.1.4	Contrastación del modelo: apreciaciones de los expertos	272
1.2	DISEÑO PARA LA UNIDAD TEMÁTICA “DERIVADAS”	277
1.2.1	Objetivos pedagógicos como indicadores de competencias	277
1.2.2	Etapas de la instrucción	279
1.2.3	Estándares a verificar como parte de la evaluación formativa	286
1.2.3.1	Estándares de contenidos	287
1.2.3.2	Estándares de procedimiento	291
1.2.4	Mediación instrumental.....	293
1.3	DISEÑO PARA LA UNIDAD TEMÁTICA “APLICACIONES DE LA DERIVADA”.....	297
1.3.1	Estándares a verificar como parte de la evaluación formativa	297
1.3.1.1	Estándares de contenidos	298
1.3.1.2	Estándares de procedimiento	300
1.4	Conclusión.....	303

CAPÍTULO 6	306
TRABAJO DE CAMPO: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	306
1.1 Trabajo de campo - Experimentación del modelo.....	307
1.1.1 Evaluación diagnóstica: Descripción del grupo - aula en la primera experiencia	307
1.1.2 Aportes del inventario de estrategias y hábitos de estudio al diseño del modelo de enseñanza basado en principios de calidad.....	309
1.1.3 Resultados de la evaluación sumativa	316
1.1.4 Observaciones y conclusiones.....	318
1.1.5 Análisis estadístico de resultados	323
1.1.6 Análisis de la Encuesta realizada al grupo experimental.....	326
1.1.7 Conclusiones de la experiencia de campo: propuestas de mejora	327
1.2 Trabajo de campo - Validación del modelo.....	331
1.2.1 Evaluación diagnóstica: Descripción del contexto áulico en la segunda experiencia	332
1.2.2 Resultados de la evaluación sumativa	335
1.2.3 Análisis estadístico de resultados	336
1.2.4 Análisis de la Encuesta realizada a los alumnos de Ingeniería Civil.....	338
1.2.5 Análisis de la entrevistas a alumnos de primer año de Ingeniería Civil - Estudio de casos	339
1.2.6 Conclusiones de la segunda experiencia	355
1.3 Conclusiones generales de las experiencias de campo:.....	357
CAPITULO 7	365
RECAPITULACION Y CONCLUSIONES FINALES	365
1.1 Análisis de objetivos:.....	365
1.2 Implicaciones teóricas y prácticas.....	367
1.3 Líneas a futuro.....	368
BIBLIOGRAFÍA	369

INTRODUCCIÓN

La calidad en la enseñanza, en la enseñanza superior y, sobre todo en la enseñanza de la Matemática en el nivel universitario de grado es el tema que guía a esta investigación, por lo que se realiza un análisis exhaustivo del mismo.

Para concebir una **educación matemática de calidad**, el presente trabajo propone identificar cuáles son los aspectos relevantes involucrados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática para el primer nivel universitario de grado. Una vez establecidos y definidos, se seleccionarán los indicadores y se inferirá y explicitará la forma de “medirlos”, ya sea cualitativa o cuantitativa, en el primer caso expresados por patrones criteriosales y en el segundo mediante el uso adecuado de herramientas estadísticas.

Nadie discute la importancia de la calidad en la formación de un profesional: la calidad como científico, es decir en las aptitudes para ejercer su rol; como persona, es decir en sus actitudes éticas y sociales y como ser globalizado, para ser capaz de absorber cambios, adaptarse a nuevos paradigmas y estar abierto y dispuesto a la actualización, a la capacitación continua y a la mejora de su desempeño.

Un profesional es un ser que egresa de una Universidad con un título que lo habilita y le da ciertas competencias inherentes a su orientación y especialidad, pero no es una persona que domina todos los campos del saber, ni todo tipo de estrategias, habilidades y conocimientos; por el contrario es un individuo que debe actualizarse día a día, informarse e integrarse al mundo cambiante y competitivo que hoy se le presenta.

Para poder desarrollar con éxito su carrera profesional, la Facultad debe brindarle herramientas que van más allá de conceptos, teorías y procedimientos. Lo debe formar como persona con habilidades especiales para sobrevivir en los mercados laborales actuales y debe

estar preparado para ser permanentemente evaluado por sus competencias y no por su antigüedad en un cargo.

Formar un egresado universitario implica responsabilidad y un fuerte compromiso de todos los sectores que integran el sistema: la dirección, la docencia, las áreas de investigación, los mismos alumnos, los empresarios receptores de los graduados, los gobiernos y la sociedad en general.

En esta investigación, el problema a examinar es la calidad desde el punto de vista del desarrollo de la Matemática como ciencia básica para una formación profesional, que tiene una incidencia potente en el razonamiento lógico y formal del estudiante y una base conceptual indiscutible para materias de los ciclos superiores. El modelo de enseñanza que se persigue es aquel que, basado en las normas de calidad, provea al alumno una formación sistémica hacia la mejora continua, acotando el “mundo de la calidad educativa” al ámbito de la “calidad de la enseñanza matemática en el primer nivel de una carrera de grado”.

La matemática para ser comprendida significativamente debe ser enseñada de forma tal que se muestre al estudiante su valor y utilidad, su relación con situaciones prácticas, con hechos, con problemáticas concretas. Es fundamental una comprensión de la disciplina que le permita a los educandos usarla en todo momento que la requieran, en cualquier escenario, proponiendo alternativa de soluciones y adoptando el modelo óptimo.

El alumno tiene que ser capaz de transmitir la teoría a la práctica, no como resolución de ejercicios, sino como elaboración de modelos, como transferencia de situaciones, como selección de soluciones; incluyendo nuevas tecnologías para economizar tiempo y esfuerzo, pues este tipo de herramientas proporcionan representaciones y cálculos en forma rápida y sencilla. También es importante destacar que los instrumentos multimediales, ayudan en la formación y estructuración del conocimiento por parte del alumno, brindándole un soporte muy útil a la hora de investigar un tema y elaborar sus propias estructuras cognitivas. Todos los recursos, sin ser usados en exceso o con exclusividad, son aportes invaluable para lograr

una educación de calidad: libros, dossier, documentos, páginas de Internet, softwares específicos, entre otros.

Una buena educación matemática fortalece la formación general del individuo, la formación intelectual que se requiere para comprender y manejar las ciencias y las tecnologías y la capacidad de razonamiento, la lógica, y la criticidad que se necesitan para lograr competitividad.

La educación matemática es parte de la cultura del individuo y desarrolla en él facultades cognitivas, procedimentales y actitudinales que influyen en su desarrollo como ser humano, como ser creativo y como profesional, lo que incide en forma indirecta con el progreso de un país.

En los años ochenta dos corrientes cognitivas dominaron la enseñanza de la matemática: el constructivismo y la perspectiva sociocultural. Estas dos perspectivas resultan diferentes, ya que por un lado, para el constructivismo el aprendizaje se realiza mediante un proceso donde se destaca la acción del sujeto, o sea que resulta una experiencia predominantemente personal, mientras que en la segunda aparece la influencia cultural del medio social al cual pertenece el individuo y en el cual tiene lugar la educación.

Ese medio social y cultural que influye en los educando desde su más temprana edad es un medio cambiante, que se modifica continuamente y aún más en los últimos años. Estos cambios se producen en todos los niveles, los alumnos que llegan al primer curso del nivel universitario hoy no son iguales, ni piensan, ni razonan de la misma forma que los ingresantes de hace diez o quince años atrás y la educación debe estar atenta a ello.

Los planes de estudio, los programas, los contenidos, las estrategias metodológicas, la bibliografía, los recursos informáticos y otros aspectos inherentes a la actividad educativa deben renovarse y acompañar a dichos cambios.

Jan de Lange² realiza una síntesis, donde expresa la importancia del desarrollo de competencias en los alumnos así como también de prepararlos para los cambios de paradigmas. Al respecto enuncia:

*“Deberíamos prestar atención al desarrollo de grandes competencias como son el pensar matemáticamente, saber argumentar, saber representar y comunicar, saber resolver, saber usar técnicas matemáticas e instrumentos y saber modelizar. Pero no debemos olvidar que el objetivo de enseñar todas estas habilidades debe ser el poder trabajar las grandes ideas como son cambio, crecimiento, espacio, forma, azar, dependencia, relaciones, razonamiento cuantitativo... son este tipo de grandes ideas las que deberán delimitar el tipo de instrumentos matemáticos a poner en juego.”*³

Para brindar al alumno una educación matemática de calidad se debe dirigir las acciones a tareas tales como:

- Las aplicaciones a lo cotidiano, real y concreto.
- La modelización y las interrelaciones.
- El descubrimiento y la búsqueda.
- El uso de distintos lenguajes.
- Evaluación de razonamientos.
- Evaluación formativa.

Permanentemente, en los diagnósticos o experiencias evaluativas se observa que los alumnos carecen de conocimientos sólidos, que el nivel anterior no los ha preparado para el ámbito universitario, que no han aprendido procedimientos ni han adquirido hábitos y metodologías de estudio. Sus contenidos previos son deficientes y no han adquirido una estructura mental capaz de resolver situaciones problemáticas, de transferir experiencias o de

² Jan de Lange (*Chair*), director del comité de expertos para el área matemática del proyecto PISA (*Programme for Indicators of Student Achievement*)

³ GOÑI, J. (cord.) El curriculum de matemática en los inicios del siglo XXI. Grao. Barcelona. 2000

expresarse con coherencia o corrección y mucho menos de comunicarse con claridad mediante el lenguaje escrito.

Annie Berté (1999) habla del **saber** y **saber hacer**, y en su estudio establece que carecen de valor uno sin el otro, ya que el saber hacer está íntimamente ligado a la práctica, mientras que el saber está relacionado con lo conceptual y ambas cosas son importantes para el desarrollo de las estructuras mentales.

“La construcción del saber es una condición necesaria, sin ser, no obstante, suficiente para la adquisición de un saber hacer”⁴. Se puede dar el saber hacer en Matemática, sin saber conceptualmente los fundamentos del tema; pero el mismo se reduce a una receta.⁵

Para que la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática sean eficientes y eficaces, el docente necesita establecer qué saberes previos requiere el ingresante a la universidad, qué saberes va a adquirir dentro de la universidad, es decir durante el cursado de una asignatura y qué contenidos procedimentales precisa como habilidades previas y cuáles se van a alcanzar en el ámbito de la enseñanza superior. Se diseñan o planifican las actividades relacionadas con los saberes a impartir sin perder de vista las aplicaciones prácticas correspondientes. No se puede teorizar solamente en la enseñanza de la matemática aplicada a una disciplina como la Ingeniería, Economía, Arquitectura, etc. Es fundamental que el docente tenga bien en claro la practicidad del quehacer matemático como herramienta provechosa para la elaboración de modelos y la resolución de los mismos.

La preocupación por la calidad en la educación matemática es un tema de gran actualidad que ha motivado cambios en la elaboración de los curriculums, en las metodologías y estrategias de enseñanza, en el uso de los recursos, en las formas de evaluación y, en general, en el enfoque dado al proceso educativo; el que ahora es visualizado bajo una

⁴ BERTÉ, A. 1999. Matemática de EGB 3 al Polimodal. Buenos Aires. AZ editorial.

⁵ Ministerio de Educación de la provincia de Santa Fe. 2002. Encuadre teórico para los niveles de conducción. PROCAP. Trayecto 2. Cartilla N° 4. Revisado diciembre de 2004 de <http://www1.santa-fe.gov.ar/index.php/user/content/view/full/5667?PHPSESSID=0f3a1834f5becc1752b8ae8e8e690373>

perspectiva sistémica. Esto implica que el diseño del proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática básica en una carrera de grado está guiado por una visión integradora de la asignatura con sus paralelas y de la misma como componente de un sistema mayor: el plan de estudio.

El diseño de una enseñanza de matemática de calidad, está ligado con el reconocimiento por parte de la institución educativa y de los docentes involucrados en la actividad, de cuál es la matemática que los estudiantes merecen aprender, cómo deben hacerlo y con qué nivel de profundización. Todos deben sentir el compromiso hacia la mejora en el proceso educativo en el área, ya que en la actualidad se puede hablar, sin exageraciones de un “mundo matematizado” en el cual la disciplina es de suma utilidad, ya sea para la resolución de problemáticas aplicadas a diferentes especialidades o como base para el manejo de herramientas computacionales.

Este interés por la excelencia en el contexto de la enseñanza de la matemática ha generado la necesidad de establecer estándares y determinar indicadores que permitan transformar la inferencia de subjetiva en inferencia rigurosa, con fundamentos lógicos y fácil de ser verificada o evaluada.

CAPÍTULO 1

CALIDAD Y EDUCACIÓN

En este capítulo se presenta el tema de la calidad, consensuando una definición que compatibilice las diferentes visiones de la misma y se sintetiza su evolución histórica, hasta llegar a la filosofía de la Calidad Total como cultura de vida e instrumento hacia la mejora continua.

Se enumeran las herramientas estadísticas y se describen las que han sido utilizadas en la investigación para detectar características de calidad o para mostrar resultados en la fase experimental.

También se avanza hacia la Calidad Educativa, temática en la que intervienen múltiples aspectos, rescatando la trascendencia de los principios, estándares e indicadores de calidad, que la transforman en objeto de estudio desde el punto de vista cualitativo, así como también cuantitativo y medible.

Por último se hace referencia al aspecto normativo de la Calidad, que brinda un marco formal al tema y señala la importancia del mismo en la sociedad actual.

1.1 Calidad: concepto y evolución

1.1.1. El concepto de calidad

En el desarrollo histórico del movimiento hacia la calidad se han sucedido diferentes autores, todos ellos considerados los gestores de la filosofía de calidad. Sus concepciones acerca de la calidad han sido:

- “*Quality is a predictable degree of uniformity and dependability, at low cost and suited for the market*” (Deming).
- “*Quality is fitness for use*” (Juran).
- “*Quality is conformance to requirements*” (Crosby).
- “*Quality is the minimum loss imparted by the product to society from the time the product is shipped*” (Taguchi).
- “*Quality is in its essence a way of managing the organization*” (Feigenbaum)⁶

La **calidad** es un concepto que ha evolucionado, ampliándose su significado y sus aplicaciones. En la actualidad existen diferentes formas de concebirla; algunas de las caracterizaciones más utilizadas, en distintos ámbitos, son las siguientes:

- Adecuación para el uso, satisfaciendo plenamente las necesidades del cliente.
- Lograr productos y servicios con ceros defectos.
- Hacer bien las cosas desde la primera vez.
- Diseñar, producir y entregar un producto económico, útil y satisfactorio para el consumidor.
- Producir un artículo o un servicio de acuerdo a las normas establecidas.
- Dar respuesta inmediata a las solicitudes de los clientes.

⁶ Rodríguez Pomedá, J. 2005. Estrategias de Calidad Total: de la Calidad Total a la Excelencia. Universidad Autónoma de Madrid. Revisado, diciembre de 2005 de <http://www.uam.es/centros/economicas/unidadcalidad/Estrategias%20de%20Calidad%20Total%5B1%5D.ppt>

- Una categoría tendiente siempre a la excelencia.
- Calidad no es un problema, es una solución.⁷

Estas expresiones sintéticas no reflejan completamente la amplitud del concepto, por lo que para contextualizar la calidad es conveniente realizar una comparación entre el concepto tradicional de calidad y el concepto actual de la misma:

Concepto Tradicional de calidad (Calidad de producto): Un producto tiene calidad si cumple con especificaciones establecidas. Estas especificaciones se fijan dentro de ciertos límites de aceptación, por lo tanto si el artículo se encuentra dentro de dichos límites, será aceptado, y por el contrario, si no lo está, se lo considerará defectuoso y se rechazará. La primera concepción de calidad está íntimamente ligada al proceso de manufactura de producto, es decir a una línea de producción; inspeccionando un artículo al final del proceso y calificándolo como apto o conforme o como no conforme.

La Calidad, según esta visión, se resume a una actividad de control, impuesta por la Dirección y ejecutada por el Departamento de Control de Calidad, con el objeto de detectar no conformidades y corregirlas. El reproceso genera costos indeseados por una empresa cuya meta es optimizar su competitividad.

Por otro lado, aunque un artículo cumpla con las especificaciones establecidas, no siempre ésto es índice de satisfacción del cliente. Es esta una cuestión a analizar, ya que la satisfacción al cliente no era un aspecto de importancia en los primeros años del movimiento hacia la calidad.

Concepto actual de calidad (gestión que afecta a todas las actividades de una empresa): En la actualidad la calidad es un concepto mucho más abarcativo, pues no sólo se habla actualmente de calidad de producto sino también calidad de servicio. Las empresas de servicio están tan preocupadas por la calidad de sus prestaciones, como las manufactureras lo están por los productos que lanzan al mercado.

⁷ Hazas,G. – a - Apuntes de Calidad Total. Revisado, diciembre de 2003 de <http://www.geocities.com/gehg48/APUNTCALID.html>

Si bien es importante cumplir con determinadas especificaciones para un bien o un servicio, la calidad tiene que ver, en la sociedad actual, con los **requisitos de los consumidores**.

Un producto o servicio tiene **calidad** en la medida en que satisface las expectativas del cliente, es decir que la **calidad** es el grado de adecuación del mismo al uso y requerimientos del consumidor.

En el mundo actual la calidad es observada desde dos dimensiones:

- **Calidad** como grado de conformidad de un producto o servicio con especificaciones o normas.
- **Calidad** como satisfacción al cliente o adecuación al uso tanto de un bien como de un servicio.

Aparece en esta nueva visión de la calidad, el concepto de **cliente externo**, como consumidor final que espera de un producto o servicio: funcionalidad, duración, precio razonable y que la entrega se realice en los tiempos y formas acordadas. (Gutierrez, 1992a)

Surge también la noción de **cliente interno**, es decir que la calidad es entendida como el compromiso de todas las áreas de la empresa o institución en la prevención, adecuación, superación y mejora continua. La problemática está dirigida a la **calidad de proceso**, o sea al control permanente de cada etapa, considerando cliente interno a cada sección que recibe el producto o servicio proveniente de la fase anterior para continuar su elaboración.

Resumiendo se puede sugerir una noción sistémica expresando que:

“La calidad es complacer expectativas, satisfaciendo plenamente al consumidor ganando su confianza. Es el cumplimiento de requisitos. Satisfaciendo las exigencias del desempeño. Con la máxima fiabilidad de reproductividad y continuidad del suministro, al menor costo; buscando alcanzar niveles de competitividad internacional” (Sánchez, 2000)

1.1.2. Evolución y etapas del desarrollo histórico del movimiento hacia la calidad

Para comprender con profundidad las diferentes acepciones dadas del concepto de calidad, revisamos su desarrollo histórico.

La calidad como sinónimo de excelencia o perfección, era entendida ya en la Edad media, donde se consideraba a una obra perfecta a aquella que no tenía ningún defecto. En esa época hablar de perfección era hacer referencia a expresiones culturales, como ser arquitectura, pintura, música, literatura, etc. Luego, en la época preindustrial, donde los trabajos de manufactura eran realizados en talleres artesanales la calidad tenía que ver con la relación personal entre el artesano y el usuario. En este caso el productor, al tener un contacto directo con su cliente conocía de inmediato sus requisitos y podía saber si, una vez concluido el mismo, había satisfecho dichas necesidades.

La fabricación en los talleres transfirió su lugar a las grandes fábricas con la llegada de la época industrial, principalmente durante la Segunda Guerra mundial, donde comenzó la producción masiva. Esto trajo aparejado un cambio en la organización de las empresas, las que tuvieron que implementar procedimientos específicos para atender la calidad de los productos.⁸ En esa época no solo no se conocía al cliente, sino que en la mayoría de los casos se producían bienes y servicios sin conocer al potencial cliente futuro.

En este proceso se pueden distinguir cuatro etapas:

a) Primera etapa: el control de la calidad mediante la inspección

Esta etapa es fundamentalmente la aplicación de la teoría de la administración de Frederick W. Taylor. Las características de esta teoría sobre el control de la calidad se basan en el diseño del producto por un grupo de especialistas, los que también planean su producción. La producción responde a especificaciones (oficiales o que surgen de la política

⁸ Gutierrez, M. 1992 a. Administrar para la calidad. México. Grupo Noriega Editores. 3ª. Edición. Capítulo 1.

de la empresa) y son confeccionadas por los obreros que siguen las instrucciones. Los supervisores cuidan que los obreros realicen su trabajo y el departamento de control de calidad es el que juzga cuáles son los productos que cumplen con los requisitos para ser aceptados y en caso de no aceptación, los productos se vuelven a procesar, si es posible, o bien, son desechados.

Esta teoría tradicional del control de la calidad fue muy criticada por la **filosofía actual de calidad**, analizada en el apartado anterior, porque ésta considera que la inspección final es inoperante, pues no mejora la calidad del producto, sólo se descubre cuáles son desechables cuando el proceso productivo ha terminado. Además considera que esta inspección es costosa por dos motivos: primero, implica incurrir en gastos de un departamento que no produce, como el departamento de control de calidad, pues sólo juzga que productos cumplen o no, los requisitos de calidad establecidos, y segundo, deben absorberse los costos de los productos defectuosos que se desechan o se vuelven a procesar.⁹

También, dicha teoría considera que la inspección final atenta contra la motivación y la moral de los operarios, ya que ellos son los únicos responsables del producto y la dirección o el equipo de expertos jamás.

Lo antes expuesto genera un cambio radical en la conceptualización de la calidad, ya que la teoría moderna asegura que los inconvenientes planteados se evitan si se pone atención al **proceso**, y a **cada una de sus etapas**. La misma supone que la **calidad** es objeto de planificación y se consigue **mejorando el proceso**, es decir que este concepto apunta a la calidad como **prevención** más que como **corrección**.

Como proceso se entiende al conjunto de acciones, pasos o procedimientos que se planifican, diseñan y ejecutan con el objetivo de que determinados insumos interactúen entre sí, para obtener un determinado resultado.

⁹ Gutierrez, M. 1992 b. Administrar para la calidad. México. Grupo Noriega Editores. 3ª. Edición. Capítulo 4.

Se considera también como procesos a los departamentos encargados del diseño, compra, venta y actividades administrativas, a la prestación de un servicio, a la formación de recursos humanos, etc. El proceso global que se lleva a cabo en una empresa o en una institución está integrado por varios procesos parciales, que son los específicos de cada departamento o área. Al separar un proceso global en procesos parciales, que corresponden a cada una de las etapas del proceso global, cada proceso y cada etapa tiene un cliente, que es el proceso, la etapa o el nivel siguiente.

Surgen así, frente a este nuevo paradigma dos grandes artífices en el ámbito de la calidad (Rico, 1998):

Cliente externo: es el que adquiere un producto o recibe un servicio pero no pertenece a la empresa o a la institución. Pueden ser los consumidores de un producto, las mismas empresas que reciben a profesionales como producto de una Universidad, las instituciones, el gobierno, la sociedad toda.

Cliente interno: son cada una de las unidades operativas del proceso que reciben productos o servicios de etapas o niveles anteriores. No sólo es importante destacar el concepto de cliente interno, sino también el de **proveedor interno**. Cada área de un proceso es proveedor del área siguiente, y debe llevar a cabo su trabajo teniendo en cuenta las expectativas de su cliente inmediato: el área siguiente.¹⁰

Si la calidad está necesariamente relacionada con el uso y el valor que satisface el requerimiento de los clientes, entonces, para satisfacer a los clientes externos, es necesario satisfacer los requerimientos de los clientes internos.

b) Segunda etapa: el control estadístico de la calidad

Se produce un avance definitivo hacia el movimiento de calidad con los trabajos de investigación llevados a cabo en 1930 en la empresa *Bell Telephone Laboratories* por el

¹⁰ Rico, R. 1998a. Total Quality Management. Buenos Aires. Macchi ediciones.

científico W. A. **Shewhart** y la posterior publicación de su libro *Economic Control of Quality of Manufactured Product*. Esto dio origen a lo que actualmente se llama **Control Estadístico de la Calidad** (*Statistical Quality Control SQC*).

Shewhart define cómo debe realizarse el control en el proceso de fabricación, desarrolla técnicas de monitoreo y evaluación diaria de la producción y propone diversas formas para mejorar la calidad.

Fue el primero en reconocer que en toda producción existe **variación del proceso** por diferentes causas y que las mismas deben ser estudiadas con los principios de la estadística y la probabilidad.

Shewhart asegura que:

*“... un fenómeno se controla cuando, con base en experiencias anteriores, podemos predecir, al menos dentro de ciertos límites, cómo esperamos que el fenómeno va a variar en el futuro. Esta predicción significa que podemos establecer, en forma al menos aproximada, la probabilidad con la que el fenómeno observado se va a dar dentro de ciertos límites...”*¹¹

A partir de la necesidad de contar con profesionales preparados en los temas de referencia fue que el control de calidad pasó a los ámbitos académicos de las universidades.

Se inicia así una nueva etapa hacia la calidad basada en el control estadístico de procesos.

¹¹ Gutierrez, M. 1992 c. Administrar para la calidad. México. Grupo Noriega Editores. 3ª. Edición. Capítulo 4.

c) Tercera etapa: el aseguramiento de la calidad

c.1) La concepción de Deming

Edward Deming (1900-1993), fue un estadístico estadounidense que tuvo un papel preponderante en el desarrollo del movimiento hacia la calidad estableciendo los pilares fundamentales en lo que respecta al control estadístico de la calidad.

En el verano de 1950 enseñó en el Japón la técnica del control estadístico del proceso y la filosofía de la administración para la calidad. Ese mismo año, la Unión de Ciencia e Ingeniería Japonesa (UCIJ) instituyó el Premio Deming a la calidad y confiabilidad de productos y servicios, en reconocimiento a su influencia en el resurgimiento de la industria japonesa luego de la segunda Guerra Mundial. Sus planteamientos se publicaron en la obra *Quality, Productivity and Competitive Position* en el año 1982.

Si bien en la segunda etapa, antes descripta, la atención ya se centraba en el control estadístico de la calidad, ahora se toma conciencia de la trascendencia que tiene su aseguramiento a través del tiempo. No sólo la meta era alcanzar un determinado nivel de calidad, sino mantenerla; lo que implicaba un fuerte compromiso a nivel gerencial.

El argumento de Deming es el siguiente. Primero, si se mejora la calidad, disminuyen los costos. Luego, la reducción de los costos junto con la mejora de la calidad se traduce en mayor productividad. Entonces, esto hace que la empresa sea capaz de capturar un mercado cada vez mayor, lo cual le permite mantenerse en los negocios y conservar la fuente de empleo de sus trabajadores.

En su filosofía, es de fundamental importancia el compromiso de los niveles jerárquicos. La misma es responsable del sistema, tanto como los trabajadores. Todos los integrantes de una empresa o de una institución son responsables por la calidad final de producto terminado o del servicio prestado.

La alta gerencia es responsable pues es la encargada de organizar y administrar el sistema orientado hacia la calidad. No es suficiente con que ésta dé su consentimiento, sino que debe comprometerse verdaderamente con la filosofía del control de calidad, y además actuar en forma coherente y consistente a esa nueva cultura que lleva tiempo y esfuerzo para implementarla, ya que implica un cambio de mentalidad, la adquisición de una nueva filosofía de vida y asimilar los procedimientos involucrados en ese cambio. Además implica, que los niveles jerárquicos elijan el tipo de organización que más convenga a su empresa, que articule las metas y estrategias y asegure su cumplimiento, en forma tal, que todos los empleados, proveedores y clientes sepan qué esperar de ella. (Gutiérrez, 1992)

Es así que, para *W. Edwards Deming*, la calidad es “*una serie de cuestionamientos hacia una mejora continua*”.¹²

Las acciones que propone llevar a cabo Deming, que fueron aplicadas con éxito en el modelo japonés, se resumen en los **14 Puntos de Deming**, que a continuación se detallan:

1. Innovar y asignar recursos para dar respuesta a las necesidades a largo plazo de la empresa y del cliente en vez de enfocarse a la ganancia a corto plazo.
2. Desechar la antigua filosofía de la aceptación de productos y servicios no conformes.
3. Eliminar la dependencia en la inspección total en el control de la calidad, es conveniente que exista un control del proceso mediante técnicas estadísticas.
4. Disminuir la cantidad de proveedores de fuente múltiple. El precio no tiene sentido si no está acompañado de la calidad. Los proveedores también deberían utilizar el control estadístico.

¹² Hazas, G. – b - Apuntes de Calidad Total. Revisado, noviembre de 2003 de <http://www.geocities.com/gehg48/APUNTCALID.html>

5. Emplear técnicas estadísticas para descubrir cuáles son las causas de pérdidas del sistema.
6. Establecer una capacitación consciente que guarde relación con el trabajo.
7. Proporcionar a los supervisores conocimiento de métodos estadísticos, estimular su aplicación para determinar cuáles son las no conformidades y poder encontrar una solución.
8. Disminuir el miedo en toda la organización a través de una comunicación abierta, bidireccional, que no implique castigo. No se puede tener pérdidas a causa del temor a no preguntar.
9. Contribuir a que disminuyan las pérdidas alentando al personal a que aprenda más sobre los problemas de la empresa.
10. Eliminar el empleo de metas y propaganda para reforzar la productividad, a menos que éstos vayan aparejados a la capacitación y apoyo del área administrativa.
11. Examinar las repercusiones de las normas de trabajo. ¿En ellas se considera la calidad o permiten a alguien hacer mejor su trabajo?
12. Establecer una capacitación básica en estadística en todos los niveles.
13. Establecer un programa que permita la constante capacitación del personal, tanto para que aprenda nuevas destrezas o como para actualizarlo respecto al uso de materiales, métodos, diseños, etc.
14. Crear una estructura de alta gerencia que pugne día a día por la continua mejora de la calidad.¹³

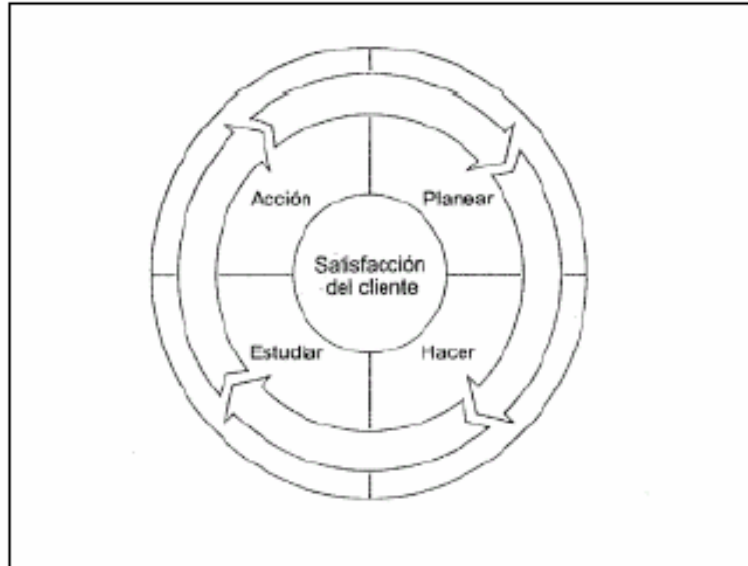
¹³ Besterfield, D. 1994 a. Control de Calidad. México. Prentice Hall. - 4ª edición. - Capítulo 13

c.2) Círculo de Shewart / Deming

La teoría de Deming se resume en un gráfico en el cual se destacan cuatro fases que se repiten como un ciclo vital para la implementación y aseguramiento de la calidad y la mejora continua. Originariamente se lo llamó ciclo de Shewhart, en honor a su creador Walter Shewhart, pero posteriormente fue Deming quién lo aplicó en Japón en 1950 y por ello adquirió reconocimiento bajo el nombre de círculo de Deming.

1. **Plan:** Estudiar la situación presente en la organización, recabar información al respecto y planificar o sea diseñar el programa de calidad para la mejora.
2. **Do:** Hacer o poner en marcha dicho plan en forma tentativa como una experiencia piloto, esta fase implica ejecución de todo lo planeado en el primer paso.
3. **Check:** estudiar y verificar en forma permanente los avances del programa piloto, es decir ejecutar métodos de retroalimentación para detectar posibles defectos o ajustes necesarios para el éxito de la acción.
4. **Act:** Actuar, esta última etapa implica la implementación de plan final con las correcciones como norma para la organización.

Esto desemboca en una nueva planificación de mejoras y detección de otros problemas que puedan surgir o adquirir importancia al eliminar los primeros. De esta manera cada ciclo tiene como objetivo la permanente detección y análisis de las dificultades, ejecutar un plan de corrección, chequearlo y actuar en consecuencia.



c.3) Costos y control de calidad

Joseph Juran¹⁴, fue quién trató en su libro “*Quality Control Handbook*”, editado en el año 1951, el tema referente a los costos de la calidad y a los ahorros sustanciales que se producen al suprimir productos defectuosos, reparaciones, retrabajos y reclamos.

Para *Joseph Juran*, la calidad es “*la adecuación para el uso satisfaciendo las necesidades del cliente*”¹⁵, y su pensamiento se resume en la famosa trilogía:

1. Planificación de la calidad.
2. Control de la calidad.
3. Mejoramiento de la calidad.

¹⁴ nacido en el año 1904 en la ciudad de Braila, Rumania

¹⁵ Hazas,G. – c - Apuntes de Calidad Total. Revisado, noviembre de 2003 de <http://www.geocities.com/gehg48/APUNTCALID.html>

Fundamentalmente su teoría se basa en el estudio de los **costos de la calidad** y de los ahorros que se podrían lograr elaborando bienes o brindando servicios de calidad. Si se suprimen los costos por las no conformidades se puede invertir en el mejoramiento de la calidad. Este tema sigue siendo responsabilidad de la alta gerencia en cuanto a la toma de decisiones de la inversión requerida.¹⁶

Para *Armand V. Feigenbaum*, la define como “*el resultado total de las características del producto o servicio que en sí satisface las esperanzas del cliente*”.¹⁷

Este autor emplea por primera vez, en su libro “*Total Quality Control*”, publicado en el año 1956, el concepto de **control total de la calidad**. Explica que no es posible elaborar bienes de alta calidad si las áreas de manufactura trabajan aisladamente. Para que el control de calidad sea eficiente, éste debe comenzar en la fase de diseño del producto o servicio y terminar sólo cuando se ve al consumidor satisfecho.

El principio fundamental de esta teoría es: “*la calidad es el trabajo de todos y cada uno de los que intervienen en cada etapa del proceso*”.¹⁸

Tanto Juran como Feigenbaum propician la necesidad de formar a profesionales capacitados en estadística y expertos en ingeniería de control de calidad, capaces de planificar los procesos, coordinar las actividades, establecer estándares de calidad y realizar mediciones y evaluaciones adecuadas.

En esta etapa también surge la filosofía conocida como “cero defecto”, cuyo padre fue Philip Crosby, y que tuvo su origen en la fabricación de misiles para la carrera espacial. El programa así denominado puso énfasis en la concientización de todos quienes participaban en él, acerca de la trascendencia del mismo. La fábrica *Martin Company*, en la cual se lo puso en práctica, motivó a su personal, realizó cursos para capacitarlos y llevó a cabo permanentes

¹⁶ Gutiérrez, M. 1992 f. Administrar para la calidad. México. Grupo Noriega Editores. 3ª. Edición. Capítulo 4.

¹⁷ Hazas, G. d. Apuntes de Calidad Total. Revisado, noviembre de 2033 de <http://www.geocities.com/gehg48/APUNTCALID.html>

¹⁸ Gutiérrez, M. 1992 g. Administrar para la calidad. México. Grupo Noriega Editores. 3ª. Edición. Capítulo 4.

autoevaluaciones. Crosby, quién trabajo en dicha compañía, publicó la filosofía “cero defecto” en su libro “*Quality is free*”, en el año 1979. (Gutiérrez, 1992)

Sus estudios se orientan hacia la prevención y así evitar la inspección, se busca que el cliente se sienta satisfecho al cumplir ciertos requisitos desde la primera vez y esto se mantenga en futuras transacciones.

d) Cuarta etapa: la calidad como estrategia competitiva

Debido al fuerte impacto que tiene en el mundo de hoy el concepto de calidad, se produce un cambio en el mismo en las empresas e instituciones. Si antes la falta de calidad era perjudicial, ahora la calidad es la estrategia fundamental para lograr la competitividad y por lo tanto, el valor más importante que debe presidir las actividades.

La calidad no se limita a aplicar métodos de control estadístico o a lograr el compromiso de todos en la búsqueda de la excelencia, la calidad pasa a ser estrategia competitiva a la hora de la toma de decisión, de realizar un planeamiento estratégico teniendo en cuenta los requisitos de los clientes tanto internos como externos. (Gutiérrez, 1992)

El concepto de **liderazgo** se vuelve preeminente, ya que un buen líder es capaz de poner a un equipo de trabajo “en movimiento” hacia objetivos comunes, lograr que la fuerza del equipo sea lo más alta posible. Esto se alcanza, no con órdenes, sino por la calidad de las propuestas que se ponen a consideración del equipo, por las herramientas que ofrece para movilizarlo y por los desafíos a resolver que presenta a su grupo.

Por lo tanto, liderar implica la misión de estimular e influir positivamente en el equipo, poseer la capacidad de escuchar, de aceptar las opiniones y reconocer la fuerza grupal. Liderar implica aportar y conducir, mediante el ejemplo, al éxito a todo un grupo de trabajo.¹⁹

De las definiciones y conceptos anteriores podemos concluir que la calidad se define como:

¹⁹ Revista de la Bolsa de Comercio de Entre Ríos. Santa Fe. Imprenta CICATO.2002. Bimestral

“Un proceso de mejoramiento continuo, en donde todas las áreas de la empresa o de la institución participan activamente en el desarrollo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades del cliente, que cumplan con las especificaciones de diseño, que sean aptos para su uso, evitando así las no conformidades. Es una evolución cíclica, que se mantiene a través de tiempo y se orienta hacia la mejora continua”.

1.1.3. Calidad total

Si bien la preocupación por la calidad y por hacer las cosas bien, es tan antigua como la humanidad misma, recién en la década del 50 la Calidad comenzó a jugar un papel preponderante en la competitividad de las empresas.

El origen de esta transformación se relaciona directamente con el impacto que tuvieron en el mercado internacional los productos y servicios japoneses que destruyeron la creencia de la mayor calidad implicaba mayor costo. (Danishewsky, 1999)

Los japoneses fusionaron los conceptos de Edwards Deming y Joseph Juran con la Administración por Objetivos y dieron los primeros pasos hacia la Administración de la Calidad Total o *Total Quality Management*. La Segunda Guerra Mundial dejó la economía japonesa en una situación catastrófica, con productos poco competitivos que no tenían cabida en los mercados internacionales. Frente a esta situación la industria japonesa reaccionó adoptando los sistemas de calidad, lo que no sólo generó su crecimiento, sino que también transformó a los productos de ese país, que eran considerados económicos y de mala calidad en los más buscados del mercado. La frase “*made in Japan*” pasó a ser sinónimo de excelencia.²⁰

En 1986 Deming publica su libro “*Out of the Crisis*”, en el cual explica detalladamente su filosofía de calidad, incluyendo sus famosos catorce puntos, y esto hace que los conceptos

²⁰ Clery Aguirre, A. La Calidad Total como estrategia competitiva. Revisado, diciembre de 2005 de <http://www.gestiopolis.com/>

de la misma se transfieran a las empresas de occidente. En 1997 surge la norma ISO 9000, que regula y estandariza los criterios de calidad.

El camino hacia la calidad incluye un cambio cultural y la aplicación de un programa integral de Calidad Total. En general la **Calidad Total** es el resultado de la realización de las “gestiones óptimas” que se deben realizar en el ámbito organizacional o institucional, y que responden a ciertos “Principios básicos”:

- Orientación al cliente

La **Calidad Total** involucra a toda y cada una de las partes de una organización en la búsqueda de la conformidad del cliente. Para ello toda organización debe adaptarse con facilidad y rapidez a los cambios y nuevos paradigmas sociales.

- Orientación hacia el logro de resultados

La **mejora continua** depende de la satisfacción de las expectativas de todos los sectores que integran una organización: proveedores, clientes, empleados y la sociedad en general. La calidad debe poder evaluarse con resultados concretos y fiables que permitan un *feedback* permanente y el ajuste de los procesos.

- Liderazgo y compromiso de todos

El papel de las personas que toman decisiones estratégicas en pro del logro de la Calidad Total es primordial, pues deben actuar como generadoras de un movimiento que debe ser difundido y comprendido por todos los sectores interesados en la misma.

Los líderes, o sea aquellas personas encargadas de la planificación y diseño de un proceso de calidad, los que difunden acciones y predicán con el ejemplo, motivando al resto de su equipo para trabajar en forma mancomunada son los que, mediante el sentido de pertenencia y compromiso ponen en marcha un proceso exitoso.

- Perseverancia tras el logro de objetivos

Las tareas que se realizan para la consecución de objetivos persiguiendo la calidad de un bien o servicio de calidad no son sencillas. Muchos son las dificultades que aparecen al querer modificar paradigmas o actualizar metodologías de trabajo. La constancia, la firmeza y el convencimiento de que lo que se está haciendo es lo correcto, son los mejores aliados para tal fin.

- Gestión basada en hechos

La gestión por procesos implica reconocer, proyectar, planificar y ajustar los procedimientos claves para la calidad del resultado. La administración de estos procesos debe basarse en los hechos, lo que requiere la toma de datos y el establecimiento de indicadores para constatar el cumplimiento de lo pautado como objetivo. No puedan tomarse decisiones considerando opiniones, a veces subjetivas, sino que, por el contrario, deben buscarse herramientas que puedan llevar a un lenguaje gráfico o numérico los resultados.

- Desarrollo y capacitación permanente de las personas

Es responsabilidad de cada una de las personas involucradas en un proceso de calidad aprovechar y desarrollar sus competencias. Toda persona posee un potencial que debe ser descubierto y desarrollado. Para lograrlo se reforzarán los mecanismos de participación, se mantendrá un diálogo fluido y permanente y se fortalecerá la interacción y el trabajo en equipo.

- Respeto y compromiso de cada uno de los integrantes

La Calidad no se puede alcanzar si no se actúa sobre todo el sistema. En este marco, todas las actividades que se planifiquen deben contemplar las actitudes y aptitudes de las

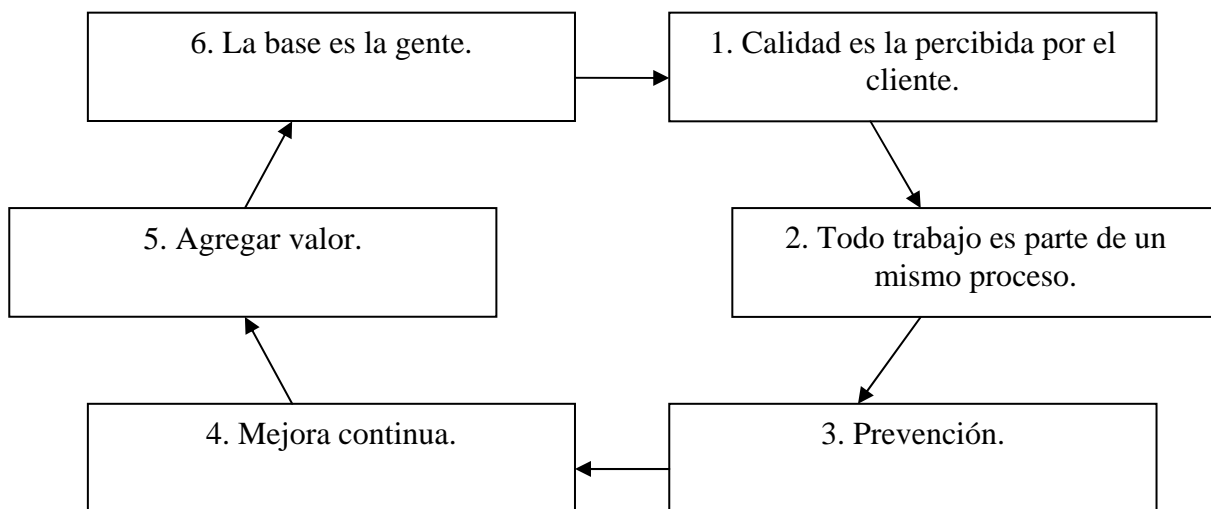
personas, persiguiendo la equidad de oportunidades. Es fundamental el respeto entre los individuos involucrados en la calidad de un proceso y el compromiso genuino de todos.

- Responsabilidad ante la sociedad

Toda organización o institución debe comportarse bajo criterios éticos, esforzándose por cumplir con las exigencias impuestas por la sociedad en la que desarrolla su actividad. Un producto o servicio de calidad será reconocido socialmente.

Calidad total significa sistemas, prevención, mejores procesos, rigor y participación, compromiso, comunicación, motivación y capacitación de todos y de cada uno de los integrantes de la organización.²¹

El siguiente esquema resume los aspectos básicos de esta estrategia:



²¹ Danishewsky, R. 1999. Calidad total – Aspectos conceptuales. Apuntes de cátedra: Maestría en Ingeniería en Calidad.

1.2 Principales Herramientas Estadísticas para la Calidad

1.2.1 Herramientas básicas

Todo proceso es un sistema formado por personas, equipos y procedimientos de trabajo que genera una salida (*output*), ya sea un producto o un servicio. El “cliente” quedará satisfecho con el producto si esas características se ajustan a lo que esperaba, es decir, a sus expectativas previas.

Por lo general, existen algunas características que son críticas para establecer la calidad del producto o servicio brindado. Normalmente se realizan mediciones de estas características y se obtienen datos numéricos. Si se mide cualquier característica de calidad, se observará que los valores numéricos presentan una fluctuación o variabilidad entre un lote y otro, entre una muestra y otra, entre un grupo humano y otro. Estas fluctuaciones se muestran o describen mediante tablas, gráficos o parámetros que caracterizan al grupo de observaciones. Las herramientas gráficas, como parte de la Estadística Descriptiva, son un recurso muy útil a la hora de hacer evidente y evaluar el comportamiento de un proceso, por lo que es necesario enumerar las consideradas “siete herramientas estadísticas básicas de la calidad” y explicar con mayor detalle las utilizadas en este trabajo.

En general se declaran como “las siete herramientas estadísticas gráficas para la calidad” a las siguientes:

- a) **Histograma y diagrama de barras:** el histograma es un conjunto de rectángulos, cuyas bases corresponden al tamaño de clase o sea de cada intervalo en los que queda dividido el rango de la variable aleatoria, y cuya área o altura muestra la frecuencia absoluta de cada clase. Se utiliza para variables aleatorias continuas. El diagrama de barras, para variable aleatoria cualitativa o cuantitativa discreta, presenta un conjunto de bastones cuyas alturas representan a las frecuencias absolutas de cada valor individual de la variable. Ambos permiten observar el comportamiento de un proceso en forma general.

- b) **Diagrama de Pareto:** es un diagrama que ordena en forma decreciente a las causas de reclamos o defectos, es decir a las no - conformidades de un proceso.
- c) **Diagrama de Ishikawa o de causa - efecto:** permite establecer las causas y sub-causas que intervienen en u la calidad final de un producto o servicio.
- d) **Cartas de control:** son instrumentos para asegurar la calidad en el tiempo, es decir que, mediante el muestreo continuo se puede evaluar, dentro de parámetros preestablecidos, si un proceso sigue estando bajo control y las fluctuaciones se deben a causas aleatorias o si se ha salido de control y han surgido cusas de no conformidades asignables, las que deben ser atacadas y corregidas.
- e) **Flujograma o diagrama de flujo:** muestra las opciones que se presentan en un proceso y la dependencia entre las etapas del mismo para tomar diferentes caminos y alternativas de decisión en cada caso.
- f) **Diagrama de dispersión:** expresa la relación, si la hay, entre dos variables. Además permite observar la tendencia de la dicha relación, es decir si las variables aleatorias tienen tendencia lineal, polinómica, exponencial, etcétera; para encontrar el modelo matemático que mejor se ajusta al proceso y poder inferir resultado a partir de él.
- g) **Diagrama de Gantt:** establece el orden y el lapso en que deben ejecutarse las tareas o acciones que constituyen un proceso. Permite, además, vigilar el cumplimiento del cronograma de trabajo establecido y el avance del mismo de acuerdo a lo planificado.

1.2.2 Herramientas estadísticas de la calidad usadas en la investigación

a) Diagrama de Pareto

El diagrama recibe el nombre del economista italiano Wilfredo Pareto (1848-1923), quién llevó a cabo estudios sobre la distribución de la riqueza en Europa. Observó que el 20% de la gente controlaba el 80% de la riqueza. Esta desigual distribución de la riqueza se convirtió en teoría económica debido a su concepto universal y aplicable en diversos cambios.²²

Esta técnica o también llamada “*regla 80-20*” indica que el 80% de la actividad es causada por el 20% de los factores, en otras palabras, “*el 20% de las causas producen el 80% de los efectos*”.²³

El diagrama de Pareto presenta en forma gráfica los principales factores que intervienen en una determinada situación, ordenándolos en forma jerárquica decreciente y el porcentaje que corresponde a cada uno de esos factores junto al porcentaje acumulativo.

b) Diagrama de causa y efecto

Su creador fue el doctor Kaoru Ishikawa en 1943, por eso también se lo conoce con el nombre de “diagrama de Ishikawa” o también “diagrama de espina de pescado”, por su forma.

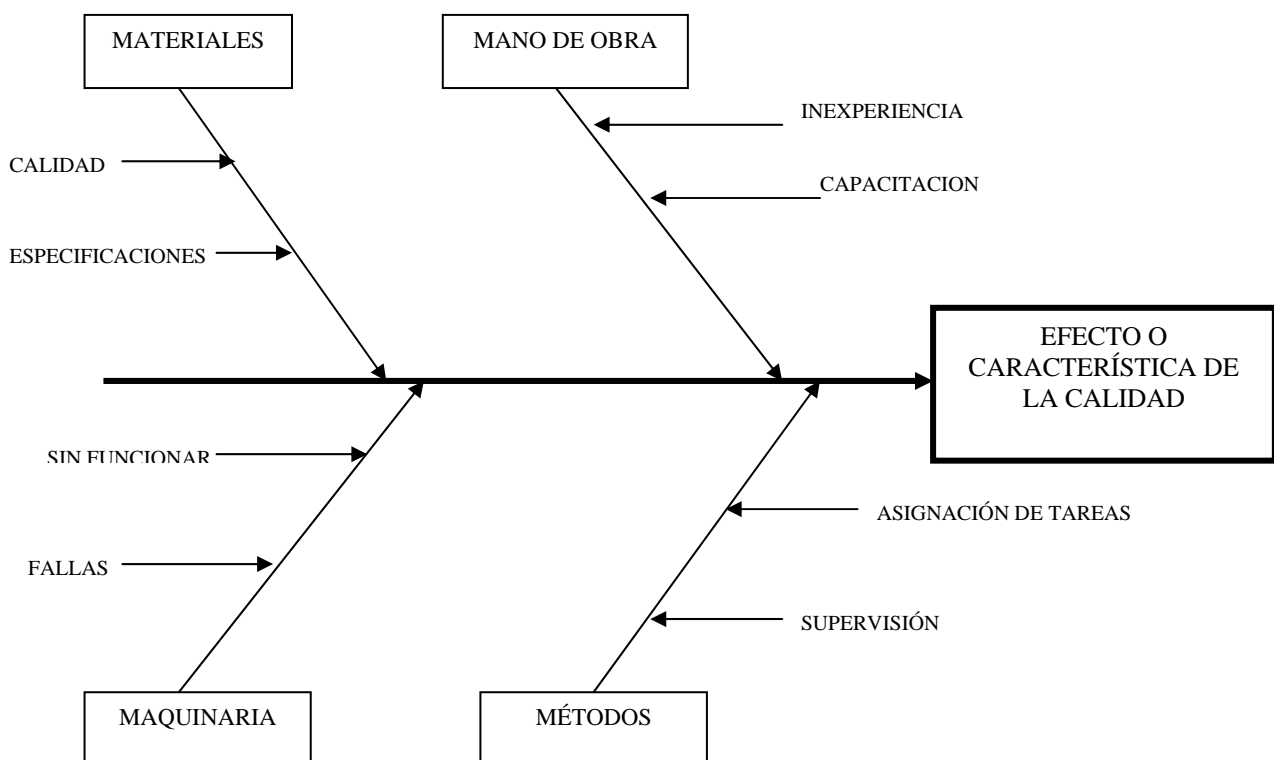
Una característica de calidad depende de una combinación de variables y factores que condicionan un proceso y la variabilidad de las mismas es un efecto observado que tiene múltiples causas. Cuando ocurre algún problema con la calidad de un producto o de un servicio, debemos investigar e identificar las causas asignables, es decir aquellas que no responden al azar, o a causas naturales del proceso, sino a problemas detectables y controlables.

²² Besterfield, Dale. Control de Calidad. México. Prentice Hall. Capítulo 13. 1994. 4ª edición.

²³ Rico, Ruben R. Calidad Estratégica Total: Total Quality Management / Argentina: Macchi. Capítulo 1 .1998

El objetivo de un diagrama causa-efecto es poder expresar en forma gráfica el conjunto de factores causales que intervienen en una determinada característica de calidad. Facilita la selección de causas de mayor influencia y ayuda a adoptar medidas correctivas.

Un diagrama de causa y efecto tiene la siguiente forma²⁴:



El diagrama de causa y efecto tiene muchas aplicaciones al área de investigación, fabricación, mercadotecnia, trabajo de oficina, ámbito educativo, etc. Su principal utilidad tal vez radica en la posibilidad de participación y contribución que brinda a todos los involucrados en el proceso. Un diagrama de Causa-Efecto es de por sí educativo, sirve para que la gente conozca en profundidad el proceso con que trabaja, visualizando con claridad las relaciones entre los Efectos y sus Causas. Sirve también para guiar las discusiones, al exponer

²⁴ Sales, Matías. Biblioteca Virtual. Uch-rrhh. Management. Calidad Total y Reingeniería. Revisado abril de 2004 de <http://www.uch.edu.ar/rrhh/calidad.htm>

con claridad los orígenes de un problema de calidad y permite encontrar más rápidamente las causas asignables cuando el proceso se aparta de su funcionamiento habitual.

El diagrama es adecuado para: establecer las condiciones necesarias para lograr un mejoramiento en la calidad, eliminar las causas de no conformidades, estandarizar las operaciones actuales y en un futuro y educar y capacitar al personal en la toma de decisiones y acciones correctivas.

c) **Diagramas de barras e histogramas**

La aplicación de la Estadística en el control de calidad está relacionada con la recopilación, tabulación, interpretación y presentación de los datos cuantitativos o cualitativos.

Las variables cuantitativas se clasifican en *continuas*, aquellas en las cuales, entre dos valores cualesquiera de la misma, existen o pueden existir infinitos valores de dicha variable, es decir que su recorrido está definido en el conjunto de los números reales (mediciones realizadas en metros, litros, segundos, etc.) y en *discretas*, aquellas en las que entre dos de sus valores consecutivos no puede existir ninguno intermedio (por ejemplo cantidad de tornillos, personas, etc.). Es decir, los datos continuos se obtienen de mediciones, mientras que los discretos surgen de un conteo.

Un **histograma** es una representación gráfica que muestra el número de veces, *frecuencia absoluta*, que se repiten cada uno de los resultados. Permite ver alrededor de que valor se agrupan los datos (tendencia central) y cual es la dispersión alrededor del mismo.

En el caso de una variable aleatoria discreta se utiliza el **diagrama de barras** o de bastones, en el cual las barras tienen una altura igual a la frecuencia absoluta de cada resultado producido en el evento, pero, en esta situación gráfica no es importante el ancho del bastón. Esto último se debe a que la variable aleatoria no está dada como valor contenido en un intervalo, sino como valor puntual.

1.3 Calidad educativa

Definir, conceptualizar e interpretar el término **calidad** para el **sector educativo**, es una tarea compleja, ya que como se ha examinado antes, la calidad no posee una definición unívoca y para cada sector de actividad e interés, la calidad puede ser vista desde diferentes perspectivas. En el área de la educación, donde no existe una secuencia tan clara y definida como en un proceso productivo de bienes, la definición, planificación, implementación y evaluación de un sistema de calidad es aún una tarea más *sui generis*.

Dentro de la calidad educativa, vista desde un punto general y abarcativo de todos los niveles, acotamos el concepto a la calidad en la educación universitaria, limitándola a un nivel superior de instrucción y que tiene sus propias características relevantes, sin menospreciar sus relaciones con los niveles que le anteceden en la formación del estudiante.

Entender el **concepto de calidad en la educación universitaria** requiere diferenciar los aspectos y ejes de mayor peso a partir de los cuales se puede reconocer y medir la calidad del sistema universitario.

En la educación universitaria es necesario identificar los criterios de calidad, tanto para las *inputs*, o sea los ingresantes que son la “materia prima” que se incorpora al sistema, así como también los criterios de eficacia interna, tanto institucionales como académicos, y los criterios de calidad fijados por la sociedad en la cual está inmersa la institución educativa ya que el producto final o sea los *outputs* del sistema se insertarán laboral y socialmente en ella²⁵.

²⁵ Es difundida la concepción de que cada universidad debe adecuar su funcionamiento académico al entorno que la rodea, pues es la comunidad, a largo plazo, la que podrá determinar si el egresado es o no un “producto de calidad”.

Es así que se propugna que la calidad en la enseñanza universitaria debe ser una preocupación de todos, no sólo de los participantes del sistema, profesores, alumnos, investigadores y directivos en sus diferentes niveles jerárquicos. Se la concibe como un compromiso que deben asumir los gobiernos, los empresarios, los futuros empleadores.

Toda universidad es considerada, retomando una antigua denominación, una “casa de altos estudios”, de producción de conocimiento y tecnología y por tanto, se espera que de ella egresen profesionales de elevado nivel de competencias que favorezcan el desarrollo económico de su región y de su país.

1.3.1 Dimensiones de la calidad en educación universitaria

Al hacer referencia a la calidad en la educación universitaria surge la necesidad de identificar diferentes dimensiones desde las cuales se puede presentar el tema en el sistema educativo. Elaborar un sistema de calidad para el ámbito académico puede significar un cambio de paradigma y un desafío para cualquier institución. El trabajo a realizar debería echar luz sobre las condiciones de aplicación de los siguientes conceptos y criterios:

a) **Calidad como excelencia**

En primer lugar, la calidad como **excelencia**, implica el alcance de ciertos estándares en base a indicadores determinados. Estos indicadores involucran a los insumos, a los procesos y a los resultados. Desde el punto de vista académico una Universidad que cumple con dichos estándares reúne un excelente cuerpo docente, un excelente grupo de alumnos, un excelente diseño curricular, un excelente sistema de evaluación y un excelente uso de recursos físicos y tecnológicos. El aula, como centro de excelencia, es un lugar en donde se trabaja en pro de la calidad desde todo punto de vista.

Frecuentemente la calidad es juzgada por el prestigio de la institución y el nivel de sus recursos. Pero sucede que estos elementos no son mutuamente excluyentes sino que, por el contrario, uno sustenta al otro. En la mayoría de los casos, un alto grado de recursos respalda el buen prestigio de la institución, y a la vez esto genera el ingreso de nuevos recursos. Por consiguiente, la excelencia abarca tanto a los *inputs* como a los *outputs* del sistema. Astin (1990). Lo expuesto se traduce en un marcado desarrollo de las instituciones que acreditan excelencia en sus actividades. Generalmente una Universidad con elevado prestigio recibe mayor cantidad de recursos, ya sea en partidas presupuestarias, en bienes materiales o en cursos de grado y de postgrado.

b) **Calidad como eficiencia**

La segunda acepción de calidad la considera en términos de seguridad y permanencia, basándose esta idea en el concepto de **cero defectos y hacer las cosas bien desde la primera vez**.

En este caso el enfoque de la calidad se ajusta más a la prevención, ya que se focalizan todos los esfuerzos en hacer las cosas adecuadas en cada fase del proceso. En él todos y cada una de las personas involucradas son responsables por la calidad final del producto o servicio. Cada eslabón en la cadena de producción de un bien o servicio es responsable por la calidad final. En esta orientación puede hablarse de una democratización de la calidad para conseguir la filosofía de calidad sustentada en el enfoque “cero defecto”. (Crosby, 1986)

Las instituciones de educación superior deben ser eficaces; entendiéndose como eficiencia la obtención de los resultados deseados con el mínimo consumo de insumos. (Chase y Aquilano, 1995).

c) **Calidad como efectividad**

También la calidad puede definirse como **logro de un propósito**, es decir que podemos dar un concepto más funcional. Esto significa que un producto es de calidad si cumple con la función para la cual fue diseñado, creado o pensado; es decir que cumple con las expectativas del cliente. (Sánchez, 2000)

En el contexto de la educación superior, esta acepción de la calidad genera varias cuestiones, entre las que destacamos:

- multiplicidad y ambigüedad de expectativas de clientes múltiples (Sociedad en general y comunidad en particular);
- cambios y transformaciones socio-económicas que “anacronizan” perfiles formativos específicos;

- la correspondencia de los perfiles de competencia y saberes de los graduados con los objetivos formativos y contenidos de las asignaturas de los planes y programas de estudios;
- la congruencia de las metodologías didácticas implementadas por los docentes con la naturaleza del contenido y con el nivel de aprendizaje de los discentes.

d) **Calidad como rendimiento**

La calidad puede, por otro lado medirse en **términos económicos**, como relación costo-valor. En muchas ocasiones las partidas destinadas a las Universidades se distribuyen de acuerdo a su rendimiento, a auditorías que traducen en indicadores cuantificables la calidad de una institución definida como relación proporcional inversa entre costo y valor.

Podemos hablar así de “valor agregado”. Cada etapa del proceso educativo debe agregar “valor” en los estudiantes, a sus conocimientos, habilidades y a sus actitudes personales, tanto como miembro de la comunidad educativa; así como también como parte fundamental de la sociedad futura. (Astin, 1985)

e) **Calidad como tarea permanente de renovación**

La calidad puede también ser entendida como un **proceso continuo de transformación** que proporciona a los estudiantes herramientas para desempeñarse en su futura vida profesional y amplía sus posibilidades en la actual sociedad del conocimiento. (Sánchez, 2000)

En conclusión, según lo expuesto, en el ámbito académico pueden **coexistir los diferentes enfoques** según desde dónde analizamos el problema. Los profesores, padres y alumnos pueden entender a la calidad como sinónimo de **excelencia formativa-competitiva**; los entes gubernamentales, como relación **inversión-beneficios**; las empresas que se nutren de los graduados la pueden juzgar como la obtención de un **producto conforme a sus**

necesidades y que la sociedad del conocimiento desee a la calidad como una **mejora continua, hacia la calidad total**.

Una meta fundamental es la correcta interpretación de las necesidades y expectativas expresadas por los “clientes” y la planificación cuidadosa de los medios que permitan satisfacerlas.

La educación de calidad es la que produce efectos que generan progreso y modernización. Elevar la calidad es entonces encontrar los medios necesarios para el logro de los fines. Midiendo si los resultados se adecuan a los medios pertinentes (Navarro, 1997).

Según Arrien (1998), la Calidad se relaciona tanto con los procesos, como con los resultados del desarrollo educativo del alumno, el que se manifiesta en los aprendizajes relevantes del discente como sujeto, haciendo que este crezca y se desarrolle personal y socialmente mediante actitudes, destrezas, valores y conocimientos, que lo convierten en un ciudadano útil y solidario. Lo anterior evidencia la trascendencia del desarrollo de "competencias" en la formación del profesional, por lo que un proceso instruccional es de calidad si alcanza esta meta. Sin embargo, para que el proceso de enseñanza y aprendizaje sea considerado de calidad debe, además, satisfacer las demandas sociales, lo que significa que el egresado universitario no sólo necesita un bagaje importante de conocimientos, sino que necesita poder transferirlo al complejo entorno cultural, productivo y social que caracteriza a la sociedad actual.

También se requiere una minuciosa planificación de los procesos que intervienen en la educación, es decir diseñar y planificar el cumplimiento en tiempo y forma de todas las fases que definen la organización de estrategias, de líneas de acción y no descuidar la provisión adecuada de recursos humanos y materiales. Es imprescindible además, precisar los indicadores de medición adecuados para monitorear el diseño, la planificación y la ejecución de los procesos, y su impacto en las áreas interesadas.

Según la visión de Peter Drucker (1994), el cambio más destacado de la sociedad actual se ha producido en el ámbito del conocimiento, ya que éste parece incrementarse en forma

ilimitada, generando un verdadero desafío para las altas casas de estudio. En el futuro se requerirá de personas con capacidades adecuadas para enfrentar y resolver situaciones nuevas en un contexto cambiante en forma continua. Todo lo relacionado con el conocimiento y su enseñanza afectan de manera directa a la Universidades y sus funciones académicas de docencia e investigación.

Las continuas transformaciones obligan a la universidad a hacer grandes esfuerzos por mantener su vigencia (Ayarza, 1998).

El logro de la excelencia académica es uno de los propósitos finales y más inclusivos en pro del bienestar y éxito de los estudiantes, docentes, comunidad y estado.

1.3.2 Los componentes de la calidad

Algunos autores (Chafee, Sherr, 1992; Sallis, 1993) identifican tres componentes de la calidad en educación: de **diseño**, de **proceso** y de **resultados**.²⁶

La calidad de diseño incluye al diseño de los procesos para obtener determinados resultados y al diseño de la evaluación de los mismos mediante instrumentos fiables. Esto significa planificar cada etapa del proceso instructivo en pro de lo que se desea lograr con las acciones educativas. Una vez fijadas las competencias que se espera que obtengan los alumnos al finalizar sus estudios, se establecen objetivos que se orienten a la consecución de las mismas y luego se crean herramientas de verificación de dichos logros. (Casassus, 1997)

En general la cuestión es reconocer la calidad de lo que se logra como resultado de la actividad educativa, es decir qué **competencias, habilidades y conocimientos académicos** se espera que los estudiantes obtengan al finalizar un episodio educativo, sea una clase, una unidad, un capítulo o una asignatura completa. Entran en juego numerosas cuestiones como

²⁶ Casassus, J. V. Arancibia. 1997. Claves para educación de Calidad. Colección Triángulos Pedagógicos. Buenos Aires. Kapeluz

por ejemplo la calidad de los programas, de las metodologías, de los espacios, de los docentes, de los alumnos y su articulación.

Si bien no es factible predecir cómo evolucionará la sociedad, cuáles serán sus cambios y los nuevos paradigmas futuros, es evidente que el **saber** y el **conocimiento** son el eje central de nuestra nueva forma social, y que día a día la “**sociedad del conocimiento**” representa un fuerte desafío para aquellas personas deseosas de prosperar y capacitarse para su rol profesional. Por lo tanto, es importante remarcar la importancia estratégica que el capital humano, y por ende las universidades que respaldan su formación, adquieren en el crecimiento y desarrollo de los países. El medio de desarrollo laboral y profesional se vuelve cada vez más complejo y competitivo, con demandas crecientes de eficiencia y transparencia de resultados, lo que conduce a las instituciones universitarias a replantear su funcionamiento y establecer modelos de calidad acordes a sus propósitos y características específicas.

Dentro de muchos motivos que impulsan a las universidades a la mejora continua, en todos los aspectos y, por supuesto en el área académica podemos citar:

- **La globalización:** A mediados de los ochenta la economía global comenzó a ganar espacio en nuestra sociedad y la competencia se extendió a niveles mundiales. Dicha expansión se vio favorecida por el desarrollo ilimitado de las comunicaciones y el crecimiento de los sistemas computacionales. Hoy, ninguna persona física o ideal puede permanecer ajena a los cambios de la humanidad, debemos estar capacitados para dar rápida respuesta a las exigencias cotidianas en el ámbito del conocimiento, del trabajo, del perfeccionamiento y la formación continua.
- **La nueva forma de adquisición del conocimiento:** en la actualidad ninguna persona puede permanecer ajena a la información, al conocimiento, a la adquisición de saberes, salvo que se autolimita y no posee deseos de progresar. Los recursos multimediales ponen a disposición de todos, numerosa documentación en múltiples campos del conocimiento y las nuevas tecnologías hacen el acceso mucho más

fácil. La sociedad postindustrial ha reemplazado la materia prima por el conocimiento y la inteligencia, dando lugar a la denominada “sociedad del conocimiento” Alvin Toffler (1994). Ésto trae aparejado una constante necesidad de capacitación, perfeccionamiento y estudio. En el ámbito universitario es donde se desarrollan, casi con exclusividad estas actividades, por lo que los estudiantes del nivel superior necesitan contenidos previos suficientes para estructurar nuevos conocimientos y habilidades procedimentales que le permitan buscar la información, obtenerla, identificar lo significativo y realizar la elaboración pertinente para hacer de esos nuevos conocimientos algo propio. (López Rupérez, 1998)

- **Las demandas laborales actuales:** el mundo laboral plantea hoy nuevos perfiles para los egresados de un centro de altos estudios. La innovación, la investigación y la ampliación permanente de las áreas del saber hacen que el alumno universitario deba ser no sólo un profesional formado en un campo específico, sino que adquiera habilidades para construir su propio conocimiento, ya que desde el día que finalice sus estudios tendrá que transitar una ruta donde el conocimiento nuevo pasará a su lado instante a instante y deberá ser capaz de detectarlo, adquirirlo, comprenderlo en profundidad y aplicarlo para la resolución de problemáticas de su vida laboral.
- **La calificación por competencias:** hoy en día ya no se logra un ascenso o una promoción sólo por ser el más antiguo en el área y no se llega a ser el presidente de una compañía sólo por tener una ubicación para ello en el escalafón. Las personas jóvenes, con gran capacidad y actitud de líderes son los que manejan los destinos de muchas instituciones. El progreso y el desarrollo profesional se logra por competencias adquiridas, por habilidades logradas y no sólo por dejar pasar los años. Cada vez más se impone la adjudicación de cargos mediante un perfil pre-elaborado, en el cuál se establecen requisitos para los aspirantes sin los cuáles no hay posibilidad de ingresar al sistema y mucho menos de ascender en él.

El empeño en la mejora continua debe basarse en la búsqueda de una educación integral como proceso sistémico que asegure la adquisición de conocimientos significativos, y el desarrollo de capacidades que permitan al estudiante universitario sentirse inmerso en una realidad social de la que es parte activa y, frente a la cual se desempeña no sólo como experto del conocimiento en un ámbito específico, sino como un ciudadano competente.

En resumen, como afirma Tünnermann (1996):

*"La instalación en el futuro y la incorporación de la visión prospectiva, harán que la educación superior contribuya a la elaboración de los proyectos futuros de la sociedad, inspirados en la solidaridad, en la equidad y en el respeto del ambiente. Philip Coombs llega a sostener que las universidades no tienen otra opción real sino atender estas **nuevas necesidades** porque, si "dejan de hacerlo, se hallarán otras maneras de atender estas demandas y las universidades que funcionen mal y no respondan a estas presiones terminarán, como los dinosaurios, siendo piezas de museo". No olvidemos que hoy en día las universidades no tienen el monopolio de la enseñanza superior ni de la investigación".²⁷*

Las necesidades educativas de los estudiantes de hoy pueden agruparse en tres grandes campos:

- **La adquisición de competencias básicas** de apropiación de conocimientos elementales y comunes, imprescindibles para toda la población.
- El **dominio de conocimientos y capacidades intermedias**, ya que los nuevos perfiles profesionales vinculados a nuevas tecnologías demandan una formación amplia con aprendizajes básicos comunes a diversos campos, que se anticipen a la eventualidad de la diversificación y a la necesidad de futuras adaptaciones.
- El **logro de alta capacitación y competencias diferenciales** para distintos grupos. La educación superior debe asegurar una formación de calidad compatible con las

²⁷ Cita tomada de: Sánchez, P. D. Linares e Y. Peña. 2000. *El proceso de producción reflejado en: la educación la calidad y la globalización* – Universidad Santa María. Caracas Revisado septiembre de 2003 de: <http://server2.southlink.com.ar/vap/EDUCACION,%20CALIDAD%20Y%20GLOBALIZACION.htm>

exigencias del desarrollo científico, técnico y profesional así como también con la economía y la política para que se asegure la inserción exitosa en el ámbito internacional.²⁸

Los estudiantes universitarios actuales son los profesionales que en un futuro no muy lejano tendrán que adecuarse a un contexto siempre cambiante. Lo que aprenden ahora será obsoleto mañana, ya que el mundo científico y tecnológico avanza a un ritmo vertiginoso, dejando atrás a todos aquellos que no poseen competencias para transferir conocimientos a nuevas áreas del saber. La capacidad de adaptación, el pensamiento estratégico, el conocimiento de orden superior, el sentido de liderazgo, el trabajo en equipos, la pertenencia, el compromiso, la buena disposición, etc., son, entre otros, factores decisivos para la supervivencia en el mundo laboral.

Un joven no puede egresar del ámbito universitario sin un desarrollo sólido de estas condiciones.

1.3.3 La pedagogía de las escuelas eficaces

El **movimiento de las escuelas eficaces** posee dos décadas de antigüedad y, aún genera todo tipo de controversias. El concepto de **escuela eficaz** se relaciona con una noción de calidad pura en lo que respecta al logro de sus objetivos. La idea de eficacia nos remite tanto a la formulación de objetivos como a la evaluación de su grado de consecución.

El patrón característico de las escuelas eficaces se resume en los siguientes puntos:

1. Un conjunto de objetivos básicos, bien definidos, alcanzables y compartidos por todos.

²⁸ Filmus, D. (Ed). 1995. *Los condicionantes de la calidad educativa*. Buenos Aires: Ediciones Novedades Educativas. Trabajo Nº 2 – Vollmer, M. *Nuevas Demandas a la educación y a la Institución Escolar y la profesionalización de los docentes*.

2. Un conjunto de normas y valores institucionales respetados por los miembros de la organización y dirigidos hacia el logro de los fines y objetivos.
3. Un liderazgo efectivo por parte de la dirección, para generar un clima cooperativo y orientar los esfuerzos, mediante una visión compartida, hacia la mejora continua.
4. Una elevada participación del profesorado en las decisiones de índole didáctica. Los profesores son considerados por las escuelas como expertos.
5. Un programa efectivo de formación y de desarrollo del personal orientado no sólo a mejorar las competencias profesionales, sino también para estimular expectativas, actitudes y conductas positivas para el progreso de la institución.
6. Una destacada estabilidad del profesorado comprometido con la escuela.
7. Un clima de reconocimiento, de motivación y de refuerzo tanto de la dirección hacia los profesores como de éstos hacia los alumnos mediante la valoración de logros.
8. Un clima escolar ordenado, que permite que profesores y alumnos se concentren sin distracciones en sus tareas. La disciplina se aplica con firmeza y justicia en un ambiente de confianza y de seguridad entre otras personas.
9. Una explotación máxima del tiempo real de aprendizaje, lo que supone una implicación activa y responsable de los alumnos en las tareas, una vinculación efectiva de éstas con los objetivos y una elevada tasa de éxitos.
10. Un grado de dificultad de las actividades acorde al nivel de los alumnos.
11. Un alto nivel de apoyo y participación de los padres.
12. Un indiscutible apoyo de las autoridades escolares facilitando el soporte financiero necesario.

En resumen, *liderazgo, personas, cultura y dominio de la actividad* constituyen los pilares fundamentales que explican la excelencia tanto de la empresa como de la escuela.²⁹

1.3.4 Los principios y estándares de calidad en educación

Para precisar el concepto de estándar y sobre todo la noción de estándar en el campo de la educación se puede citar a Diane Ravitch, historiadora de la educación estadounidense (1995), quién en su libro “*National Standards in American Education*” lo define como:

*“Un estándar es tanto una meta (lo que debiera hacerse) como una medida de progreso hacia esa meta (qué tan bien fue hecho). Todo estándar significativo ofrece una perspectiva de educación realista; si no hubiera modo de saber si alguien en realidad está cumpliendo con el estándar, no tendría valor o sentido. Por tanto cada estándar real está sujeto a observación, evaluación y medición.”*³⁰

¿Qué deben saber los estudiantes y cómo comprueba la sociedad que realmente han aprendido? Son dos preguntas planteadas por Ravitch que sirven para fundamentar la necesidad del planteo de estándares y según la autora, un sistema de estándares sirve para:

- Elevar el rendimiento académico de todos o casi todos los educandos.
- Indicar a los estudiantes y profesores el tipo de logro que es posible obtener con esfuerzo.
- Enfatizar el valor de la educación en el futuro éxito en la universidad.
- Estimular el mejoramiento de la instrucción y la cooperación entre profesores.
- Motivar a los estudiantes para que tengan aspiraciones más altas en su trabajo escolar.

²⁹ López Rupérez, F. 1998. *La gestión de la calidad en educación*. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Madrid. La Muralla S.A.

³⁰ Ravitch, D. – 1995 – *National Standards in American Education. A Citizen’s Guide* – Brookings Institution.

Los **estándares**, por lo tanto, tienen la **misión de señalar** a los profesores qué es lo que se tiene que enseñar y qué tienen que aprender los alumnos. Ahora bien, los estándares tienden a ser más breves que los currículos pues implican procesos de selección de los contenidos más importantes y relevantes que deberían lograrse. Asimismo, los estándares no nos indican el cómo alcanzarlos y solo se limitan a indicar qué contenidos o destrezas se deben alcanzar. Por tanto, siempre y cuando existan estándares claros las instituciones escolares y los propios profesores tendrían la posibilidad de ensayar innovaciones y propuestas metodológicas fruto de sus experiencias profesionales.

Por otro lado, también se argumenta que los estándares ayudarían a fijar en los profesores, padres de familia, alumnos y políticos un conjunto de competencias trascendentales que tendrían que ser aprendidas necesariamente en las escuelas. En este caso, el cumplimiento o no de estas competencias sería uno de las vías para juzgar calidad en los servicios educativos que se ofrecen en cada una de las instituciones del país.

Diane Ravitch explica a los estándares a partir de su uso y considera tres tipos distintos:

- **Estándares de contenido** (o estándares curriculares). Estos estándares describen lo que los profesores deben enseñar y lo que se espera que los estudiantes aprendan. Ellos aportan detalles claros y específicos acerca de las destrezas y conocimientos que deben enseñarse a los estudiantes. Los estudiantes y cualquier persona involucrada en el proceso educativo de una institución debe tener conocimiento de cuáles son los estándares de contenido, de tal modo que las expectativas de la universidad sean bien comprendidas. Un estándar de contenido tiene que ser medible para que los estudiantes puedan demostrar el dominio alcanzado tanto en conocimientos, como en capacidades, habilidades o destrezas.
- **Estándares de desempeño escolar**. Los estándares de desempeño escolar definen rangos o categorías de dominio o niveles de logro. Ellos responden a la pregunta “¿Cuán bueno es lo suficientemente bueno?”. Los estándares de desempeño describen qué clase de competencia representa un logro inadecuado, aceptable, o sobresaliente, es decir el nivel que se debe alcanzar en el aprendizaje de un

contenido (excelente, adecuado, etc.) y deben además indicar la naturaleza de las pruebas que un alumno debe realizar para poner en evidencia esos logros (tales como ensayos, pruebas matemáticas, experimentos científicos, proyectos, exámenes, o una combinación de éstos), como la calidad del desempeño del estudiante.

- **Los Estándares de oportunidad para aprender, o transferencia escolar.** Éstos definen la disponibilidad de insumos, es decir de programas, de personal, y otros recursos que las instituciones educativas proporcionan a los estudiantes para que puedan satisfacer los estándares de contenido y de desempeño. Resulta evidente que sin el logro de estos estándares existen pocas probabilidades de que los estudiantes logren estándares altos de contenido y de desempeño, a menos que sus colegios cuenten con recursos adecuados.

Por supuesto, estas tres categorías de estándares están relacionados y existen en completa armonía, ya que no se puede esperar el éxito en los estándares de contenido sin lograr estándares de desempeño o contar con los recursos humano y materiales necesarios para tal fin.

Según la propuesta de Ravitch, las funciones primordiales de los estándares son:

- Contar con un parámetro que permita valorar la calidad de los aprendizajes que se obtienen en un sistema educativo.
- Establecer en forma clara y precisa una metodología de rendición de cuentas para la institución educativa, para los alumnos, para los docentes y para la comunidad en general.
- Identificar la clase de desempeño que se pretende lograr en las materias más importantes de un curriculum educativo.

Los estándares educativos evitan la disparidad de resultados entre una escuela y otra, entre un docente y otro, pues dan una base uniforme a los logros y metas deseables en cada episodio educativo y impiden que se produzca una brecha por falta de capacitación en los

docentes o por desconocimiento de las direcciones que deben seguir los aprendizajes, las evaluaciones y la planificación de cada materia, unidad o clase. Proporcionan un plano de comparación para jerarquizar la enseñanza y nivelar apuntando a la calidad como excelencia, lo que trae aparejado la calidad en todos sus otros aspectos.

Según el trabajo realizado por el *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM), una organización profesional internacional cuyo objetivo es el logro de la excelencia académica en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en los Estados Unidos, los tres propósitos fundamentales de los estándares son: asegurar la calidad, programar metas y promover cambios.

Este documento presenta una visión de la enseñanza de la matemática en la escuela, proponiendo un ámbito educativo donde todos los alumnos tengan acceso a la excelencia y se comprometan con el aprendizaje de la matemática y los docentes, con un alto grado de capacitación, adquieran los conocimientos y destrezas suficientes para su trabajo y posean un continuo crecimiento como profesionales. El curriculum debe estar estructurado en forma sistémica y ofrecer a los alumnos la oportunidad de comprender significativamente los conceptos matemáticos y los procedimientos. Define además a la tecnología como un componente esencial del ámbito educativo.

Esta visión se orienta al logro de estudiantes realmente involucrados en actividades complejas de la matemática, cuidadosamente planificadas por sus docentes, usando distintos tipos de conocimientos elegidos de una amplia gama de tópicos matemáticos, abordando un problema desde diferentes perspectivas o elaborando diferentes representaciones hasta encontrar métodos que le permitan hacer progresos en el área. Los profesores ayudarán a los alumnos a realizar hipótesis basadas en evidencias y a usar una variedad de razonamientos y técnicas para aprobar o rechazar dichas hipótesis. Los alumnos serán hábiles razonadores y expertos en la resolución de problemas y técnicas de investigación. Así, solos o en grupos, con la utilización de herramientas tecnológicas, trabajarán reflexivamente con la guía de sus docentes. Los alumnos comunicarán sus ideas en forma eficiente, tanto en su comunicación

escrita como oral. El éxito radica en que los estudiantes valoren a la matemática y se comprometan activamente en aprenderla.³¹

Según el NCTM el nuevo paradigma de educación matemática es sumamente ambicioso y alcanzarlo requiere un curriculum sistémico, docentes competentes, con sólidos conocimientos matemáticos y que sean capaces de integrar la instrucción con la evaluación, políticas educativas que apoyen al sistema educativo, aulas con fácil acceso a tecnologías multimediales y un compromiso asumido hacia la equidad y excelencia.

Desde la realización del documento “*Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*” (1989), seguido de los documentos “*Professional Teaching Standards for School Mathematics*” (1991) y “*Assessment Standards for School Mathematics*” (1995), el NCTM ha considerado que los estándares juegan un papel muy importante en la optimización de la educación.

Esta organización, como representante de los docentes de matemática, lucha para que todos los estudiantes reciban una educación matemática de alta calidad. Todas las partes interesadas deben, según sus sugerencias, trabajar juntos para crear aulas de matemática donde los estudiantes con diferentes bases y habilidades trabajen con profesores expertos, adquiriendo conocimientos con comprensión, en ambientes donde todos trabajen con equidad y con tecnologías acordes al siglo XXI.³²

Los estándares son descripciones de lo que la educación matemática debe permitirle a los alumnos saber y hacer, los objetivos de cada una de las áreas tales como operaciones, geometría, álgebra, medidas, análisis de datos y probabilidades. También existen estándares que dirigen el proceso para la resolución de problemas, para el razonamiento y la prueba de hipótesis, para la comunicación y la elaboración de representaciones.

³¹ *National Council of Teachers of Mathematics. a - Principles and Standards for School Mathematics* – Revisado en marzo de 2004 de <http://standards.nctm.org/>

³² *National Council of Teachers of Mathematics. b - Principles and Standards for School Mathematics* – Revisado en marzo de 2004 de <http://standards.nctm.org/>

Los estándares propuestos por el NCTM en su documento están orientados hacia los temas:

- **Equidad:** La excelencia en educación matemática requiere la equidad, o sea altas expectativas y sustentos robustos para todos los estudiantes. La equidad no significa igualdad, no implica la misma matemática para todos y en los mismos tiempos, es enseñar conociendo los conocimientos previos y las destrezas de cada alumno y brindarle la posibilidad a todos de comprender y transformar el aprendizaje en significativo apropiándose del mismo para usarlo en cualquier situación problemática.
- **Curriculum:** Un curriculum es más que una colección de actividades, debe ser una planificación sistémica, integradora, coherente, focalizada en temas de trascendencia y bien articulada a través de los distintos niveles de la enseñanza y la complejidad de los temas.
- **Enseñanza:** La enseñanza de matemática eficaz requiere comprender qué necesitan saber y hacer los aprendices de la disciplina y tener en cuenta cuáles son sus conocimientos previos para que el aprendizaje sea significativo.
- **Aprendizaje:** Los alumnos debe aprender matemática con una fuerte comprensión de los temas, construyendo activamente el conocimiento nuevo desde sus experiencias y contenidos previos.
- **Evaluación:** La evaluación debe servir como instrumento para favorecer el aprendizaje y proveer información útil tanto para el docente como para el alumno en lo que respecta a la marcha y los avances del proceso educativo.
- **Tecnología:** Los recursos tecnológicos son esenciales para la enseñanza y el aprendizaje matemático, ya que su influencia es muy poderosa en las metodologías de instrucción.

Como se observa, los estándares describen tareas cruciales, íntimamente ligadas con el éxito de la educación matemática, influenciado el desarrollo y la estructura del curriculum, la selección de los recursos materiales, la planificación de las clases, de las unidades y de los programas, el diseño de las metodologías de evaluación, las estrategias de enseñanza, y el establecimiento de programas de capacitación y desarrollo profesional para los docentes.³³

1.3.5 Los indicadores de calidad

Dentro de la evaluación continua, global, formativa e integradora de todo proceso educativo deben incluirse **estándares** e **indicadores de calidad** que permitan valorizar las capacidades y habilidades necesarias para el desarrollo de los alumnos y el correcto funcionamiento del sistema.

Pueden desarrollarse **indicadores de insumos** para evaluar los recursos humanos usados, en su naturaleza, cantidad y disponibilidad; **indicadores de proceso** que analizan los medios a través de los cuales los insumos se transforman en *outputs* y describen la labor de la organización, así como la relación esfuerzo – beneficio y la productividad de los recursos invertidos; **indicadores de output** que evidencian los efectos directos y a corto plazo del proceso, así como también el nivel de aprendizaje e **indicadores de resultado** que indican la interacción entre los *outputs* y la sociedad, es decir los efectos de la educación a largo plazo, en los puestos de trabajo y la satisfacción laboral. También podemos elaborar **indicadores de equidad**, de **enseñanza**, de **aprendizaje**, de **curriculum**, de **evaluación** y de **recursos tecnológicos**, entre otros.

Los indicadores son valores numéricos que traducen a un lenguaje medible características o estándares que son difíciles de cuantificar. El uso de estándares e indicadores de calidad tiene como ventaja principal el proporcionar una base normalizada de comparación, una visión simplificada de la situación de un sistema o de una organización,

³³ *National Council of Teachers of Mathematics – c - Principles and Standards for School Mathematics* – Revisado en marzo de 2004 de <http://standards.nctm.org/>

facilitando su análisis y el control, para asegurar y preservar los niveles de calidad y la mejora continua.

La **comisión europea** seleccionó un total de 16 indicadores que deben definir la calidad de los sistemas educativos europeos, con el fin de convertir la economía europea en la más competitiva del mundo, capaz de crecer de modo sostenible, con empleos de mayor calidad y con una mayor cohesión social.

Estos indicadores pertenecen a cuatro áreas:

- Logro o consecución
- Éxito y transición
- Monitorización de la educación
- Recursos y estructuras

Los mismos identifican 5 retos para el futuro de la educación europea:

1. El reto del conocimiento
2. El reto de la descentralización
3. El reto de los recursos
4. El reto de la inclusión social
5. El reto de los datos y la comparabilidad.³⁴

Los **indicadores de logro en matemática**, específicamente, se basan en que el aprendizaje significativo de conocimientos básicos en esta disciplina es un requisito indispensable para la participación social, la competitividad y la sociedad del conocimiento. Los indicadores europeos toman como referencia los resultados del estudio TIMSS (*Third International Mathematics and Science Study*) acerca del aprendizaje de la matemática y las ciencias. También considera dicho estudio que las habilidades lectoras son esenciales en el

³⁴ Sierra Orrantía, -a - J. ISEI-IVEI Hezkuntza, Unibertsitate eta Ikerketa Saila . Revisado, agosto de 2003 de <http://www.sc.ehu.es/hdwcite/castellano/Objetivo%20una%20educaci%F3n%20de%20calidad.pdf>

aprendizaje escolar, ya que la comprensión de textos y consignas es un requerimiento básico para el éxito escolar en cualquier materia y en cualquier nivel de enseñanza.

En el mundo actual, tan tecnificado, la Matemática y las Ciencias forman gran parte de los currículos en todos los niveles educativos. Por ello prevalece una preocupación cada vez mayor por evaluar la enseñanza y el aprendizaje de estas materias en el ámbito internacional. Así han surgido diversas organizaciones que desarrollan y promueven iniciativas de evaluación, como por ejemplo la IEA (*The International Association for the Evaluation of Educational Achievement*).

Esta asociación internacional es una agrupación independiente del gobierno y de toda agencia o instituto de investigación, con sede en Ámsterdam. Su misión es conducir estudios comparativos a gran escala de los sistemas educacionales para lograr una comprensión más profunda de los efectos de las políticas y prácticas sobre ellos.

Esta entidad implementó una evaluación conjunta en Matemáticas y Ciencias denominada *Third International Mathematics and Science Study* (TIMSS) o Tercer Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias, citada anteriormente. El diseño del estudio, la construcción de los instrumentos y su aplicación tuvieron lugar entre 1991 y 1995. Participaron más de quinientos mil alumnos de 15.000 centros docentes de 45 países del mundo, entre ellos Argentina, y se efectuó con estudiantes de tercer y cuarto grado (9 años), de séptimo y octavo grado (13 años) y del duodécimo grado (último año de secundaria). Sus objetivos eran conocer el nivel de rendimiento de los estudiantes, comparar los resultados entre los países intervinientes y analizar su relación con las diferencias en los sistemas educativos de cada uno de ellos.

Los logros alcanzados por los estudiantes en matemática y ciencia se evaluaron mediante exámenes de selección múltiple y también con pruebas de formato libre, lo que fue una medida acertada, pues así se contrapesan las bondades e inconvenientes de ambos procedimientos.

Mediante pruebas, cuestionarios y entrevistas, se trató de valorar no solamente el nivel de conocimientos en matemática y ciencia, sino también las habilidades desarrolladas y las perspectivas.

Además de rendir la prueba de conocimientos, los alumnos respondieron a un cuestionario sobre su actitud hacia la matemática y la ciencia, lo que de ellos esperan sus padres, y sus actividades fuera de la escuela y en las aulas. El cuestionario para los profesores de matemática y ciencia incluía preguntas sobre su preparación profesional, los procedimientos de enseñanza que siguen, el uso de libros de texto y sus puntos de vista sobre aspectos comunes de las áreas de su especialidad. Los directores seleccionados respondieron sobre las características de la escuela, los recursos, la oferta de cursos y la comunidad. Además, se realizaron entrevistas minuciosas con pequeñas muestras de estudiantes, profesores y administradores, referentes al establecimiento de estándares educativos nacionales, la forma de tratar a los alumnos que tienen habilidades diferentes, la actitud de los adolescentes hacia la escuela y la vida diaria, y el ambiente de trabajo de los profesores.

Por otro lado, Pereyra (1998) recoge los resultados de un estudio³⁵ en el que se presenta la relación de los puntajes promedio que obtuvieron los alumnos de 13 años de edad. En matemática, los puntajes tienen un promedio de 513, una mediana de 522 y un coeficiente de variación de 11. En el estudio se considera que el mínimo puntaje aceptable es de 500, y ese fue precisamente el puntaje que obtuvo Estados Unidos. Los cuatro primeros lugares fueron ocupados por Singapur (643), Corea del Sur (607), Japón (605) y Hong Kong (588), países cuyas economías son las más ricas del Asia Oriental. Los cuatro últimos lugares correspondieron a Irán (428), Kuwait (392), Colombia (385) y Sudáfrica (354). En Ciencia, los puntajes tienen un promedio de 518, una mediana de 527 y un coeficiente de variación de 9.7. Los cuatro primeros lugares correspondieron a Singapur (607), República Checa (574), Japón (571) y Corea del Sur (565). Los cuatro últimos fueron Chipre (463), Kuwait (430),

³⁵ Aparecido en la prestigiosa revista *The Economist*. Comentando los resultados, el articulista de la revista dice: *“se cree que una de las principales razones por las que van creciendo tan rápidamente los tigres económicos tales como Singapur y Corea del Sur es que sus gobiernos realizaron decididos y exitosos esfuerzos para elevar los estándares educativos”*.

Colombia (411) y Sudáfrica (326). La variabilidad de las notas es mayor en matemática que en ciencia. Como era de esperarse, la correlación entre las notas de matemática y las de ciencia es alta (0.89).

De la misma manera la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD – *Organization for Economic Cooperation and Development*) con sede en París ha instaurado el *Programme for International Student Assessment* (PISA) o Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes, evaluando a estudiantes de 15 años, edad en la que terminan su educación obligatoria. El objetivo del estudio PISA 2000 es elaborar **indicadores del alcance de la preparación de los alumnos** de los países intervinientes, para desempeñarse como ciudadanos en forma eficiente y eficaz, analizando la influencia de los sistemas educativos en dicho compromiso y observando no sólo qué conocimiento han adquirido, sino también cómo lo aplican, es decir cuál es el uso que le dan y su actitud frente a la vida.

En el trabajo titulado “*Developing performance indicators for assessing classroom teaching practices and student learning: the case of engineering*”³⁶, se manifiesta que la educación superior americana ha estado bajo inspección por más de dos décadas. Por ello se han hecho considerables esfuerzos para crear indicadores de “*performance*” dirigidos hacia las tres principales funciones de la universidad: investigación, servicio y proceso de enseñanza - aprendizaje. Esta última es la que ha tenido mayor atención.

Los primeros esfuerzos en evaluación se referían a indicadores universales y se basaban en la noción de que la excelencia podía ser juzgada evaluando la reputación y los fondos de una institución. Ahora la tendencia ha cambiado y sólo el 15 % de los estados encuestados basan sus políticas en la evaluación de reputación y fondos.

La atención en el producto final y la obtención de resultados demostrables están jugando un rol cada vez más importante en las políticas públicas.

³⁶ Contenido en : Calero A., C. Colbeck, P. Terenzini – *Indicadores Universitarios - Tendencias y experiencias Internacionales* - MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE LA NACIÓN - SECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR Marta Kisilevsky (Coordinadora)

Ewell (1998) estima que dos tercios de los estados han establecido mecanismos para la evaluación y el informe del desempeño de los estudiantes y que la mayoría de los estados encuestados han introducido indicadores de impacto o resultados, particularmente en el área del **desempeño de estudiantes y ganancia de competencias profesionales**.

En 1992, el *National Educational Goals Panel* declaró que los indicadores de desempeño de los estudiantes son: pensamiento crítico, resolución de problemas, comunicación eficaz y ciudadanía responsable cuando se debe juzgar la efectividad de su institución.

Las agencias de acreditación han contribuido a este proceso al focalizar su evaluación en la medición de indicadores de efectividad en la enseñanza.

The *Accreditation Board for Engineering and Technology*, la única agencia responsable de la acreditación de carreras de ingeniería en *United State of America*, ha fijado criterios para ingeniería para el año 2001, en los cuales los graduados deben demostrar haber desarrollado once competencias, incluyendo habilidades “para diseñar sistemas o componentes o procesos para detectar necesidades”, “para actuar en equipos multidisciplinarios”, y “para comunicarse efectivamente”.

En su trabajo “*Performance Indicators in Higher Education: the UK experience*”, Bahram Bekhradnia³⁷ señala que la tarea más complicada para el comité de evaluación de la educación superior es la elaboración de indicadores consistentes, fuertes y que no puedan ser mal interpretados. Para esto se creó un grupo bajo su dirección, formado por personas del gobierno, de las universidades, y expertos en estadística, agregándose luego estudiantes y representantes de los empleadores, para acordar y producir indicadores de desempeño en educación superior.

Algunos de los principios que fueron adoptados para realizar su trabajo fueron:

³⁷ Director del “Higher Education Funding Council for England” - agencia en el United Kingdom que distribuye los fondos públicos a las universidades.

1. Usar la definición de “indicadores de *performance*” que es más fuerte que “indicadores de desempeño”, pues son también de cumplimiento y ellos deben ser capaces de brindar una razonable interpretación de cuál es la dirección correcta hacia la mejora y la excelencia. El autor destaca la importancia de la “direccionalidad” de cada indicador.
2. El segundo principio, y quizás el más importante, según el autor, es que cualquier indicador que ellos produzcan debe reconocer y respetar la diversidad del sistema, evitando dañar con falsas comparaciones a instituciones muy diferentes en sus características o con una mala interpretación de los hechos presentados.
3. Acordaron que usarían datos que las universidades habían producido, evitando cargar a las instituciones con la obtención de más información solo para la elaboración de indicadores y en su trabajo descubrieron que el éxito de los indicadores depende de la calidad de los datos.

Existe un rango grande de “*outputs*” en la educación superior, pero el grupo decidió medir los tres principales:

1. Enseñanza y aprendizaje de los estudiantes.
2. Ampliación del conocimiento a través de la investigación y aplicación del conocimiento
3. Resultados de la educación superior a la economía y a la sociedad en general.

Se desarrollaron indicadores de enseñanza y aprendizaje que analizan: admisión, evolución o seguimiento, resultados y eficiencia.

Para elaborar los **indicadores de admisión** se clasificó a los estudiantes del sistema universitario según su dirección, lo que permite establecer el nivel socio – cultural del cual cada uno es originario. (Técnica usada por los diseñadores de campañas publicitarias para ofrecer un producto u otro según la diversidad de clientes) También se tuvo en cuenta si los estudiantes provenían de escuelas públicas o privadas.

Los indicadores de **seguimiento** están íntimamente ligados con la deserción y abandono y estos hechos están fuertemente correlacionados con los logros de los niveles educativos previos y la base social.

En cuanto a los **indicadores de resultados y eficiencia** se muestra la proporción de los que obtienen grados, otras distinciones o premios, los que se transfieren a otras instituciones o los que fracasan.

Es más complejo analizar la eficiencia del aprendizaje. Esto está más relacionado con mediciones económicas que educativas y por lo tanto, según el autor, fue el indicador más difícil de lograr. Establecieron un indicador que compara la cantidad promedio de años utilizados por los alumnos en una institución y los éxitos obtenidos, con la cantidad mínima de años que hubieran usado si hubieran cursado normalmente sus carreras (sin abandono o repitencia). En resumen, se suman todos los años de cursada de todos los estudiantes y se lo divide por el número de éxitos (materias aprobadas) y se lo compara con el cociente entre la suma del número de años que hipotéticamente hubieran tardado en cursar normalmente la carrera y los éxitos obtenidos. Este indicador da una idea del grado de eficiencia de la institución.

Si bien existe cierto criticismo, (el 10% de las respuestas recibidas son hostiles a sus propuestas) pues algunos consideran que los indicadores son sumamente complejos de obtener y de entender o interpretar. Otros opinan que son muy crudos y que deben buscarse indicadores que reflejen mejor y con mayor sensibilidad la diversidad del sector. El autor en su ponencia expresa que continúan trabajando y ajustando la información que presentan las universidades.

Cada vez es más importante en el contexto actual, según lo expuesto, la oportunidad de acceder a la educación en general y a la educación superior especialmente, por ello existe una

urgente necesidad de implementar una formación inicial de alta calidad del profesorado y continuar con una educación permanente y un buen desarrollo profesional.³⁸

Las cuestiones referidas a la calidad se utilizan a veces indiscriminadamente para respaldar cualquier decisión: reformas e innovaciones universitarias, proyectos de investigación, conferencias, congresos científicos, eventos profesionales y emprendimientos virtuales.

Todos los países requieren una Educación Universitaria de calidad, ya que en una Universidad mediocre no sólo genera el fracaso y la frustración de sus egresados y familias, sino que incide decisivamente en la economía, administración de un país y en su desarrollo como tal frente al mundo. La búsqueda de la excelencia, grado máximo de la calidad, es un argumento indiscutible. Sin embargo, se torna en problema cuando intentamos precisar en qué consiste la calidad en la educación universitaria, y más aún cuando se intenta elaborar un mecanismo de medición.

El paradigma tradicional proclama el mejoramiento de la calidad para satisfacer la demanda de mercado, mientras que del nuevo paradigma educativo sostiene que la mejora en la calidad es una necesidad para crear un nuevo mercado y mantener la supervivencia en él.

Los indicadores de calidad deben ser:

1. **Pertinentes o relevantes:** deben medir aspectos trascendentes del área, es decir que realmente permiten verificar el cumplimiento de los estándares fijados.
2. **Actualizados:** deben estar disponibles y en todo momento en que se los necesite y deben ser modificados para adaptarse a las realidades del contexto.
3. **Confiables:** no deben poder ser manipulados para poder distorsionar la realidad ni para engañar a la organización.
4. **Direccionales:** deben orientarse siempre hacia la mejora continua.

³⁸ Sierra Orrantía, - b - J. ISEI-IVEI Hezkuntza, Unibertsitate eta Ikerketa Saila – Revisado agosto de 2003 de: <http://www.sc.ehu.es/hdwcite/castellano/Objetivo%20una%20educaci%F3n%20de%20calidad.pdf>

5. **Consistente:** deben tener la suficiente fuerza como para no ser desvirtuados los resultados que proyectan.

Para elaborar indicadores del éxito de las organizaciones se deben tener en cuenta diversos aspectos tales como:

- **Misión:** debe existir claridad en la definición de la misión de toda organización, y esto no exceptúa al ámbito educativo.
- **Competencias:** las organizaciones están formadas por personas y trabajan para las personas, especialmente las instituciones educativas, por lo que es muy importante reconocer el rol fundamental que tienen las competencias adquiridas por aquellas y la definición de los perfiles profesionales requeridos.
- **Información:** la sociedad del conocimiento obliga a las personas a estar informadas de las últimas novedades sobre cualquier tema de interés y las herramientas multimediales le permiten tener acceso a toda esa información. De esta manera las personas con un buen contenido de información pueden razonar e intervenir en la toma de decisiones y no limitarse a cumplir órdenes.
- **Cultura:** el éxito de todo grupo de trabajo depende de su cultura organizacional. Es importante que exista un líder que oriente a la comunidad educativa hacia la mejora y una cultura de capacitación y esfuerzo personal de todos sus integrantes, evidenciando cada uno de ellos su compromiso y sentido de pertenencia para con la organización.

De lo expuesto se desprende la exigencia de contar con una normativa que fije los estándares mínimos para lograr los objetivos y la misión en una organización, y en especial en una institución educativa, contexto donde no es tan simple valorar los éxitos y los fracasos, ya que éstos no se traducen a lenguaje económico. Surge así la importancia de los indicadores como medición eficaz del proceso académico.

1.3.6 La Calidad Educativa en Argentina

Indicadores universitarios de Calidad

La Secretaría de educación superior publicó las ponencias del Seminario que sobre “Indicadores universitarios: tendencias y experiencia internacionales” tuvo lugar en Buenos Aires los días 9 y 10 de septiembre de 1999.³⁹

En la ponencia “Los indicadores en las políticas de reforma universitaria argentina: Balance de la situación actual y perspectivas futuras”, Ana María García de Fanelli señala que las políticas educativas argentinas de nivel superior están propiciando un estado “evaluador” y la incorporación de mecanismos para asignar recursos públicos a las universidades de acuerdo con los resultados obtenidos. Recientemente ha adquirido mayor peso el uso de indicadores para medir resultados y para orientar las decisiones del estado y de las mismas universidades.

La demanda creciente de títulos de nivel superior y la diversificación de ofertas educativas hace cada vez más necesario un “estado evaluador” de la calidad de dichas actividades.

Estas dos nuevas tareas: evaluar la calidad de las instituciones y fiscalizar el uso eficiente de los recursos, trajeron a la escena el uso cada vez más frecuente de los indicadores educativos.

Los indicadores y el concepto de función de producción

Querer evaluar al sector educativo con indicadores económicos, bajo la lupa de la teoría económica de la producción es algo muy complejo. Este concepto – que se desarrolla en el ámbito de la empresa – no es de fácil aplicación para mediar el desempeño en el sector educativo.

³⁹ Kisilevsky, M. (Ed) - *Indicadores Universitarios – Tendencias y experiencias internacionales*. Ed. Eudeba.

Las actividades de una universidad se consideran como un proceso por el cual se transforman insumos (tiempo de los estudiantes, de los profesores, bienes de consumo, equipos, inmuebles) en productos (clasificables como de enseñanza, investigación y extensión). Estos productos incluyen el valor agregado por todos los involucrados en el proceso (conocimiento nuevo incorporado a estudiantes, graduados, investigación).

En el ámbito educativo no podemos hablar de calidad a un menor costo, ni de rivales o condiciones de competencia económica, ni de contabilidad. A diferencia de una empresa en la que el máximo objetivo es la maximización de los beneficios, en el sector de la educación los objetivos no son tan claros ni se expresan usualmente en términos de moneda.

Si se desea evaluar el funcionamiento de las universidades en términos de eficiencia económica y calidad del producto educativo es necesario encontrar indicadores de insumos, procesos y productos.

Los indicadores de insumos se relacionan con la cantidad y calidad de los recursos humanos, físicos y financieros empleados por la universidad. Los de proceso indican la productividad en el uso de tales recursos. Los de producto evalúan el resultado final de las actividades de enseñanza, investigación y extensión.

El avance del estado evaluador en la Argentina

En la actualidad el organismo de control más importante de las universidades es la CONEAU, que si bien no utiliza explícitamente indicadores, ellos están implícitos en los estándares mínimos que actúan como base para que los comités de pares juzguen la calidad de los programas. La verificación de dichos estándares permite la acreditación o no de las carreras de las distintas Facultades y Universidades de Argentina.

Indicador del sector universitario argentino

El nuevo énfasis dado a la evaluación de la calidad y a la acreditación de instituciones y programas, el propósito de introducir indicadores para distribuir en forma óptima los fondos públicos y la exigencia de mejorar la gestión administrativa dentro de las universidades imponen la necesidad de clasificar en término de indicadores los insumos, procesos y resultados.

Marco legal de la acreditación educativa

La **Ley Federal De Educación**, N° 24.195, sancionada el 14 de abril de 1993, en su *título 9, artículo 48°*, expresa que El Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, las provincias y la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, deberán **garantizar la calidad de la formación impartida en los distintos ciclos, niveles y regímenes especiales** mediante la evaluación permanente del sistema educativo, controlando su adecuación a lo establecido en esta ley, a las necesidades de la comunidad, a la política educativa nacional, de cada provincia y de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires y a las concertadas en el seno del Consejo Federal de Cultura y Educación.

Para llevar a la práctica tal objetivo, establece que se convocará a expertos de reconocido prestigio, los que realizarán las investigaciones convenientes. La **evaluación de la calidad en el sistema educativo** se centrará en la verificación de los contenidos curriculares de los distintos ciclos, niveles y regímenes especiales, su pertinencia para la sociedad y la comunidad educativa, el nivel de aprendizaje de los alumnos y la calidad de la formación docente. Esta evaluación se efectuará periódicamente, de manera que se asegure una correcta retroalimentación y tendencia a la mejora continua.

Asimismo, la **Ley de Educación Superior**, expresa que uno de los objetivos de la educación es “garantizar crecientes niveles de calidad y excelencia en todas las opciones

institucionales del sistema”⁴⁰, indicando también que la calidad de la formación docente se realizará de acuerdo a lo establecido en los artículos 48 y 49 de la precedente ley 24.195 y que los procesos de acreditación cumplirán con los patrones y estándares fijados por el Ministerio de Cultura y Educación⁴¹.

En nuestro país la asignación de recursos está orientada por la misma **Ley de Educación Superior** que en su artículo 58 expresa que el Estado debe asegurar el aporte financiero para el sostenimiento de las instituciones universitarias nacionales garantizando el normal funcionamiento, desarrollo y cumplimiento de sus fines, con una distribución tal que se tendrá en cuenta **indicadores de eficiencia y equidad**, permitiéndoles, por otra parte la generación de recursos propios.

La acreditación periódica de carreras de grado, efectuada por la **Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria – CONEAU** – sigue los lineamientos de la **Ley de Educación Superior** antes mencionada. Esta Ley estipula que las carreras que se dictan en las universidades y cuyo ejercicio profesional pudiera poner en riesgo de modo directo la salud, la seguridad, los derechos, los bienes o la formación de los habitantes (artículo 43 de la Ley de Educación Superior N° 24.521), deben ser evaluadas y es la CONEAU la encargada de la ejecución de este proceso de acreditación.

La organización de acreditación evalúa a cada casa de altos estudios de acuerdo a estándares aprobados previamente por parte del Ministerio de Educación en acuerdo con el Consejo de Universidades. Los estándares son pautas que tienen que ser cumplidas por las facultades para que acrediten sus carreras de grado. Los mismos abarcan temas como: contenidos curriculares básicos, carga horaria mínima, intensidad en la formación práctica y actividades profesionales reservadas a los títulos.

La Ley de Educación Superior establece en sus artículos 42,43 y 46 las condiciones generales mediante las que se llevan a cabo los procesos de acreditación.

⁴⁰ sancionada en Buenos Aires el 20 de julio de 1995, según el Decreto 24521/95 del Poder Ejecutivo Nacional, en su TÍTULO II – “De la educación superior” - Capítulo I, artículo 4º, inciso d)

⁴¹ en el Capítulo III, sección 3

Es común la afirmación⁴² que el paso de los estudiantes por la educación superior debe desarrollar en ellos competencias como: pensamiento crítico, resolución de problemas y habilidades comunicativas. Fijar competencia, definir objetivos y planificar hacia su logro puede ser un puntapié inicial en el largo camino hacia la calidad educativa y la mejora continua. En particular hacia una enseñanza matemática de excelencia.

Premio Nacional a la Calidad

Ante la imperiosa necesidad de buscar trayectorias que orienten a nuestro país hacia la mejora de la calidad de vida de sus habitantes y motivar a los diversos sectores productores de bienes y servicios hacia la mejora continua y hacia la integración mundial, en agosto de 1991, se presentó un proyecto de Ley, declarando de interés nacional el **mejoramiento de la calidad**, que derivó en la sanción definitiva de la Ley 24.127, en mayo de 1992, instituyendo el **Premio Nacional a la Calidad**.

Entre sus principales objetivos se destacan:

- Promover el desarrollo y difusión de los procesos y sistemas destinados al mejoramiento continuo de la calidad.
- Alentar y favorecer la actualización y competitividad en las organizaciones.
- Asegurar la satisfacción de las expectativas de la sociedad.
- Preservar el medio ambiente y la óptima utilización de los recursos.

Pueden presentarse como aspirantes a este premio organizaciones tanto del sector público como privado, tanto de producción de bienes como de servicios y organizaciones no gubernamentales.

⁴² Como por ejemplo enuncian Alberto Cabrera, Carol Colbeck y Patrick Terenzini, en el libro *“Indicadores Universitarios – Tendencias y experiencias internacionales”* de Marta Kisilevsky (coordinadora) – Ministerio de Educación de la Nación – Secretaría de la Educación Superior, cuyo título es *“Developing performance indicators for assessing classroom teaching practices and student learning: the case of engineering”*

Todas las organizaciones presentantes son evaluada por un conjunto de especialistas en la materia mediante los criterios y factores fijados por la “Fundación Premio Nacional a la Calidad”, entre los que se puede nombrar:

Liderazgo: este criterio examina cómo la Dirección instaura una política organizacional y un sistema de liderazgo mediante el establecimiento de valores, visión, misión y objetivos. Se evalúa también dentro de este criterio factores como el compromiso y la responsabilidad social.

Sistema de gestión: dentro de este ítems se analizan criterios como planeamiento estratégico, enfoque en clientes y mercados, gestión de procesos y gestión de recursos humanos. Existen distintos factores que se evalúan en estos criterios a través de estándares, tales como por ejemplo: en el factor “estrategias y planes” se analiza cómo la organización “expone sus principales estrategias y planes de acción”, cómo “compromete los recursos necesarios”, “cómo evalúa la difusión, comprensión y aceptación de estrategias y planes dentro y fuera de la organización”, entre otros.

Resultados: este criterio analiza la tendencia de los resultados de la empresa en los últimos tres años, comparándolos con los de sus principales competidores y con los de empresas consideradas como modelos de excelencia en el mercado local e internacional.

En el caso del Premio Nacional a la Calidad, también los evaluadores fijan componentes, criterios y factores a valorar, tarea que se realiza investigando el cumplimiento de ciertos estándares predeterminados para establecer si la organización los cumple o no. Tomando los resultados del análisis los evaluadores establecen quién es el ganador del premio cada año en cada uno de los sectores.

En el ámbito educativo han sido ganadoras del Premio la Facultad de Ingeniería – Universidad Zamora – Provincia de Buenos Aires, en el año 2001; Facultad Regional San Rafael, Universidad Tecnológica Nacional – Provincia de Mendoza, en el año 1998 y nuestra Facultad Regional C. del Uruguay, Universidad Tecnológica Nacional – Provincia de Entre Ríos, en el año 1995, lo que pone de manifiesto la trascendencia del tema “Calidad” en el

contexto educativo y el esfuerzo puesto por las instituciones para alcanzar logros significativos en el área.

Es importante destacar que también, para la evaluación de las organizaciones y la adjudicación del premio se establecen **estándares** o criterios a verificar que implican pautas claras y reglas precisas e inobjetable por partes de los postulantes.

1.4 Normas de Calidad en Educación

1.4.1. Norma ISO 2000

El nuevo y creciente interés de las instituciones educacionales por la validación o acreditación de la calidad de sus procesos y resultados amplía el espectro de los ámbitos y entidades que se esfuerzan por obtener los certificados de calidad, dejando de ser patrimonio único de las empresas tradicionales. A la fecha, en nuestro país, cuatro instituciones educativas de nivel medio han completado los procesos y requisitos para la obtención de la norma de calidad **ISO-9001**⁴³.

En el mes de septiembre de 2003 la Universidad Tecnológica Nacional certificó ISO 9001/2000 en su Secretaría de Extensión Universitaria, mérito obtenido por la implementación de un sistema de gestión de calidad dirigido a la satisfacción de sus clientes externos e internos en el área de vinculación tecnológica y capacitación. Según lo manifestado por la Universidad las actividades de Extensión son consideradas “como un conjunto de procesos que procuran la mejora continua del servicio mediante el empleo de metas de calidad claramente definidas, parámetros de seguimiento transparentes e indicadores objetivos para la medición de resultados”.

⁴³ Se trata de dos establecimientos privados del Grupo Marín, la Escuela Agropecuaria y el Colegio Manuel Belgrano, estos dos últimos de la ciudad de Tres Arroyos. El colegio Carmen Arriola de Marín -ubicado en San Isidro- y el Colegio Plácido Marín -en *Boulogne*-, ambos del Grupo Marín, acaban de obtener la Certificación ISO 9001-2000 para su Sistema de Gestión de la Calidad en los procesos de enseñanza, y los procesos técnico-administrativos, otorgada por la empresa noruega *Det Norske Veritas* (DNV) -según la información vertida en la página web de la institución: www.marin.educacion.ar

La Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria de la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo) es la primera unidad académica de la Argentina que certifica las Normas ISO 9001-2000. Esta certificación se refiere a la calidad de los procesos para sus laboratorios y abarca a las tres funciones esenciales universitarias: docencia, investigación y extensión y comprende a las cinco Secretarías de Ciencias Aplicadas: Asuntos Académicos, Económico-Financiera, Ciencia y Técnica, Posgrado y Extensión.⁴⁴

Los recursos estatales otorgados a la Universidad a través de distintos programas, como el Programa de incentivos para docentes investigadores o el Fondo para el Mejoramiento de la Calidad Universitaria, son ejemplos que promueven la mejora de la calidad, apoyan el desarrollo, estimulan la eficiencia e incrementan la pertenencia y el compromiso de los miembros de la comunidad universitaria.

ISO es la denominación que recibe la Organización Internacional de Normalización (*International Organization for Standardization*), con sede en París, que agrupa aproximadamente a cien naciones y en nuestro país esta representada por el Instituto Argentino de Normalización (IRAM).

El 15 de diciembre de 2000 fue publicada la revisión 2000 de las normas ISO 9000 de 1994, realizada por el Comité Técnico 176 (TC/176). Para la nueva ISO 9000, la calidad es: aptitud para el uso, cumplir con especificaciones y normas aplicables, dar satisfacción al cliente o usuario, hacer las cosas bien desde la primera vez y considera que la calidad no es el producto de la casualidad, sino el resultado de trabajar con responsabilidad. La estructura de la nueva norma ISO 2000 está orientada a los procesos y se basa en el ciclo de *Deming*.

La importancia de la aplicación de las normas ISO 9000 para el desarrollo e implementación de sistemas de aseguramiento de la calidad radica en que son normas útiles y de fácil interpretación y manejo. Por su sencillez se las puede aplicar en todo tipo de empresas y organizaciones tanto de bienes como de servicios.

⁴⁴ Web site: <http://weblog.educ.ar/noticias/archives/000613.php>

Las normas ISO Serie 9000 brindan el marco para documentar en forma efectiva los distintos elementos de un sistema de calidad y mantener la eficiencia del mismo dentro de la organización.

El propósito de la **Agencia Internacional de Normalización** es el desarrollo de normas para:

- Facilitar el intercambio universal de bienes y servicios.
- Promover la cooperación en actividades intelectuales, científicas, tecnológicas, y económicas.

La familia del año 2000 de la ISO está constituida por la ISO 9000, que establece los fundamentos e incluye una introducción a los **conceptos básicos de calidad** y define el vocabulario específico; la ISO 9001 que define los **requerimientos de un sistema de gestión de calidad** para cualquier organización que necesita demostrar su habilidad para proveer consistentemente un producto o servicio que satisfaga la cliente y la ISO 9004 que define **recomendaciones para la mejora del desempeño** y extiende los beneficios a todas las partes interesadas, basándose en los siguientes ocho **Principios de Gestión de la Calidad**:

- **A clientes y usuarios:** recibirán productos que son conformes a los requisitos, confiables, disponibles, y susceptibles de mantenimiento.
- **Al personal de la organización:** mejores condiciones de trabajo; mayor satisfacción laboral; mayor salud y seguridad, mejora en la moral, estabilidad laboral.
- **Para dueños y accionistas:** mayores rendimientos; mejores resultados de operación; mayor participación de mercado; mayores ganancias.
- **Para proveedores y socios:** estabilidad y crecimiento en sociedad, comprensión mutua.
- **Para la sociedad:** cumplimiento de requerimientos legales y regulatorios; mayor salud y seguridad; reducción en los impactos ambientales; mayor seguridad.

En resumen, se puede decir que la familia ISO 9000 / 2000 es el pilar fundamental para la implementación y aseguramiento a través del tiempo de un sistema de calidad.

1.4.2. Norma IRAM 30000

Para las organizaciones en general la aplicación de la norma ISO 2000 ha sido de gran utilidad a la hora de la toma de decisiones, de la implementación de un plan de calidad y del aseguramiento de la misma. La nueva ISO, versión 2000, presenta un nuevo enfoque en su terminología y en su aplicación, mucho más amplio y menos específico que su antecesora la ISO 1994, que tenía un fuerte sesgo hacia la industria manufacturera.

Sin embargo, **algunos sectores tienen actividades tan particulares que resulta necesario establecer pautas para la correcta interpretación y eficaz implementación de la norma ISO.** Por ésto la norma IRAM 30000 es una “**Guía de Interpretación de la Norma ISO 9001 para la Educación**”, la que tiene como meta fundamental expresarse en el lenguaje típico del sector educativo y referirse a actividades propias del mismo.

Este modelo centrado en los procesos propuesto por IRAM-ISO 9001, de la familia ISO 9000 ya detallada, requiere que las actividades de la organización sean pensadas como procesos, y por ello deben ser identificados los **procesos centrales** y los **procesos de soporte** y administrados ambos en forma interrelacionados.

La Norma identifica “procesos centrales” relacionados con la prestación del servicio educativo tales como:

- Pronóstico de las actividades futuras
- Ingreso de educandos
- Diseño de programas/carreras/cursos
- Planificación de las actividades docentes
- Desarrollo de los cursos y otras actividades pedagógicas

También señala como “procesos de soporte” a:

- Capacitación del personal docente y no docente.
- Mantenimiento de los equipamientos que proveen servicios.
- Mantenimiento del software utilizado en distintos procesos centrales o de soporte.
- Mantenimiento del ambiente de trabajo.

La IRAM 30000 traduce a términos educativos vocablos usados en general por la familia ISO 9000, por ejemplo:

1. “Cliente”: que para la ISO 9000 es toda organización o persona que recibe un producto, en el ámbito de la educación pueden ser:
 - Educandos
 - Padres o tutores
 - Organizaciones que contratan servicios educativos
 - Estado Nacional, provincial o municipal cuando contratan servicios
 - Empleadores futuros
 - Organizaciones educativas receptoras de alumnos que provienen de un nivel diferente de formación.
2. “Organización educativa”: organización que provee educación.
3. “Producto”: definido por ISO 9000 como el resultado de un proceso. Para el área educativa es el resultado es “la educación”, comprendido como la mejora en los conocimientos, las aptitudes intelectuales, competencias, hábitos y actitudes del educando.

En lo que respecta al Sistema de Gestión de la Calidad una organización educativa debe, en primer lugar identificar los procesos que tiene incidencia directa e impactan sobre la

calidad del servicio prestado, en segundo término, ordenar estos procesos en forma sistémica e interrelacionarlos y, esto último obliga a repasar el concepto de cliente interno y externo, dentro y fuera de la institución. Posteriormente deben desarrollarse **criterios y métodos** que permiten asegurar que esos procesos se mantienen en el tiempo con eficiencia y eficacia; y aquí se presenta una de las partes trascendentes de la IRAM – ISO 9000, que es el requerimiento de **indicadores** que permitan el seguimiento de la calidad de los mismos.

La IRAM distingue como indicadores de eficacia los siguientes:

- grado de cumplimiento de los programas temáticos previstos
- grado de disponibilidad de los recursos para todos los educandos aceptados en un período determinado
- deserción en un determinado período del programa educativo
- grado de aprobación de evaluaciones o exámenes
- grado de cumplimiento con los horarios establecidos por parte del personal docente.

Una vez concluidas las etapas anteriores, se deben medir y realizar el seguimiento según los criterios establecidos y el control de los indicadores predefinidos para transitar el camino hacia la mejora continua. En este análisis se pueden utilizar las herramientas de la teoría estadística para la calidad, de tal forma que las inferencias realizadas posean una base lógica y formal que permita tomar decisiones coherentes en los momentos apropiados.

En todo su texto la IRAM 30000 recorre en forma paralela la ISO 9001 e introduce referencias y recomendaciones para el contexto educativo, destacando la importancia del establecimiento de estándares o criterios e indicadores para su posterior verificación y presentar así una visión clara y fundamentada de la calidad del servicio que brinda a sus “clientes”.⁴⁵

⁴⁵ IRAM 3000 – Guía de Interpretación de la IRAM – ISO 9001 para la Educación

CAPÍTULO 2

TEORÍAS Y MODELOS EDUCATIVOS

Este capítulo se inicia con definiciones y comentarios acerca de la terminología básica utilizada en el trabajo, con el fin de ubicar contextualmente el núcleo central de la presente investigación.

De la observación de escenarios actuales y el análisis histórico de diferentes teorías pedagógicas y modelos instruccionales, surgen planteamientos clave para la elaboración del modelo didáctico propuesto.

Asimismo se establecen analogías y diferencias entre los paradigmas educacionales que se han sucedido a través del tiempo: el conductismo, el cognitismo y el constructivismo. Cada uno de ellos hace su aporte y deja su huella en las estrategias áulicas, por lo que resulta importante hacer una reseña de los mismos.

Actualmente, en el pensamiento pedagógico contemporáneo predomina una adopción de principios afines al denominado constructivismo, por lo que se lo analiza especialmente como un modelo de uso cotidiano en la realidad del salón de clases. Por otro lado se reconoce que, en Matemática, existen elementos para los que el planteo de un aprendizaje de carácter conductista, no sólo no desmerece los logros, sino que facilita el paso a otros elementos más complejos. Ciertos desarrollos de David Ausubel se encuadran en un cognitismo que expurga al conductismo de sus errores sin condenarlo totalmente.

En realidad, es el cognitismo, -iniciado por Jerome Bruner y otros en los '60, con una predominancia en los '90-, el paradigma que eclipsó al conductismo norteamericano y recuperó a los enfoques psicológicos europeos de matriz opuesta (Piaget, Vigotsky). Actualmente, la ocupación del espacio cognitivista por los neo-conductistas ha llevado a los constructivistas a postular su heterogeneidad (Constantino, 1995).

Todas estas cuestiones serán tratadas en este capítulo y referidas al tema del trabajo.

1.1 Conceptos elementales

Desde una visión sistémica, el modelo didáctico basado en principios de calidad, emergente de la investigación, focaliza el problema de la Didáctica de la Matemática como una disciplina en sí misma, con su propio objeto de estudio: la situación didáctica, (Brousseau, 1982) o el sistema didáctico (Chevallard, 1991), la que forma parte, a su vez, un universo mayor: la Pedagogía.

Surge así la necesidad de consensuar el sentido semántico de vocablos de permanente aplicación en el trabajo, tales como Pedagogía, Didáctica, Didáctica de la Matemática, Enseñanza y Aprendizaje.

1.1.1. Etimología y origen de los conceptos básicos

A) Pedagogía

Numerosos pedagogos se han destacado desde el siglo XIX hasta la actualidad, y cada uno de ellos ha elaborado su propia concepción sobre la pedagogía. Es decir que no existe una definición única y universal para la misma, sino que cada uno de ellos la ha concebido según sus argumentaciones particulares.

En primer lugar, Manuel Flores consideró que la pedagogía se dedica a **normar** y **regular**, a **señalar** cómo deben ser ciertas situaciones educativas reales y concretas que se dan en la práctica, como la enseñanza-aprendizaje en el aula. Ésto implica que la pedagogía es una combinación de instrucciones que establecen qué debe hacerse para lograr un determinado resultado.

En segundo lugar, Moore, pedagogo contemporáneo, sostiene que la pedagogía es una teoría práctica, pues sus teorías no contienen métodos que sigan rigurosa y sistemáticamente los pasos del método científico.

De acuerdo con el pedagogo Alejandro Sanvisens Marfull, es necesario distinguir el carácter interdisciplinar que la pedagogía ofrece, ya que no solamente se reduce al terreno de su objeto de estudio, la educación, sino que se relaciona con otros estudios y actividades que apoyan y complementan al saber pedagógico y la actividad educativa. En su investigación pueden servir de apoyo otros métodos tales como matemáticos, lógicos, lingüísticos, antropológicos y psicosociológicos y no sólo las leyes de la fisiología y la psicología.

Por tanto, la pedagogía se basa para su desarrollo en los conocimientos científicos de otros campos de estudio, como la psicología, sociología, historia, economía, etc., y con base en éstos se produce el saber científico pedagógico.

Por consiguiente, la pedagogía está compuesta de teorías y métodos científicos que explican y se aplican a las diversas realidades educativas, con el fin de transformarlas y orientarlas hacia un mejoramiento constante.

En sentido más amplio se afirma que la pedagogía es una ciencia interdisciplinaria que estudia, reflexiona, critica y orienta, en lo general y particular, los diversos fenómenos, aspectos y procesos educativos de las sociedades históricamente determinadas.⁴⁶

Sus finalidades esenciales son: desarrollar y contribuir enérgicamente en el diseño y formación del paradigma ideal de hombre que satisfaga las necesidades económicas, políticas y sociales de las naciones; así como mejorar la educación y vincularla inexorablemente con el bienestar general, o sea, con la justicia, la igualdad, y la democracia.

Actualmente la pedagogía adquiere cada vez mayor importancia, pues se encuentra en un proceso de evolución, expansión, profundización e innovación en diversos ámbitos, tales como: curriculum, planeamiento educativo, así como sistemas y métodos de enseñanza escolarizada y abierta; orientación educativa, *tests* para la identificación de vocaciones, de

⁴⁶ Pérez Rosas, L. ¿Qué es la pedagogía? Universidad Pedagógica Nacional. México. Revisado mayo de 2004 de <http://morgan.ia.unam.mx/usr/humanidades/201/COLUMNAS/perezrosas>

capacidades, aptitudes, inteligencias; docencia, técnicas de enseñanza-aprendizaje, formación y actualización.

B) Didáctica

La palabra **didáctica** proviene del griego "*didaktike*", que en sentido general indica "relativo a la **enseñanza**" o al "**arte de enseñar**" y, en sentido técnico, es la **parte de la pedagogía** que se ocupa de los **sistemas y métodos de enseñar** a partir de la **teoría pedagógica**. La didáctica es un saber, una teoría sobre la enseñanza, que le muestra los horizontes más promisorios a la formación de los educandos.

La didáctica es la disciplina de carácter práctico y normativo que tiene por objeto específico la técnica de la enseñanza, esto es, la técnica de tutelar y encaminar eficazmente a los alumnos en su aprendizaje.

De acuerdo a su contenido, la didáctica es el conjunto sistemático de principios, normas, recursos y procedimientos específicos que todo profesor debe conocer y saber aplicar para orientar con seguridad a sus alumnos en el aprendizaje de las materias de los programas, teniendo en vista sus objetivos educativos.⁴⁷

La didáctica analiza cinco elementos fundamentales para la tarea docente: el educando, el educador, los objetivos, las asignaturas y el método. (Alves de Mattos, 1990)

El alumno y el maestro son los dos artífices del proceso educativo, y son los que socialmente deben interactuar para el logro de los objetivos, o sea las metas de toda labor escolar que sirven como base a las actividades del aula. Las asignaturas, que forman parte de un diseño curricular, son las que otorgan capacidades e incumbencias a los educandos de acuerdo a un perfil preestablecido. Y, por otro lado, el procedimiento de enseñanza debe manipular todos los otros recursos para la realización de los objetivos antes descriptos con

⁴⁷ Ramo García, A.1999. Ámbito de la Didáctica. Revisado diciembre de 2005 de <http://www.educa.aragob.es/aplicadi/didac/dida27.htm>

eficiencia y eficacia. De la calidad de la metodología empleada para el trabajo cotidiano en el aula depende, en gran parte, el éxito de la tarea escolar.

C) Didáctica de la Matemática

Una corriente fuerte y productiva que trabajó la Didáctica de la Matemática como disciplina independiente nació en Francia, en los años 60 en los Institutos de Investigación sobre la Enseñanza de la Matemática, donde se plantea la investigación científica de los procesos de enseñanza y aprendizaje (Galvéz, 2002).⁴⁸

En la escuela francesa coexisten tres aproximaciones a los fenómenos de la enseñanza de la Matemática:

- Una aproximación cognitiva, basada en la teoría de los campos conceptuales de Gerard Vergnaud, quién considera que la construcción del conocimiento se basa en la construcción progresiva de representaciones mentales, implícitas o explícitas, que pueden o no coincidir con la realidad.
- Una aproximación a través de los saberes, diferenciando al “saber sabio” del “saber enseñado”, con base en la teoría de la transposición didáctica de Yves Chevallard, quién describe un sistema didáctico formado por tres elementos esenciales: profesor, alumno y saber enseñado.
- Una aproximación a través de las situaciones didácticas, con fundamentos en la teoría de Guy Brousseau.⁴⁹, quién define a la Didáctica de la Matemática como una ciencia que se interesa por la producción y comunicación de los conocimientos matemáticos y la especificidad de los mismos desde un enfoque sistémico. (Godino, 2003)

⁴⁸ Galvéz, G. 2002. La didáctica de las Matemáticas, en Parra C. e I. Saiz (comps). *Didáctica de Matemáticas - Aportes y Reflexiones*, Cap. II: 39 - 50. Buenos Aires: Paidós.

⁴⁹ Artigue, M. R. Douady, L. Moreno, P. Gómez (Editor). 1995. *Ingeniería Didáctica en Educación Matemática*. Capítulo II: 11. México: Grupo editorial Iberoamérica.

Este último enfoque ha puesto a la enseñanza de la Matemática en el corazón de la Didáctica, como una disciplina que responde a la especificidad de dicha ciencia, pero que se relaciona con otras como la educación, la psicología, la sociología, entre otras. (Artigue, 1994)

Si bien estas tres visiones serán analizadas más adelante, podemos anticipar que el objeto de estudio de la “Didáctica de la Matemática”, según la perspectiva constructivista de Guy Brousseau, es la **situación didáctica** - definida por él como:

“un conjunto de relaciones establecidas explícita y/o implícitamente entre un grupo de alumnos, un cierto medio -instrumentos u objetos- y un sistema educativo - representado por el profesor- con la finalidad de lograr que estos alumnos se apropien de un saber constituido o en vías de constitución.” (Brousseau, 1982)

Por otro lado, Grecia Gálvez, en su trabajo, “La Didáctica de las Matemáticas”⁵⁰, puntualiza que *“la finalidad de la didáctica de las Matemáticas es el conocimiento de los fenómenos y procesos relativos a la enseñanza de las matemáticas para controlarlos y, a través de este control, optimizar el aprendizaje de los alumnos. No se plantea, de ninguna manera, promover a priori un cierto tipo de pedagogía, por razones ideológicas, sin el aval de los resultados experimentales correspondientes.”*

Por otro lado, la Didáctica de la Matemática se define como el estudio de los procesos de enseñanza y aprendizaje de los saberes matemáticos y la caracterización de los factores que condicionan dichos procesos. (Godino, 1994) Este investigador de la Universidad de Granada se interesa por determinar los significados que el alumno asigna a los términos y símbolos matemáticos así como también a la construcción que el mismo realiza a partir de la instrucción.⁵¹

⁵⁰ Parra, C. I. Saiz (comps). 2002 a . Didáctica de Matemáticas - Aportes y reflexiones. Capítulo II: 45. Buenos Aires. Paidós.

⁵¹ Godino, J. Batanero C. Significado institucional y personal de los objetos matemáticos. Revisado junio de 2004 de www.ugr.es/local/jgodino

En su trabajo “Investigaciones sobre Fundamentos Teóricos y Metodológicos de la Educación Matemática” (Godino, 2003), se reconoce que si bien existe una diferencia entre “Educación Matemática” y “Didáctica de la Matemática”, pues el vocablo educación es más abarcativo que “Didáctica”; en los trabajos realizados por autores anglosajones se considera a la “*Mathematics Education*” como sinónimo de lo que los investigadores franceses o españoles denominan “Didáctica de la Matemática”. Por ello en la presente investigación se los considera como términos equivalentes.

Pueden delimitarse aún más estas concepciones, señalando que el propósito de la “Didáctica de la Matemática” es el estudio de los fenómenos y procesos relacionados a la enseñanza y el aprendizaje de la disciplina, para conocerlos, diseñarlos, implementarlos, evaluarlos, controlarlos, ajustarlos y así optimizar el rendimiento de los alumnos; los principales “clientes”, visto desde el paradigma de la filosofía de la calidad.

El fin es averiguar cómo se generan las situaciones didácticas, es decir cómo se establecen las interrelaciones cotidianas en el aula, cuáles conducen a aprendizaje exitosos y cuáles no. Todas son igualmente importantes ya que permiten el aprendizaje del docente, ya que desde los fracasos nace también nuevo aprendizaje.⁵²

En cualquier nivel, la enseñanza de la Matemática exige fomentar la creatividad, mostrando cómo se construye el edificio de los conocimientos matemáticos con permanentes aportes y remodelaciones (Santaló, 2002). En la actualidad la didáctica de la matemática se basa en la metodología de “resolución de problemas”, ya que no se trata de enseñar sólo definiciones, y describir propiedades. Se tiene también que ser concientes de que, si bien es importante resolver problemáticas concretas, el alumno debe ser capaz de proponer situaciones nuevas a resolver que despierten su interés y que pertenezcan a su entorno.

Otra disyuntiva para la Didáctica de la Matemática es determinar qué matemática necesitan los “no matemáticos” (Santaló, 2002), es decir aquellos jóvenes que estudian

⁵² Parra C., I. Saiz (Eds). 2002 b. Didáctica de la Matemática - Aportes y reflexiones. Capítulo II. Buenos Aires. Paidós.

carreras con base matemática, pero no considerando a la disciplina como un fin en sí misma, sino como una herramienta para su futuro ejercicio profesional. Se requiere determinar qué contenido enseñar y con qué nivel de profundidad.

Todas estas cuestiones son motivo de análisis para esta nueva rama del conocimiento llamada “Didáctica de la Matemática” y constituyen sus verdaderos desafíos.

Actualmente, **la Matemática y su enseñanza** son dos ramas paralelas y muy estrechamente relacionadas. La Matemática es importante como ciencia, lo avalan siglos de desarrollo y su propia historia; pero adquiere fundamental significación en la sociedad del conocimiento, el modelo aplicado para su enseñanza. En el mundo globalizado, con acceso a infinita información, las Instituciones Educativas, los diseños curriculares y finalmente el docente en el aula, son los encargados de acotar los contenidos matemáticos a impartir de acuerdo al perfil del egresado y a las incumbencias profesionales a otorgar. Decidir qué contenidos son los requeridos, cómo enseñarlos, cómo evaluar el proceso instruccional en sus avances y logros, qué recursos materiales se van a usar, con qué parámetros se medirá la consecución de los objetivos pre-supuestos, son algunas de las decisiones de un profesor hoy. Es imposible impartir en el aula todos los conocimientos matemáticos existentes, dentro de un período marcado como “ciclo lectivo”, por ello la toma de decisión para optimizar el manejo del tiempo y de los recursos, tanto humanos, como computacionales y bibliográficos es esencial.

Las estadísticas muestran una realidad muy desalentadora, ya que los resultados de las evaluaciones de Matemática son muy pobres y es uno de los motivos principales de la deserción en todos los niveles, pero principalmente en el universitario.

Ante esta problemática, se han buscado las causas que la provocan, y muchos profesores coinciden en que los alumnos no tienen los pre-requisitos o conocimiento previos necesarios de los niveles anteriores, es decir, que alumnos que terminan el nivel medio no tienen ni los contenidos, ni las habilidades, ni los hábitos que requiere la enseñanza superior. Si bien esto

es cierto, no se soluciona nada transfiriendo culpas de un nivel a otro pues esto no genera la solución.

Otro obstáculo muy importante, que generalmente surge al analizar la realidad del aula en la enseñanza de la Matemática es el poco tiempo disponible para desarrollar un programa completo. Si el docente se fija como meta terminar el programa de la asignatura, es muy probable que muchos de sus alumnos se pierdan en el camino y no lleguen a asimilar los conocimientos que se intentan brindar. Cada estudiante tiene su propio tiempo de maduración del conocimiento y según afirma Piaget en su teoría psicogenética, sin el **suficiente desarrollo intelectual** no es posible alcanzar el **aprendizaje significativo**. Los tiempos de enseñanza y de aprendizaje deben respetarse para que cada educando pueda reconocer en su mente los organizadores previos de sus estructuras cognitivas para así poder vincular el conocimiento nuevo con el ya incorporado. De la misma manera, Vigotsky considera muy importante que el alumno adquiera su desarrollo cognitivo mediante el desafío de nuevos conocimientos, los que propulsan el progreso intelectual. Ésto también lleva sus tiempos de maduración y es imposible en muchas ocasiones compatibilizar el avance programático con la adquisición de conocimiento significativo.

La Matemática tiene dos particularidades fundamentales muy importantes y poco utilizados por el profesor en su hacer matemático. Dichas propiedades son el **rigor** y **vigor** de las matemáticas. (Aréchiga Maravillas, s.f.)

El **rigor** lo podemos interpretar como el conjunto de leyes y propiedades, tales como axiomas, teoremas, corolarios, que dan sustento al andamiaje de la matemática, que permiten la obtención de conocimientos a partir de otros.

El **vigor** lo podemos concebir como la fuerza que tienen la matemática al interactuar con otras disciplinas como lo pueden ser las ciencias fácticas (la química, la física, la biología, la economía, entre otras). Se puede decir que la matemática, en su carácter de ciencia formal,

es una especie de "comodín" que se puede convertir en cualquier ciencia fáctica al momento de aplicarse, que es lo que llamamos "matemática aplicada".⁵³

Una forma de afrontar la enseñanza de la Matemática es mediante el uso de metodologías orientadas a la participación activa del estudiante en las clases para que sea un artífice de su conocimiento. No se trata de darles una serie de problemas para aplicar en forma repetitiva una fórmula o solución prefijada, dada como una receta; por el contrario cada uno debe aprender a tomar decisiones, a seleccionar cuál es la herramienta que permite la solución, cuáles son los conceptos que requiere y cómo defender su posición o propuesta.

El proceso de construcción del conocimiento matemático nace a partir de la combinación de actividades intelectuales que el alumno pone en juego frente a una problemática concreta en busca de su solución y debe reconocer cuáles son los contenidos previos con los que cuenta y, si resultan insuficientes internarse en el análisis y comprensión de nuevos conocimientos.

Para lograr todo lo expuesto en el ámbito que nos compete, el docente universitario debe estar muy bien preparado, ya que en el aula surgen, al aplicar una técnica tan abierta, diferentes propuestas algunas exitosas y otras no. El profesor debe ser una persona capacitada y con un conocimiento profundo de la disciplina para poder guiar a los alumnos en sus investigaciones, hacerles ver sus errores y orientarlos hacia las soluciones correctas. Steiner (1985), al analizar el papel que la Educación Matemática debería tener dentro de la universidad, propone que esta disciplina adopte una función de vínculo entre la matemática y la sociedad. (Godino, 2003)

⁵³ Aréchidas Maravillas, J. Problema de la transferencia de las Matemáticas. Revisado diciembre de 2005 de: <http://www.uag.mx/63/a04-04.htm>

D) Enseñanza

La palabra **enseñar**, etimológicamente, proviene del latín **insignāre** que significa la acción de señalar, mostrar caminos, sugerir panoramas hacia los cuales se puede dirigir la visual y la comprensión.

Las acepciones del vocablo “**enseñar**” presentadas por el Diccionario de la Real Academia Española son las siguientes:

1. Instruir, doctrinar, amañar con reglas o preceptos.
2. Dar advertencia, ejemplo o escarmiento que sirva de experiencia y guía para obrar en lo sucesivo.
3. Indicar, dar señas de algo.
4. Mostrar o exponer algo, para que sea visto y apreciado.
5. Dejar aparecer, dejar ver algo involuntariamente.
6. Acostumbrarse, habituarse a algo.⁵⁴

El término “**enseñanza**”, por su parte está definido como:

1. Acción y efecto de enseñar.
2. Sistema y método de dar instrucción.
3. Ejemplo, acción o suceso que sirve de experiencia, enseñando o advirtiendo cómo se debe obrar en casos análogos.
4. Conjunto de conocimientos, principios, ideas, etc., que se enseñan a alguien.

En sus orígenes la enseñanza se presenta como una relación entre dos personas, una interacción entre un adulto, con mayor formación y experiencia, y un joven que desea

⁵⁴ Diccionario de la Real Academia Española. Revisado abril de 2004 de:
<http://buscon.rae.es/draeI/SrvltGUIBusUsual>

adquirirla. La interacción entre ellos se da alrededor del **conocimiento**. Etimológicamente “**conocer**” viene del latín cum-gnoscere que significa "nacer con"; se entiende entonces como nacer con el objeto, con la realidad que se ha de interpretar y comprender. El maestro asiste al estudiante para que nazca con la realidad que es objeto de estudio.⁵⁵

Enseñar es, fundamentalmente, dar a los alumnos oportunidad para manejar inteligente y directamente los datos de la disciplina, organizando, dirigiendo y controlando experiencias fructíferas de actividad reflexiva; o sea que significa dirigir con técnicas apropiadas el proceso de aprendizaje de los alumnos en la asignatura. (Alves de Mattos, 1999)

En conclusión, **la enseñanza** es uno de los aspectos con un enorme peso en el proceso instruccional. En ella se ponen en juego los saberes del **docente**, su capacitación y profesionalismo, su pericia frente al manejo del grupo de alumnos, su liderazgo, su verdadero compromiso con la tarea, su dedicación y responsabilidad y el sentido de pertenencia que el mismo posee, ya sea como parte integrante de un sistema, la Institución, o en sus relaciones cotidianas con sus pares y con los estudiantes. Todo esto desde el ámbito del profesor y su desempeño.

También intervienen las características del grupo - aula y de cada **alumno** en particular. Aquí cobran importancia los rasgos de los jóvenes que cada ciclo lectivo integran el curso, sus conocimientos previos, sus hábitos y estrategias de estudio, su preparación para la Universidad, su grado de madurez, su responsabilidad y aceptación del compromiso asumido, entre otras. Todo esto desde el contexto del alumno y sus competencias.

La enseñanza no es sólo el conjunto de los conocimientos o saberes sobre una disciplina, impartidos en el aula, sino que involucra también las acciones llevadas a cabo por las personas, el método - como conjunto de estrategias - seleccionado para tal fin y los resultados obtenidos de la interacción de los mismos.

⁵⁵ Maldonado G. Modelos de enseñanza. La Enseñanza una aproximación desde la Didáctica. Revisado agosto de 2004 de: http://vulcano.lasalle.edu.co/~docencia/propuestos/cursoev_ensen_eval.htm

El proceso de enseñanza debe orientarse mediante objetivos claros y medibles, los que tienen en cuenta las características de los conocimientos a impartir, las particularidades del grupo -aula, como estructuras cognitivas previas y competencias, y el rol del docente como quién planifica, diseña, ejecuta y verifica en forma continua la calidad del mismo para rediseñar e implementar medidas preventivas y correctivas.

E) Aprendizaje

De la misma manera que definimos el concepto de enseñanza, se debe dejar en claro qué es el aprendizaje, de qué depende, qué factores intervienen durante este proceso. El aprendizaje constituye un proceso inteligente, eficaz y eficiente. Permite resolver problemas, adaptarse a nuevas situaciones, utilizar contenidos y procedimientos conocidos para generar nuevo conocimiento o corregir aprendizajes anteriores incorrectos o incompletos, transferirlos de una situación a otra en la vida cotidiana, tomar decisiones estratégicas y actuar en forma racional y lógica.

El aprendizaje es el proceso mediante el cual un individuo se apropia de conocimientos, habilidades, actitudes o valores, a través del estudio o de la experimentación. Dicho proceso genera una transformación profunda, persistente, medible y específica en el comportamiento de un individuo y, según algunas teorías, hace que el mismo formule un constructo mental nuevo o que revise uno previo.

Está estrechamente unido a la mediación social, pues al interactuar con el entorno el individuo obtiene conocimientos por medio de la experiencia que ello supone. También está unido al desarrollo humano: afecta y se ve afectado por los cambios biológicos y físicos, psicológicos, de personalidad, de valores, etc. El aprendizaje conduce a cambios de larga duración en el comportamiento potencial. Este concepto se refiere al comportamiento posible de un individuo en una situación dada para poder alcanzar una meta. Sin embargo, el solo potencial no es suficiente: el aprendizaje necesita ser reforzado para que perdure.

Los factores que nos facilitan el aprendizaje son los siguientes:

1. La **motivación**, implica el interés y el deseo puesto en la realización de una tarea o en el logro de una meta. Cuando se estudia un tema se está motivado si:
 - Sabemos exactamente lo que esperamos obtener del estudio.
 - Si realmente nos interesa lograrlo.
2. La **concentración**, es un factor imprescindible para el aprendizaje. Representa poner atención en la labor que se realiza, responsabilizarse frente al estudio y ser consciente de la importancia de lo que se está haciendo. Buscar el significado de las cosas, de los términos, de los conceptos y de los algoritmos, y no remitirse a una mera repetición de datos y contenido, sin sentido, sin organizar una estructura mental coherente y lógica. La concentración se estimula con el mismo aprendizaje; cuanto más se aprende más se siente la sed de aprender.
3. La **actitud**, ya que el aprendizaje es un proceso activo, en constante evolución. Un individuo pasivo frente al proceso de aprendizaje no logra un aprendizaje verdadero, con significado, que permita perfeccionar y mejorar sus estructuras mentales en forma permanente. La actitud positiva, y comprometida implica el logro de un aprendizaje de calidad. Una actitud derrotista implica el fracaso.
4. La **organización**, es todos los aspectos es fundamental para el aprendizaje. Se debe organizar el material de estudio, el tiempo dedicado a cada tarea, la secuencias y jerarquías temáticas, los cronogramas áulicos, los cronogramas de evaluaciones, entre otras cosas. Cualquier contenido a aprender debe ser tomado con un enfoque sistémico, globalizador: cada cosa que se aprende pertenece a un todo mayor - a un temático, a una unidad, a un programa, a un diseño curricular.

5. La **comprensión**, otro factor trascendente para el aprendizaje. Equivale al entendimiento, al logro de significados, a tomar parte en la apropiación de contenido, procedimientos, algoritmos, terminología y resolución de problemas.
6. La **repetición**: Repetir no es sinónimo de memorizar; pues existen muchas formas de repetir una lección en forma provechosa. Se puede repasar un tema de diferentes maneras: elaborando preguntas sobre el mismo y buscando sus respuestas, generando redes que interrelacionen conceptos o haciendo gráficos o imágenes que lo representen. Todo esto ayuda a fijar los conocimientos y no olvidarlos con facilidad. La sola repetición no garantiza el aprendizaje pero lo beneficia si se usan herramientas eficaces que apliquen los principios de la motivación, concentración, actitud, organización y comprensión.⁵⁶

Resumiendo, el aprendizaje es el logro de verdaderos cambios en el ser humano, en sus actitudes, en sus conceptos, en su forma de ver la vida; a través de un proceso acumulativo y de formación continua.

A través de diferentes épocas la concepción del “aprendizaje” ha sido considerada bajo diferentes aspectos y atribuidas a distintas causas. La evolución de este concepto será analizada al describir las teorías pedagógicas existentes en el ámbito de la educación y generarán los fundamentos para el modelo resultante.

1.1.2. Elementos del proceso de instrucción

Los elementos básicos que intervienen en un proceso instruccional son: **el alumno, el maestro y el conocimiento.**⁵⁷ La primera forma en que se impartió la enseñanza fue personalizada, o sea de trato directo entre docente y discente, por lo que al proceso

⁵⁶ Escalona Montero, I. Proceso del aprendizaje. Revisado setiembre, 2005, de <http://www.monografias.com/trabajos12/pedalpro/pedalpro.shtml>

⁵⁷ Maldonado G. Modelos de enseñanza. La Enseñanza una aproximación desde la Didáctica. Revisado agosto, 2004, de: http://vulcano.lasalle.edu.co/~docencia/propuestos/cursoev_ensen_eval.htm

instruccional sólo lo afectaban las características particulares de las personas intervinientes y el objeto de estudio. Cuando la enseñanza se institucionaliza, impartándose en escuelas, aparece el rol social de la educación, ya que los resultados obtenidos afectan no sólo al alumno, sino también a su familia y, en forma indirecta a la sociedad en su conjunto.

La enseñanza es hoy una actividad mucho más compleja, con objetivos predeterminados, en la que todo evento es planificado, desarrollado y evaluado, y los elementos destacados, además del docente, el alumno y el conocimiento ya mencionados son:

1. **El diagnóstico:** es el elemento de partida de cualquier proceso. Permite conocer el estado de situación del grupo aula en general, y de cada uno de los alumnos, en particular. Es la primera evaluación formativa que el docente realiza, no incide en la calificación de los estudiantes y su fin principal es proporcionar información descriptiva para determinar el nivel de dominio de ciertos aprendizajes y las competencias potenciales de los mismos. Sustenta las decisiones estrategias del profesor, es dinámico y regula los avances del proceso.⁵⁸
2. **Los objetivos:** son **propósitos** que indican los fines de la educación determinados por la institución, el diseño **cunicular** o el maestro. La pedagogía, disciplina derivada de la filosofía, permite el desarrollo de la enseñanza, mientras que la didáctica aplicada en el aula concreta sus finalidades. Los objetivos pueden estar establecidos por los distintos niveles que educacionales, teniendo especial incidencia en los resultados obtenidos los fijados por el docente para la materia en su conjunto, para cada unidad o para cada tema en particular.
3. **Los contenidos:** son el qué enseñar, son actividades, experiencias y saberes disciplinares. Los contenidos se seleccionan con el fin de lograr los objetivos y propósitos de la enseñanza, se secuencian en el tiempo en un orden lógico de acuerdo a una planificación de dicha enseñanza, la que tiene en cuenta un

⁵⁸ Luchetti, E. y O. Berlanda. 1998. El diagnóstico en el aula. Buenos Aires. Buenos Aires: Magisterio del Río de la Plata.

ordenamiento histórico de los **contenidos**, su grado de complejidad o la necesidad de un saber anterior. Los contenidos no sólo contemplan los **conocimientos cognitivos**, sino que tienen en cuenta todas las conductas humanas tales como las **psicomotrices**, las **sociales** y las **afectivas**. En la educación superior ha existido un predominio del dominio cognitivo, es decir que se han privilegiado los saberes cognitivos frente a los psicomotores y afectivos, suceso que en los últimos años ha sido motivo de intensos debates e investigaciones. Los contenidos son un fin en sí mismo cuando se pretende formar para una profesión y son a la vez una vía de desarrollo de las funciones superiores del ser humano como por ejemplo el pensamiento, el juicio, el razonamiento.

4. **La metodología**: es el conjunto de métodos o técnicas para determinar el cómo se impartirá la enseñanza, es decir cómo se desarrollarán los contenidos para el logro de los propósitos **educativos**. Para que la metodología seleccionada sea la óptima ella debe responder a una lógica psicológica, es decir a la manera como aprenden los alumnos, como por ejemplo mediante procesos inductivos, deductivos, analíticos, sintéticos u holísticos. Se debe tener en cuenta también la forma práctica en la que trabajan los estudiantes, en grupo, individualmente, en el aula, en el laboratorio en talleres, etc.

También es importante definir los papeles que desempeñarán cada uno de los participantes del proceso educativo; si el rol principal lo ejercerá el profesor, o los alumnos, o si se trabajará en forma dinámica e interactiva compartiendo responsabilidades.

La metodología de trabajo permite regular la relación docente alumno de manera muy diferente según se adopten diferentes formas de transmisión del conocimiento científico y se tengan en cuenta las capacidades, inquietudes e intereses previos de los alumnos sobre la materia objeto de enseñanza

5. **Los recursos:** son los mediadores, es **decir** con qué medios se efectivizará la enseñanza. Puede ser la palabra, es decir que el discurso del profesor es el instrumento mediante el cual se **transfiere** el saber a los alumnos (narración, exposición, video – cassetes) y en otros casos se usa la escritura tanto en soporte de papel como libros, revistas, fotocopias o soportes virtuales como hipertexto, Internet, multimedia. También puede utilizarse otros recursos como proyectores de filmas de películas, de audiovisuales, etc.⁵⁹
6. **La evaluación:** mide el grado de logros y está presente en todo momento y en todas las actividades del proceso de enseñanza. La evaluación describe, valora, interpreta y proporciona una herramienta para la retroalimentación continua del docente y para apreciar los avances de los estudiantes.

Todos estos elementos deben ser tenidos en cuenta a la hora de elaborar un proyecto áulico y al evaluar la calidad del mismo. Los estándares e indicadores concebidos para tal fin deben traducir a lenguaje mensurable el nivel de logro de las expectativas propuestas y la interrelación entre los elementos que forman el proceso instruccional.

⁵⁹ Bixio, C. 1999. Las estrategias didácticas y el proceso de mediación, en Enseñar a aprender - Construir un espacio colectivo de enseñanza - aprendizaje, Capítulo II: 35-49. Rosario: Homo Sapiens.

1.2 Teorías Psicológicas y pedagógicas que dan marco teórico al modelo

Las aplicaciones didácticas de las diferentes teorías psicológicas y pedagógicas buscan dar respuesta a muchos interrogantes acerca de cómo desarrollar la enseñanza en el salón de clase.

1.2.1. La teoría de Jean Piaget

Como primera aproximación a los planteamientos de la **psicología genética**, considerada como el principal aporte de Piaget⁶⁰ al conocimiento humano y sus principios generales, se puede destacar que:

- Cuestionó duramente la enseñanza tradicional y la incapacidad de estos métodos para permitir el desarrollo del espíritu experimental en las personas.
- Su propuesta se fundamenta en sus investigaciones experimentales sobre el desarrollo evolutivo del pensamiento en la niñez.
- La experiencia es un factor de primer orden para explicar los mecanismos de adquisición del conocimiento.
- Piaget propuso adaptar los contenidos, las secuencias y el nivel de complejidad de los diferentes grados escolares a las leyes del desarrollo mental.⁶¹

La teoría piagetiana hace especial hincapié en la observación de cómo se conoce el mundo exterior e infiere que el aprendizaje ocurre a partir de la reestructuración de las redes cognitivas internas, representadas en **esquemas y estructuras**.

⁶⁰ Jean Piaget, nació el 9 de agosto de 1896, en Neuchâtel (Suiza) y se interesó por la lógica y la psicología, en la que desarrolló sus investigaciones primero en Zurich y después en la Sorbona, París, donde inició estudios sobre el desarrollo de las capacidades cognitivas.

⁶¹ García González, E. 2001. Piaget: La formación de la inteligencia. Revisado abril, 2004, de: <http://www.cnep.org.mx/Informacion/teorica/educadores/piaget.htm>

El concepto de **conflicto cognitivo** concebido por Piaget, expresa un desequilibrio entre lo conocido por el sujeto, es decir sus esquemas previos, y el nuevo conocimiento al que se enfrenta. Esa crisis produce un cambio cualitativo en las ideas del individuo. (Bixio, 1999) Por esto, al final de un proceso de aprendizaje, se desarrollan nuevos esquemas y estructuras en las operaciones internas de los educandos como una nueva **forma de equilibrio cognitivo**. Las estructuras mentales condicionan el aprendizaje y se modifican por el aprendizaje, es decir, un aprendizaje modifica y transforma las estructuras que a su vez, ya modificadas, permiten la realización de nuevos aprendizajes y el contenido del aprendizaje se organiza en esquemas de conocimiento que presentan diferentes niveles de complejidad, lo que genera la denominada **teoría de la equilibración**.

Las **estructuras** pueden ser consideradas como el conjunto de respuestas que tienen lugar luego de que el sujeto de conocimiento ha adquirido ciertos elementos del exterior. Así pues, el punto central de lo que podríamos llamar la teoría de la fabricación de la inteligencia es que ésta se "**construye**" en la cabeza del sujeto, mediante una actividad de las estructuras que se alimentan de los **esquemas de acción**, o sea, de regulaciones y coordinaciones de las actividades. La estructura no es más que una integración equilibrada de esquemas.

Conocer es, para esta postura, asimilar lo real mediante transformaciones efectuadas por la inteligencia, es decir que la mente humana comprende y construye estructuras a partir de hechos y no por simple acopio.⁶²

En resumen, se puede decir que para esta teoría, el **aprendizaje** de conocimientos específicos depende por completo del desarrollo de estructuras cognitivas y está relacionado con la maduración del educando y su búsqueda del equilibrio. Cuando tiene lugar un desequilibrio o un **conflicto cognitivo**, es decir un desencuentro entre sus estructuras mentales y la realidad, aparece una búsqueda inmediata de una solución a tal situación. Este permanente movimiento entre equilibrio y desequilibrio se realiza mediante dos procesos complementarios: la **asimilación** y la **acomodación**. (Sánchez Iniesta, 1995) La asimilación y

⁶² Boggino, N. 1998. ¿Problemas de aprendizaje o aprendizaje problemático? - Estrategias didácticas para prevenir dificultades en el aprendizaje. Rosario: Homo Sapiens.

la acomodación son dos procesos adaptativos del ser humano, para poder responder con sus estructuras internas a las confusiones cognitivas producidas por el entorno. La asimilación es el proceso por el cual el estudiante interpreta la información que proviene del medio externo, en función de sus esquemas o estructuras mentales, y mediante la acomodación sus conceptos e ideas se adaptan recíprocamente a las características de la realidad. Si los esquemas son insuficientes para asimilar una situación determinada, se modifican los esquemas previos, adaptándolos a las características de la nueva situación.

En el aula el docente puede **provocar estos conflictos cognitivos** usando diferentes métodos, como por ejemplo preguntas o situaciones problemáticas que signifiquen un reto para los saberes previos del estudiante o la aplicación de teorías o conceptos adquiridos con anterioridad. Todo esto debe tener como único fin motivar a los jóvenes a modificar sus conceptos previos para dar paso al descubrimiento de nuevas estructuras, o modificar las anteriores de forma tal que se adapten a la nueva situación y permitan asimilarlas como nuevos aprendizajes.

En cuanto al ámbito educativo, la teoría piagetiana ha ejercido gran influencia, pues para él la educación está relacionada con el crecimiento del individuo en todos los aspectos, social, afectivo e intelectual. Su modelo pedagógico se basa en las interacciones sociales de modo que el aprendizaje se realiza como una construcción personal pero no aislada. Es por ello uno de los pilares fundamentales del constructivismo que sostiene principios generales como:

1. El aprendizaje es un proceso de construcción del conocimiento a través de hechos empíricos, de la manipulación de objetos, de la relación con otras personas; lo que genera mediante la asimilación y acomodación los esquemas cognitivos de cada sujeto.
2. La enseñanza es un proceso que provee a los sujetos las oportunidades y los recursos para el aprendizaje activo. De esta forma cada ser forma su propia estructura mental usando su inteligencia.

La teoría de Piaget ha dejado una profunda huella en el campo del conocimiento y de la educación, por ésto es una de las bases fundamentales de una pedagogía que considera al alumno como un ser con capacidad de descubrir cosas y construir sus esquemas desde la resolución de los conflictos cognitivos.

Sin embargo, la transposición de lo psicológico a lo pedagógico presenta dificultades de principio y de hecho que, en el caso de los trabajos de J. Piaget, y según el especialista piagetiano Rémy Dröz⁶³ (1985) pueden analizarse según tres campos: el *factual* o de los hechos, el *metodológico* y el *teórico*. En el primero no puede darse una transposición pura y simple: la formalidad o enfoque entre la investigación piagetiana en sus experimentos y la interacción áulica son netamente distintos. En el segundo, el *coloquio clínico* carece de finalidad pedagógica y el *diagnóstico operatorio* carece de prospectiva formativa. En el campo teórico, un análisis de conceptos básicos del *corpus* piagetiano como los mencionados anteriormente -operatorio, interiorización, equilibración, acomodación, etcétera.- revela el carácter interpretativo con débil o nula validación empírica y la ambigüedad de los mismos. El *corpus* piagetiano se revela como un *corpus* de ciencia fundamental del que ningún corolario pedagógico se deriva necesariamente. Es así que la mayoría de las aplicaciones a la enseñanza se basan en reinterpretaciones y extensiones de conceptos que Piaget nunca contextualizó en sede áulica y que requerirían de investigación y experimentación (como algunos estudiosos, seguidores de su teoría denominada “epistemología genética”, han intentado).

⁶³ Dröz, R. 1985. Necessità e impossibilità di applicazione dei lavori di Jean Piaget in pedagogía, en *Studi di Psicologia dell'Educazione*, 1985, 4, 2. pp.68-87

1.2.2. La teoría de George Pólya

Las situaciones problemáticas son normales en la vida de las personas. Los estudiantes también se ven enfrentados frecuentemente a la resolución problemas. George Polya⁶⁴ nos propone un modelo para encarar las situaciones problemáticas especialmente en el área matemática, la que se conoce como "la propuesta de Polya".

En sus estudios, enfatizó el **proceso del descubrimiento**, es decir llegar a investigar y conocer cómo es que se derivan los resultados matemáticos. Advirtió que para entender una teoría, se debe conocer cómo fue descubierta. En su famoso libro "*How to Solve It*" – "Cómo Plantear y Resolver Problemas" que se ha traducido a quince idiomas, presenta su modelo para introducir a los alumnos en la solución de problemas, en el que propone un conjunto de reglas y preguntas que direccionan la búsqueda y la exploración de alternativas de respuesta para una situación, en principio desconocida. El método se denomina de los cuatro pasos, los que muestran su visión acerca de cómo actuar ante las problemáticas planteadas:

1. **Comprender el problema.**
2. **Concebir un plan.**
3. **Ejecutar el plan.**
4. **Mirar hacia atrás, es decir examinar lo hecho.**⁶⁵

La heurística moderna (Polya, 1998) analiza las operaciones mentales que intervienen en el proceso de la resolución de problemas y trata el comportamiento humano frente a dichas situaciones. Para este investigador una de las tareas más importantes del maestro es ayudar al alumno requiriendo esta tarea tiempo, práctica, dedicación y buenos principios.

Él considera que si se deja sólo al estudiante frente a un problema, sin ayuda ninguna, puede que el joven no progrese. Pero si se lo ayuda demasiado, tampoco beneficia al educando, ya que éste pierde toda posibilidad de descubrir por sí mismo la solución y de ir

⁶⁴ George Polya nació en Hungría en 1887. Obtuvo su doctorado en la Universidad de Budapest y entre muchos otros temas se dedicó al estudio de la teoría de Probabilidades. Fue maestro en el Instituto Tecnológico Federal en Zurich, Suiza. En 1940 llegó a la Universidad de Brown en Estados Unidos y pasó a la Universidad de Stanford en 1942.

⁶⁵ Polya, G. 1965. *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.

adquiriendo la metodología genérica necesaria para poder abordar cualquier tipo de problema. Hallar el término medio es, tal vez, el desafío más importante para el docente, ya que las situaciones problémicas a plantear en el salón de clases, tiene que ser lo suficientemente complejas como para que no hagan perder el interés de los estudiantes pero a su vez posibles de resolución con los contenidos previos que ellos poseen.

Pólya, que murió en 1985 a la edad de 97 años, enriqueció a la matemática con un importante legado en la enseñanza de estrategias para resolver problemas. Su modelo para “resolver problemas”, si bien tiene aplicación a cuestiones de cualquier índole, es un aporte muy valioso para la enseñanza de la matemática, ya que sus pasos indican un camino muy eficaz para iniciar a los alumnos en dichas estrategias.

Como corolario de su obra ha dejado los "**Diez Mandamientos para los Profesores de Matemáticas**", que se resumen a continuación:

1. Interésese en su materia.
2. Conozca su materia.
3. Trate de leer las caras de sus estudiantes; trate de ver sus expectativas y dificultades; póngase usted mismo en el lugar de ellos.
4. Dése cuenta que la mejor manera de aprender algo es descubriéndolo por uno mismo.
5. Dé a sus estudiantes no sólo información, sino el conocimiento de cómo hacerlo, promueva actitudes mentales y el hábito del trabajo metódico.
6. Permítales aprender a conjeturar.
7. Permítales aprender a comprobar.
8. Advierta que los rasgos del problema que tiene a la mano pueden ser útiles en la solución de problemas futuros: trate de sacar a flote el patrón general que yace bajo la presente situación concreta.
9. No muestre todo el secreto a la primera: deje que sus estudiantes hagan sus conjeturas antes; déjelos encontrar por ellos mismos tanto como sea posible.
10. Sugírales; no haga que se lo traguen a la fuerza.

1.2.3. La teoría de Lev Vigotsky

Vigotsky, psicólogo y filósofo ruso (1896 – 1934), presentó, en la década de los años treinta del siglo pasado, una teoría sobre el constructivismo que destaca la influencia de los contextos sociales y culturales en el conocimiento, y apoya un “**modelo de descubrimiento**” del aprendizaje. Este tipo de modelo resalta el rol activo del maestro, mientras que las habilidades mentales de los estudiantes se desarrollan naturalmente a través de varios caminos de descubrimientos.

Vigotsky, asegura que los adultos o pares más capacitados pueden favorecer el desarrollo de los educandos mediante una colaboración directa en la resolución de problemas, es decir que las personas del ámbito más próximo brindan una orientación para el aprendizaje de conceptos, conductas y procedimientos, y es esto lo que se conoce como "**zona de desarrollo próximo**" o ZDP. La colaboración es definida como una interacción entre docente y alumno, en la cual se intercambian conocimientos, se desarrollan habilidades y destrezas y se aprenden por imitación todo tipo de conductas. (Sánchez Iniesta, 1995)

Los principales supuestos de Vigotsky son:

- La comunidad tiene un rol central. El entorno social del estudiante afecta significativamente la forma en que él "ve" el mundo.
- Deben existir instrumentos para el desarrollo cognoscitivo: el tipo y la calidad de estos instrumentos determina el patrón y la tasa de desarrollo.
- Los instrumentos básicos deben incluir a los adultos, que son importantes para el estudiante, y también la cultura y el lenguaje.
- La “Zona de Desarrollo Próximo”, que pretende marcar la distancia entre el nivel real de desarrollo del estudiante (determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema), y el nivel de desarrollo potencial (determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con un compañero más capaz). (Luchetti, 1998)

La colaboración puede darse de diferentes formas en las prácticas educativas del aula, como por ejemplo: el modelo y la realimentación.

El **modelo** es un proceso en el cual se aprende mediante la observación e imitación de una persona que sirve de patrón de conducta y es un poderoso medio de aprendizaje, ya que los maestros y los pares sirven de modelo tanto para los niños como para los adultos.

La **realimentación** o *feedback* es la información de retorno que suministra al alumno el docente para lograr corrección de las conductas que se quieren construir. En el aula se puede ofrecer la realimentación como comentarios que realiza el profesor al desarrollo de un ejercicio o a los resultados de una evaluación. Estos comentarios generalmente comparan las actividades del estudiante con pautas preestablecidas.

Para Vigotsky el contexto en el cual ocurre la interacción tiene gran importancia para el logro del aprendizaje, y sirve de estímulo para el desarrollo y avance de los aprendizajes. En la clase los contextos interactivos se logran mediante el uso del lenguaje como instrumento de gran poder motivador, pues ésto permite que se elaboren y compartan significados. Cuando las interacciones comunicativas se realizan entre pares, aparecen los denominados "**conflictos cognitivos**" que se describen en la teoría piagetiana, con sus consecuencias en el desarrollo cognitivo. Es necesario, no solo que el par sea más capacitado, sino que se muestre muy seguro para que su interacción se constituya en un "reto" al conocimiento.

Desde el punto de vista de Vigotsky, a diferencia de la teoría de Piaget, el desarrollo es una condición previa que conduce los aprendizajes, es decir que el profesor no necesita esperar que las estructuras cognitivas estén dispuestas para presentar un nuevo aprendizaje. Las nuevas experiencias deben superar a los conocimientos previos para que resulte un desafío para el estudiante la superación cognitiva.

El paradigma Vigostkiano considera que la instrucción y el aprendizaje constituyen importantes factores, "motores" del desarrollo del niño. Entonces, aprendizaje y desarrollo son dos aspectos que contribuyen en el proceso de desarrollo educativo, esto implica que la instrucción y el aprendizaje son responsables del desarrollo de las funciones psicológicas. Por

lo tanto la acción del docente debe no solamente estar orientada al contenido sino también orientada al desarrollo. El educador debe estar consciente del estado cognitivo actual del educando, y de los cambios que pueden producirse con la ayuda del proceso de instrucción.

Las clases expositivas, en las cuales el rol protagónico es del profesor, deben comenzar a perder importancia y ser transformadas en procesos participativos, en el cual el docente es un guía u orientador del aprendizaje. Orientar, por ejemplo, con preguntas y sugerencias, para que los estudiantes exploren su saber previo y encuentren por ellos mismos las respuestas y soluciones a las y conflictos planteados.

Actualmente las situaciones instruccionales en el aula, no se presentan como una relación directa entre docente y alumno, sino que son estrategias de intervención planificadas para un trabajo grupal, y luego se ajustan a las necesidades particulares de cada estudiante. Si bien no se trabaja en la Zona de Desarrollo Próximo de cada individuo como lo plantea Vygotsky, se genera un espacio colectivo de enseñanza y aprendizaje que construye cada profesor con su grupo - aula. (Bixio, 1999)

1.2.4. La teoría de David Ausubel

La **teoría cognitiva del aprendizaje**, propuesta por Ausubel⁶⁶, se fundamenta en la organización del conocimiento en estructuras y en las reestructuraciones que se producen debido a la interacción entre esas estructuras presentes en el educando y la nueva información.

Ausubel distingue diferentes clases de aprendizaje, él sostiene que el aprendizaje no puede incluirse en un solo modelo explicativo, pues cada situación pone al estudiante frente a un tipo distinto de aprendizaje. Surge así la necesidad de distinguir entre **aprendizaje por repetición** y **significativo**, de **formación de conceptos, verbal y no verbal**, de **resolución de problemas**, etc.

La primera gran distinción propuesta es entre aprendizaje **por recepción** y **por descubrimiento**, y la segunda es entre **aprendizaje por repetición** y **significativo**. En ellos están incluidos los demás tipos.

El alumno puede procesar la información que le llega por **recepción** de distintos modos y retenerla, transformarla o codificarla mediante un proceso estrictamente memorístico o repetitivo, como quien estudia las tablas de multiplicar, este es un aprendizaje por **recepción** y **repetitivo**. Puede en cambio incorporar el material que se le brinda para que pueda reproducirlo en el futuro. En este proceso de internalización el aprendizaje se transforma en un aprendizaje por **recepción** y **significativo**. (Sanjurjo, 1994) Existen situaciones en las cuales el aprendizaje por repetición y significativo coexisten, es decir que no son mutuamente excluyentes, por ejemplo en el aprendizaje de los conceptos o de los nombres de los objetos.

Por otro lado, el aprendizaje puede ser logrado por **descubrimiento**, ya sea por **descubrimiento guiado**, tal el caso de la aplicación de fórmulas para resolver problemas, o por **descubrimiento autónomo**, es decir soluciones conseguidas por prueba y error. El rasgo principal de este tipo de aprendizaje es que el material a ser aprendido no se da, debe ser revelado por el alumno antes de incorporarlo a su estructura cognitiva.

⁶⁶ psicólogo estadounidense que nació en Nueva York en 1918

El aprendizaje por descubrimiento es muy diferente al receptivo, ya que el alumno debe buscar la información, reordenarla, relacionarla con su estructura cognitiva previa y alcanzar la transformación de dicha estructura para asimilar el nuevo conocimiento. También, es este caso, el aprendizaje puede ser **por repetición**, como la simple aplicación de fórmulas repetidas veces para hallar una solución, o **significativo**, cuando se parte de un problema desconocido, se realiza la búsqueda de información guiada por el docente o en forma independiente (investigación científica) y se llega a conclusiones que permiten resolverlo e implican la adquisición de un nuevo conocimiento.

Los aprendizajes por recepción y por descubrimiento, según Ausubel, son dos tipos diferentes de procesos que se distinguen, sobre todo, en las funciones que cumplen en el desarrollo intelectual. En su mayoría, los grandes volúmenes de material de estudio se adquieren por recepción, mientras que los problemas cotidianos se resuelven gracias al aprendizaje por descubrimiento.⁶⁷ Asimismo ambas funciones coexisten en algunas situaciones ya que el aprendizaje por percepción también es usado para resolver problemas diarios y el aprendizaje por descubrimiento se usa en el aula para comprender, explicar, integrar y evaluar los conocimientos sobre una materia en estudio. En el laboratorio el aprendizaje por descubrimiento permite llegar al conocimiento científico y hasta realizar grandes descubrimientos.

El aprendizaje por descubrimiento implica el empleo de la inteligencia, no sólo de la memoria. En éste, además, el agente principal es el alumno, no el profesor. Aunque esto último no significa dominio del uno sobre el otro, ni pérdida de status, como muchos erróneamente creen. Sólo se trata de comprender, bajo el sentido común, que en un momento determinado quien tiene que aprender es el alumno, y el profesor contribuye a ello.

En los párrafos anteriores se ha hablado de aprendizaje significativo y por ello se debe ampliar un poco más el concepto. Se dice que un aprendizaje es significativo cuando puede relacionarse con lo que el estudiante ya sabe, sus **contenidos previos**, es decir, cuando puede

⁶⁷ Ausubel, D., J. D. Novak. H. Hanesian . 1997 a. Psicología educativa. Un punto de vista cognitivo. México: Trillas

incorporarse a las estructuras de conocimiento que ya tiene, cuando la nueva información adquiere significado a partir de su relación con los conocimientos anteriores, llamados **organizadores previos**. Además para que exista significatividad es necesario que el alumno posea las estructuras cognitivas necesarias para lograr comprensión y significado.

Aprender significativamente es atribuir significado al material objeto de aprendizaje, mediante la actualización de esquemas de conocimiento relacionados con la situación pertinente. Estos esquemas no se limitan a asimilar la nueva información sino que, por el contrario, supone una continua revisión, modificación y enriquecimiento que permiten actualizar las conexiones entre los distintos contenidos. (Coll, 1991)

Resumiendo se puede decir que el aprendizaje significativo debe reunir las siguientes condiciones:

- Lo que se aprende no debe ser arbitrario, debe poseer significado lógico.
- El contenido debe estar organizado en una estructura en donde sus partes se encuentren relacionadas entre sí.
- Quien aprende necesita tener buena disposición, deseos, ganas de aprender, es decir, que tenga algún motivo para esforzarse a aprender significativamente.
- Las estructuras cognitivas del discente requieren del desarrollo necesario para aprender los contenidos correspondientes.
- Para que se produzca el aprendizaje significativo se debe transformar el significado lógico de los contenidos en significado psicológico en el aprendiz, es decir, debe lograr comprensión.⁶⁸

⁶⁸ Ausbel, D., J. D. Novak. H. Hanesian . 1997 b. Psicología educativa .Un punto de vista cognitivo. México: Trillas

1.2.5. La teoría de Jerome Bruner

Las teorías de Bruner⁶⁹ tienen como punto de referencia a Vygotsky y Piaget, en especial los que se refieren al estudio de la percepción, desarrollo cognitivo y educación, pero se distancia de la teoría piagetiana en sus estudios sobre la adquisición del Lenguaje. Para Piaget, el desarrollo del lenguaje constituye un subproducto del desarrollo de otras operaciones cognitivas no lingüísticas. Bruner piensa que esta teoría tiene el defecto de que no establece una correlación entre el desarrollo del lenguaje y el desarrollo cognitivo, sino que supedita el primero al segundo: el desarrollo cognitivo produce el lenguaje.

Con la Psicología Soviética tiene puntos en común, en la importancia que otorga al **proceso de instrucción**, las formas que utilizan los maestros para presentar aquello que el alumno debe aprender, y la **concepción del aprendizaje como proceso que puede acelerar el desarrollo cognitivo**. Pero el punto de unión más fuerte entre la teoría de Vygotsky y la de Bruner, es que, para ambos, la interacción y el diálogo son puntos clave.

Para Bruner el **aprendizaje** es el proceso activo en el cual los alumnos construyen o descubren nuevas ideas o conceptos, basados en el conocimiento pasado y presente o en una estructura cognoscitiva, esquema o modelo mental. Esta construcción se realiza mediante la selección, transformación de la información, construcción de hipótesis, toma de decisiones y ordenación de los datos.

Para este psicólogo cognitivo el aprendizaje conceptual se cristaliza mediante el uso de redes o mapas conceptuales que permiten estructurar el conocimiento. Mostrar la estructura de

⁶⁹ Este psicólogo estadounidense nació en Nueva York en 1915 y se graduó en la universidad de Duke en 1937; luego fue a Harvard, donde en 1941 consiguió su título de doctor en psicología. Durante la guerra, ingresó en el ejército y trabajó en el departamento de psicología del cuartel. Después de la guerra, volvió a Harvard y publicó en 1947 un trabajo sobre la importancia de las necesidades en la percepción. En 1960, Bruner fundó el Centro de Estudios Cognitivos de la Universidad de Harvard y, aunque no inventó la psicología cognitiva, le dio un fuerte impulso para que fuese considerada como disciplina científica y recibiese el respeto que se merece. Bruner mantuvo la regla básica de la ciencia: observar los fenómenos, y a partir de esa observación, elaborar las conclusiones.

una noción es comprenderla significativamente, o sea entender no sólo el concepto sino también las relaciones existentes entre sus partes o con otros temas.⁷⁰

Asimismo, para este psicólogo la **enseñanza** debe tener como fin principal entusiasmar a los estudiantes a descubrir principios por sí mismos. Entre el educador y educando debe existir un diálogo y un compromiso, donde la función del educador es traducir la información para que sea comprendida por el educando, organizando la nueva información sobre lo aprendido previamente por el estudiante, estructurando y secuenciándola para que el conocimiento sea aprendido más rápidamente.

1.3 Tres paradigmas acerca del proceso instructivo

Lo tratado hasta aquí sólo puede contextualizarse y valorarse cabalmente si se tiene en cuenta que existen diferentes teorías que pretenden explicar el comportamiento humano, comprenderlo, predecirlo y dirigirlo para poder determinar la forma mediante la cual los individuos acceden al conocimiento. En la presentación del capítulo se hace mención a ellas. A continuación se les da tratamiento específico.

1.3.1. El conductismo

Una cuestión que ha generado, a lo largo de la historia, la diferencia básica entre las teorías del aprendizaje es su campo de estudio. El conductismo, en la primera mitad del siglo XX, tuvo como emblema el análisis de la “conducta” humana, basando el aprendizaje en el adiestramiento, la transmisión y el condicionamiento, sosteniendo que no estaban involucrados los procesos mentales.

El conductismo, como teoría de aprendizaje, se centra en el estudio de **conductas observables y medibles** (Good y Brophy, 1990) y afirma que un sujeto reacciona frente a estímulos emitiendo una respuesta en la cual no intervienen procesos internos de su mente y

⁷⁰ Constantino, G. - 1995 a. Didáctica Cognitiva. Buenos Aires: CIAFIC Ediciones.

asigna el protagonismo al **objeto** en el aprendizaje. Algunas personas claves en el desarrollo de la teoría conductista fueron Pavlov, Watson, Thorndike y Skinner.

Su legado más significativo es que ha orientado a la psicología a investigar y buscar soluciones a verdaderas problemáticas relacionadas con la conducta humana. Como el aprendizaje es una forma de modificación de conducta, los procedimientos de transformación de la misma desarrollados por los conductistas han sido de gran utilidad para muchos maestros y escuelas durante las últimas generaciones.

Por otro lado, como aspecto negativo en la educación, puede señalarse su forma de ver a los alumnos como seres pasivos, sin estructuras previas, que adquieren conductas por estímulos del profesor y que sólo reaccionan frente a premios o castigos. El docente, poseedor de los saberes que deben impartirse, es el protagonista del proceso de enseñanza, el que planifica los estímulos y las respuestas esperadas y puede, de esta manera, controlar a los estudiantes eliminando las conductas indeseadas o reemplazándolas por otras que considera de mayor utilidad, sin que el joven pueda expresarse y actuar en forma participativa durante los eventos educativos. Según esta teoría el conocimiento es una copia de la realidad que provoca un cambio estable en la conducta humana y un estímulo determinado provoca siempre la misma respuesta en todos los individuos.

Si bien, en la actualidad, el **paradigma conductivo** ha sido desplazado de los salones de clase, algo de esta teoría parece tener aún utilidades específicas. La adquisición del conocimiento por memorización o repetición puede ser de utilidad para alcanzar nuevas habilidades físicas, manuales, instrumentales, etcétera, o en aquellas situaciones en las que el sujeto necesita realizar una adaptación en el uso de una nueva herramienta. El conductismo parece ser adecuado en el momento del desarrollo de una habilidad como puede ser el uso de herramientas gráficas e instrumentos tecnológicos, donde la práctica repetitiva y la ejercitación constante logran con relativa facilidad y rapidez fijar los reflejos necesarios para adquirir destreza en el uso y desempeño de los mismos. En el caso del aprendizaje matemático, el fluido manejo de un software específico demanda la repetición y memorización de comandos y sentencias para fijar sus instrucciones de uso.

1.3.2. El cognitivismo

A mediados del siglo XX (1950) los investigadores de las psicologías del aprendizaje aún no habían develado uno de los misterios del mundo científico: el enigma de la mente humana. (Gardner, 1996) Para ahondar en este tema algunos psicólogos comienzan a plantear nuevas formas de abordar las problemáticas psicológicas surgiendo las llamadas teorías cognitivas, cognitivistas o psicología cognitiva.

Esta teoría, basando sus estudios en el procesamiento de la información, focaliza sus exploraciones en los **procesos mentales** marginados por el conductismo.

El **Procesamiento de Información** constituye el paradigma dominante dentro del enfoque cognitivo. Los **cognitivistas** se han dedicado de manera especial al estudio de los procesos relacionados con la atención, percepción, lenguaje, razonamiento, aprendizaje, etc. Para ello parten de la creencia de que es la mente la que dirige a la persona, y no los estímulos externos. Desde el punto de vista del proceso de enseñanza y aprendizaje es el alumno quién elabora información construyendo representaciones internas de su propia conducta.

El cognitivismo, que surge en 1950, tiene como mayores exponentes a Piaget, Bruner, Ausubel, Vigotsky. El nuevo paradigma traslada el protagonismo hacia el **sujeto**, que es considerado poseedor de estructuras mentales que le permiten adueñarse del conocimiento. Para esta teoría el sujeto posee estructuras previas que le permiten acceder a nuevos conocimientos, es activo y productor, es el protagonista en el proceso de aprendizaje.

Para la psicología cognitiva la actuación del sujeto está determinada por sus **representaciones internas** del mundo exterior y dichas representaciones son las que le permiten procesar la información, codificarla, transformarla, almacenarla y recuperarla en el momento oportuno para la producción de nuevo conocimiento.

Los cognoscitivistas reconocen la importancia que tiene, en la adquisición del conocimiento, la relación del individuo con su entorno, con otras personas y con la realidad cotidiana. No restan trascendencia a los contenidos que se adquieren por repetición y destacan

la función del reforzamiento pero como instrumento de retroalimentación para favorecer la fijación del conocimiento y para realizar correcciones. En estos aspectos no se contraponen con el conductismo, pero si destacan el **papel fundamental de la mente humana** como gabinete procesador de la información y principal responsable en el proceso de aprendizaje.

1.3.3. El constructivismo

El constructivismo es un enfoque que considera al individuo no como una copia de la realidad, es decir un ser que recibe información acerca de un objeto en estudio y la asimila pasivamente, ni tampoco como un producto de sus representaciones internas; sino como un ser social capaz de realizar la construcción de su propio conocimiento, usando estructuras previas almacenadas en su mente y manteniendo una interacción muy fuerte con el ámbito que lo rodea.

Se sustenta en la afirmación de que cada individuo construye su propia visión del mundo a través de sus experiencias y de acuerdo a lo que le permiten sus esquemas mentales. Trata de preparar a las personas que aprenden para poder resolver problemas en diferentes condiciones y en situaciones de incertidumbre.

El **enfoque constructivista**, que nace en la primera mitad del siglo XX, posee características diferenciales con respecto al conductismo, teoría que consideraba al alumno como un ser pasivo, receptivo y que aprendía por recepción o simple repetición, centrando el aprendizaje en el objeto. El constructivismo se concibe como una derivación del enfoque cognitivo que se desarrolla a partir:

- De la Epistemología Genética de Piaget, de la asimilación y acomodación generadas a partir de un conflicto cognitivo y de la elaboración de esquemas y estructuras mentales explicada en el apartado 1.2.1;

- Del aprendizaje por descubrimiento, y la “zona de desarrollo próximo” de Vygotsky, analizada en el apartado 1.2.3;
- Del aprendizaje significativo y los organizadores previos de Ausubel, expuesta en el apartado 1.2.4;

Puede decirse que en esta visión de la adquisición del conocimiento el alumno es el responsable último de su propio proceso de aprendizaje y nadie puede hacerlo por él. La importancia radica en el rol que desempeña el alumno como personaje activo, orientado en esta actividad por un docente o un tutor que es el facilitador de la información y el que lo acerca al descubrimiento de nuevos contenidos, pero no intenta en ningún caso sustituir la actividad mental constructiva del alumno. El estudiante no es sólo activo cuando manipula, explora, descubre o inventa, sino también cuando lee o escucha las explicaciones del facilitador.

Los educandos construyen su conocimiento mediante el descubrimiento de hechos o sistemas que ya existen con anterioridad pero que, para su universo, son aún desconocidos y para ello debe traer a su mente organizadores previos anclados significativamente en su memoria. Este proceso permite modificar y perfeccionar viejas estructuras incorporando conocimientos nuevos para adaptarlos y lograr el “equilibrio cognitivo”.

La teoría constructivista estimula la **participación** de los estudiantes en su aprendizaje y enfatiza la comprensión, como objetivo de la enseñanza, en lugar de la memorización de hechos, fechas o secuencias. Desde esta perspectiva se ve al alumno como un ser activo que es artífice de sus propias estructuras cognitivas, las modifica y esto genera el aprendizaje.

En general, se asigna al **constructivismo**, un papel destacado frente al **conductismo**, modelo que solo considera al alumno como un espectador, receptor de toda información brindada por el profesor, quien es el que enseña y transmite contenidos como un ser superior. La meta de la enseñanza, para este enfoque, es la comprensión que sustituye a la memorización propiciada por el conductismo.

Del cognitivismo se desprende el **paradigma del constructivismo**, pues el primero considera al aprendizaje como un proceso de decodificación de la información para otorgarle significado, lo que determina representaciones mentales a largo plazo que guían los actos de una persona y su relación con el entorno. Es decir que los cognitivistas se interesan por el análisis de cómo se construyen dichas representaciones mentales en el sujeto que aprende. Los constructivistas también propician al sujeto como ser activo constructor de sus conocimientos, pero que se involucran con sus pares o un experto durante dicho proceso de construcción; es decir que el individuo es un ser social que tiene una permanente retroalimentación del ámbito que lo rodea y que favorece la organización final de sus estructuras cognitivas.

Como ya hemos comentado, todo el trabajo empírico de Piaget intenta demostrar que en la sucesión de **niveles cognitivos** existe siempre una reorganización del nivel anterior. La búsqueda permanente del equilibrio hace que en un nivel se corrijan estructuras erróneas o incompletas del nivel anterior y esto posibilita el conocimiento.

Existen diferentes visiones dentro de esta teoría, los constructivistas radicales afirman que un alumno no puede llegar a entender las leyes de Newton si no puede redescubrirlas, pero esto implicaría un esfuerzo y un tiempo realmente importantes y sería un obstáculo para muchos de ellos. Si bien se debe motivar a los estudiantes a crear sus esquemas cognitivos, no pueden hacerlo solos y por ello, es vital la orientación y guía del docente, de un tutor u otra persona que les brinde herramientas y asesoramiento. Los alumnos pueden observar hechos y situaciones, hacer una falsa interpretación de los mismos y llegar a conclusiones equivocadas si no se les brinda información básica sobre el tema investigado y es justamente, el profesor quien direcciona esa búsqueda y la aproximación hacia los aprendizajes verdaderos.

El concepto de constructivismo admite numerosas acepciones y **puede hablarse de varios tipos de constructivismo**. De hecho, es una posición compartida por diferentes tendencias de la investigación psicológica y educativa. Entre ellas se encuentran las teorías de **Piaget, Vygotsky, Ausubel, Bruner y la Psicología Cognitiva**.

Esencialmente, el constructivismo posee una visión particular del individuo, ya sea en sus representaciones cognitivas, sociales y afectivas, considerándolo una entidad que se va construyendo día a día como resultado de la interacción entre el medio que lo rodea y sus propios intereses internos. En consecuencia, según la posición constructivista, el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una **construcción** del ser humano. Cada ser humano lleva a cabo dicha construcción tomando como base los esquemas que ya posee, es decir, con lo que ya construyó en su relación con el medio que lo rodea.

Resumiendo, se pueden sintetizar tres miradas constructivistas diferentes con puntos comunes:⁷¹

1. El aprendizaje es una actividad solitaria.

Es la visión de Piaget, Ausubel y la Psicología Cognitiva. Se basa en la idea de un individuo que aprende al margen de su contexto social. Se aprende por acción del Sujeto sobre el Objeto de conocimiento. A la hora de la Teoría se concede un papel a la cultura y a la interacción social, pero no se especifica cómo interactúa con el desarrollo cognitivo y el aprendizaje.

2. Con amigos se aprende mejor.

Esta posición ha sido mantenida por investigadores constructivistas que sostienen que **la interacción social favorece el aprendizaje mediante la creación de conflictos cognitivos que causan un cambio conceptual**. Es decir, el intercambio de información entre compañeros que tienen diferentes niveles de conocimiento provoca una modificación de los esquemas del individuo y acaba produciendo aprendizaje, además de mejorar la motivación. En definitiva: en este enfoque se estudia el efecto de la interacción y el contexto social sobre el mecanismo de cambio y aprendizaje individual.

⁷¹ Lahitte, L.E. ¿Qué es el constructivismo? Revisado diciembre, 2005, de <http://www.educainformatica.com.ar/docentes/tuarticulo/educacion/constructiv/>

3. Sin amigos no se puede aprender.

Esta sería la posición vigotskiana radical que en la actualidad ha conducido a posiciones como la "cognición situada" (en el contexto social). **Desde esta posición se mantiene que el conocimiento no es un producto individual sino social. Así pues, cuando el alumno está adquiriendo información, lo que está en juego es un proceso de negociación de contenidos establecidos arbitrariamente por la sociedad.** Por tanto, aunque el alumno realice también una actividad individual, el énfasis debe ponerse en el intercambio social. Como probablemente resultará evidente, el peligro de este enfoque es el riesgo de la desaparición del alumno individual, es decir, de los "procesos individuales de cambio".

Las posturas antes citadas no son excluyentes, sino que por el contrario son complementarias y todas ellas enriquecedoras del proceso de enseñanza y aprendizaje.

1.3.3.1. El constructivismo en el aula

Todo aprendizaje constructivo supone una elaboración que se realiza a través de un proceso mental que concluye cuando se ha adquirido un conocimiento nuevo. Pero en este proceso no es sólo el nuevo conocimiento importante, sino, y sobre todo, la habilidad de construirlo. Es decir, el pensamiento ha abierto nuevas formas de acción, no reconocidas hasta ahora pero que desde este momento constituyen una herramienta invaluable para el alumno.

El conocimiento que no es construido por el estudiante, éste no puede apropiárselo y, por lo tanto, no pasa a ser un conocimiento general, sino que queda vinculado a la solución del problema o a la realización de la tarea para la cual fue analizado.

Un aprendizaje recibido por simple percepción y en forma memorística no puede asociarse con las estructuras cognitivas previas y por ello jamás logra la interrelación entre lo ya conocido y lo nuevo. Así la estructura cognitiva pasa a integrarse de segmentos sueltos, sin

relacionar, que jamás permitirán modificar viejas estructuras para adecuarlas a nuevos contenidos y mucho menos ordenarla en forma lógica.

Una de las particularidades del constructivismo es su visión positiva del error, ya que también se aprende desde el error, algo propio de la búsqueda de algo nuevo, de la propuesta de soluciones alternativas, del tránsito por caminos nunca antes recorridos.

En el aula, cuando se aplica este modelo se parte de premisas:

- El alumno ya tiene algún conocimiento y experiencia previa a partir de los cuales se puede realizar la construcción de los nuevos.
- Al alumno no conoce sobre lo que va a aprender pero tiene posibilidades, o sea organizadores previos, para encarar la tarea.
- El docente tiene un rol muy distinto al que se da en una clase magistral o expositiva, es un moderador, coordinador, facilitador, mediador y participante en el debate. Trata de generar conflictos cognitivos para motivar al auditorio, pide argumentos a todas las respuestas, ya sean por sí o por no y remarca los conceptos puestos en juego.
- Jamás censura la opinión de sus alumnos y no critica las respuestas dadas. Sólo orienta al grupo, en una puesta en común a que emitan su opinión acerca de la postura planteada y conduce hacia el descubrimiento del acierto.

En síntesis: se estimula el "saber", el "saber hacer" y el "saber ser". Lo **conceptual**, lo **procedimental** y lo **actitudinal**.

Se busca superar el aprendizaje mecanicista por un aprendizaje de calidad, que el joven entienda de qué se trata, lo relacione con otros aprendizajes, con expresiones de la vida social, de las artes, de la tecnología, de las ciencias. Todos los aspectos antes analizados han sido orientadores del modelo didáctico sugerido en esta investigación y direccionan el desempeño del docente en cada episodio educativo. También sirven de base para la planificación de las actividades áulicas, así como también los *tests* para determinar el logro de los estándares

mínimos de dominio de contenidos, procedimientos y transferencia para la resolución de problemas comunes con otras disciplinas.

En la actualidad, el constructivismo se relaciona íntimamente con la mediación social. Según Sfard (2001) la comunicación no es una herramienta que sirve al pensamiento y a la cognición, sino que el pensamiento es una forma particular de interacción comunicacional necesaria para el aprendizaje. Para él la adquisición del conocimiento está íntimamente relacionada y depende del buen uso de la comunicación y de la participación en un colectivo.

El aprendizaje matemático implica el dominio de un discurso reconocido como matemático por la comunidad de expertos, el que permite la construcción de nuevos conocimientos en forma activa y participativa dentro de una micro comunidad: el aula.

1.4 Los modelos de enseñanza

Educación significa perfeccionar las facultades humanas, educar la inteligencia y dirigir la voluntad, hacia la formación del carácter, logrando una personalidad digna y capaz de elevar toda acción humana.⁷²

Para lograr las metas citadas anteriormente, el educador, además de poseer una fuerte vocación por la enseñanza y por la disciplina que enseña, tiene que estar muy bien formado en su profesión, debe estar dotado de técnicas y procedimientos eficaces que le sirvan de instrumento a la hora de beneficiar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

La enseñanza es un proceso muy complejo, sobre todo en el campo universitario, donde un profesor no solo debe transmitir a sus alumnos conocimientos sólidos en lo que respecta a la profesión para la cual se están formando, sino también en sus actitudes como futuros profesionales, en sus hábitos, en su lenguaje, en su escritura y ortografía y promover en ellos

⁷² Ramos Ruíz V., M. del C. Importancia de los modelos de enseñanza. Revisado mayo, 2004, de <http://www.uag.mx/63/a02-02.htm>

ese deseo continuo de perfeccionamiento, de conocer siempre algo más, de cuestionarse: ¿qué pasaría si ...?

Un buen docente universitario, y en general en todos los niveles, debe guiar a sus estudiantes a ser personas de bien, que no eludan el sacrificio y las responsabilidades inherentes a las incumbencias que la Universidad les otorgará. Cada alumno debe trabajar en su **autoformación**, y aprender del mismo modo en que va a desarrollar su vida laboral, debe realizar un aprendizaje **isomórfico**, y por lo tanto **significativo**, de conocimientos, destrezas y valores. Por todo ésto la enseñanza debe ser un proceso de **carácter sistémico**.

Con la mira en estos conceptos la pedagogía presenta **modelos de enseñanza** que ayudan al educador a:

1. organizar las actividades educativas planificando objetivos, ya sean cognitivos, procedimentales o actitudinales.
2. proyectar el desarrollo de su asignatura, ya sea una clase, una unidad didáctica o todo un programa.
3. promover la motivación de los alumnos, propiciando el interés en cada instancia.
4. adecuar los estilos de aprendizaje a los requerimientos de cada alumno, del grupo, de la materia, de los objetivos prefijados y a su propio paradigma de enseñanza.
5. disminuir el desinterés y la deserción.
6. determinar cuáles son los recursos necesarios, tanto materiales como humanos para el pleno logro de sus objetivos.
7. seleccionar sus líneas de acción de acuerdo a cada tema o a las interrelaciones entre distintos temas o distintas asignaturas.
8. lograr la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad.

9. escoger los métodos óptimos de evaluación, ya sea formativa, sumativa, parcial o total, de los alumnos o la autoevaluación o *feedback*.
10. conocer sus propios roles así como también los roles de sus alumnos.
11. orientar a sus estudiantes con precisión guiándolos en sus progresos y realizando un seguimiento adecuado.

Como el objetivo de esta investigación es generar un modelo provisional que optimice, mediante la aplicación de pautas de calidad, la enseñanza de la matemática en el primer nivel universitario; se hace a continuación una reseña de diferentes modelos que se han presentado a través del tiempo dejando cada uno de ellos una huella profunda en las metodologías áulicas.

1.4.1. El modelo de John Dewey: Aprender haciendo (*learning by doing*)

La teoría del conocimiento de Dewey⁷³ se basaba en la "necesidad de comprobar el pensamiento por medio de la acción si se quiere que éste se convierta en conocimiento".⁷⁴ Por ello se propuso elaborar una pedagogía basada en la sencillez y la funcionalidad de las experiencias cotidianas y en la importancia instrumental de los recursos.

Dewey estaba convencido de que no había ninguna diferencia en la asimilación de las experiencias por parte de los niños y de los adultos. Todos son seres activos que aprenden

⁷³ John Dewey fue el filósofo norteamericano (1859 - 1952) de mayor trascendencia que generó una gran controversia de la primera mitad del siglo XX en los Estados Unidos.

A lo largo de su amplia carrera, Dewey desarrolló una filosofía en la cual defendía la unidad entre la teoría y la práctica. "Enseñar a aprender", "enseñara buscar los recursos que demanda la solución de una situación real y concreta" y, "aprender para la vida" son frases que caracterizan el pensamiento de este filósofo.

Dewey obtuvo un puesto en la Universidad de Chicago en el otoño de 1894, invitado especialmente por el presidente de la recién fundada institución, William Rainey Harper. Durante los 10 años que pasó en Chicago (1894-1904), Dewey elaboró los principios fundamentales de su filosofía de la educación y empezó a vislumbrar el tipo de escuela que requerían esos principios. Allí, luchó intensamente por la creación de la "escuela experimental" en la cual comenzó a desarrollar una teoría del conocimiento que se oponía a los dualismos entre mente y mundo, pensamiento y acción, que habían caracterizado a la filosofía occidental desde el siglo XVII.

⁷⁴ Smith, M. "John Dewey". 2001. Revisado noviembre, 2004, de <http://www.infed.org/thinkers/et-dewey.htm>

mediante el desafío que implica la presentación de situaciones problemáticas a resolver, las que motivan y despiertan al interés como fuente trascendental de inspiración. El pensamiento es una fuente invaluable para encarar la resolución de problemas de la experiencia y el conocimiento es la recolección de saberes generados a través de los diferentes planteos surgidos en el debate y la búsqueda de dicha solución.

John Dewey (1910) en su obra “*How we think*” establece cinco pasos para alcanzar el pensamiento reflexivo, que actualmente se asocia con el método científico:

1. percibir una dificultad
2. identificar y definir la dificultad
3. proponer soluciones para el problema: formular hipótesis
4. deducir las consecuencias de las soluciones propuestas
5. verificar la hipótesis mediante la acción.

Todos estos pasos resumen la actividad del estudiante y sintetizan la labor de un profesional universitario actual, por lo que su modelo muestra aspectos con validez aún en la sociedad contemporánea y evidencia la importancia de ser considerado como antecedente relevante para la elaboración de estrategias didácticas.⁷⁵

Este filósofo abordó en su época, cuestiones que aún hoy están vigentes y que son motivo de debates y controversias en todos los niveles educativos; por ejemplo, la naturaleza científica de la educación, la relación entre la teoría y la práctica y el valor educativo del pluralismo democrático para el desarrollo de hábitos inteligentes y morales.

Él afirmaba que los niños no ingresan a la escuela con sus mentes en blanco, como seres pasivos, dedicados a absorber todos los conocimientos que el maestro incluya en sus lecciones. Cuando el niño ingresa a la escuela ya es un ser activo y el propósito de la educación es detectar todo su potencial, sus vivencias, sus saberes y orientarlos con fines

⁷⁵ Labarca Carranza, A. El método científico aplicado a las Ciencias de la Educación. Revisado diciembre, 2005, de http://www.umce.cl/publicaciones/mie/mie_modulo1.pdf

provechosos para él y para la sociedad. Cuando el niño empieza su vida escolar, lleva en sí cuatro “impulsos innatos: el de comunicar, el de construir, el de indagar y el de expresarse de forma más precisa” que constituyen “los recursos naturales, el capital para invertir, de cuyo ejercicio depende el crecimiento activo del niño”.⁷⁶

Además, cada alumno llega a la escuela con características propias del ambiente donde crece y se desarrolla, es decir con vivencias y experiencias proporcionadas por su hogar y por el entorno en que vive y el docente debe encausar toda esa carga de experiencias previas dirigiendo las actividades áulicas hacia el logro de metas eficaces.

Dewey, propiciaba la escuela centrada en actividades realmente constructivas, en la que todas las tareas se orienten en dos principales direcciones: una es dar a la educación un marco social constructivista, y la otra, permitir a los estudiantes el contacto con la naturaleza, que es la que brinda la materia prima para tales construcciones. Por ello, en su escuela de Chicago, conocida como la “Escuela de Dewey”, pues en ella se propiciaban sus ideas sobre la psicología funcional y la ética democrática que guiaban sus líneas de acción, se dividió a los niños por edades y cada uno, en su etapa tomaba distintos aspectos empíricos para, a partir de ellos generar el conocimiento.

La escuela experimental de Dewey, finalmente fue blanco de muchos opositores, quienes afirmaban que no se podía transferir el modelo a toda la escuela norteamericana, ya que a ella asistía un grupo reducido de alumnos, de una clase social con poder económico, hijos de familias de profesiones liberales, libres de los conflictos y desigualdades sociales tan presentes en toda la sociedad, incluso hasta nuestros días. Asimismo los docentes eran profesionales de muy buen nivel académico, bien calificados y relacionados con instituciones educativas de primer nivel.

⁷⁶ Revista Perspectivas: revista trimestral de educación comparada. 1999 - b (París, UNESCO: Oficina Internacional de Educación), vol. XXIII, nos 1-2, 1993, págs. 289-305. ©UNESCO: Oficina Internacional de Educación.

1.4.2. El modelo de Howard Gardner: Las inteligencias múltiples

Howard Gardner (1943-) define la **inteligencia** como la **capacidad de resolver problemas, para generar nuevos problemas o elaborar productos y ofrecer servicios que sean culturalmente valiosos.**⁷⁷

Este modelo ha ampliado el concepto de inteligencia y ha tenido un impacto muy fuerte en el pensamiento y en las prácticas educacionales, sobre todo en los Estados Unidos. Howard Gardner ha sido verdaderamente el creador de un nuevo paradigma en lo que atañe a la estructura de la mente y al concepto de inteligencia.

Gardner afirma:

*“Quiero que los chicos entiendan el mundo, no porque el mundo sea fascinante y la mente humana sea curiosa. Quiero que lo comprendan, así ellos estarán en condiciones de hacerlo un lugar mejor. El conocimiento no es sinónimo de moralidad, pero debemos evitar los errores pasados y movernos en una dirección productiva. Una parte importante del aprendizaje se logra sabiendo quiénes somos y qué podemos hacer. El desarrollo del aprendizaje nos puede conducir como seres humanos en un mundo imperfecto, a producir la transformación del mismo para el bien o para el mal.” (Howard Gardner 1999)*⁷⁸

Existen dos puntos a destacar en su teoría; por un lado, Gardner reconoce que la brillantez académica no lo es todo en la vida, un docente puede saber mucho sobre su materia pero puede no saber comunicarlo a sus alumnos, un buen comerciante, puede no haber sido un alumno brillante en su edad escolar, y sin embargo ser exitoso en su vida de negocios. Un excelente deportista puede haber sido un estudiante mediocre. Todos los seres humanos poseen **diferentes tipos de inteligencias**, algunas más desarrolladas que otras, ninguna mejor o peor que otra, solo distintas. En segundo lugar Gardner define a la **inteligencia como una capacidad**, como una destreza a perfeccionar, no como algo innato y no modificable. Esto

⁷⁷ Constantino, G. - 1995 b - Didáctica Cognitiva - Buenos Aires: CIAFIC Ediciones

⁷⁸ Smith, M. “Howard Gardner - *Multiple intelligences and education*” - 2002 a - *The encyclopaedia of informal education*- Revisado agosto, 2004, de <http://www.infed.org/thinkers/gardner.htm>

quiere decir que un ser puede nacer más o menos inteligente, pero puede cambiarse esto mediante una adecuada educación.

Gardner, no niega el componente genético que marca nuestras potencialidades, pero se puede aprovechar las mismas, o desperdiciarlas totalmente, de acuerdo con el medio socio cultural, las experiencias y la educación recibidas.

Ningún deportista nace siendo un deportista de elite, entrena muy duro para desarrollar en condiciones óptimas sus dotes genéticas, de la misma manera que un alumno debe esforzarse para la comprensión y el aprendizaje significativo de la matemática, de la música, de la lengua, etc.

En sus investigaciones en la universidad de Harvard, Gardner identifica ocho tipos diferentes de inteligencia:

1. **Inteligencia Lógica – matemática:** que se utiliza para resolver problemas de dichas disciplinas. Es la inteligencia de los hombres de ciencia, y la que se ha reconocido como la única inteligencia a través de la historia. Indica capacidad para resolver problemas en forma lógica, realizar operaciones matemáticas y llevar a cabo investigaciones científicas.
2. **Inteligencia Lingüística:** la que poseen los escritores, los poetas, los abogados y los buenos oradores. En ella están involucradas la sensibilidad para hablar y escribir, la habilidad para aprender un idioma y la capacidad de usar correctamente un idioma para el logro de objetivos. Es necesario desarrollarla para poder expresarse con precisión y corrección en cualquier aspecto de la vida.
3. **Inteligencia Espacial:** es la inteligencia de los navegantes, los ingenieros, los arquitectos, los escultores, los cirujanos, y todas las personas que forman modelos mentales en tres dimensiones.
4. **Inteligencia musical:** de los cantantes, compositores, bailarines y todos los seres humanos dedicado al arte musical. Está relacionada con la capacidad de reconocer tonos y ritmos musicales y tiene una estructura casi paralela a la inteligencia lingüística, según Gardner.

5. **Inteligencia corporal – kinestésica:** es la inteligencia de las personas que usan su propio cuerpo para desarrollar actividades, es la inteligencia de los deportistas, los artesanos, los bailarines, los acróbatas, etc. Implica el uso de habilidades mentales para coordinar movimientos corporales. La actividad mental está fuertemente relacionada con la física, según la visión de este investigador.
6. **Inteligencia intrapersonal:** es la inteligencia que nos permite entendernos a nosotros mismos, de observar nuestros sentimientos, preocupaciones y motivaciones. Nos ayuda a elaborar un modelo de nosotros mismos y a partir de él aprovechar la información disponible para regular nuestras vidas. En su libro “*Frames of the Minds*”, Gardner la presenta como una parte de las inteligencias personales, con la que se relacionan, pero sostiene que tiene sentido hablar de dos formas de inteligencias personales que interactúan.
7. **Inteligencia Interpersonal:** es la que nos permite entender a las demás personas, sus motivaciones, deseos e intenciones. Nos permite trabajar en equipo con efectividad. Los educadores, líderes políticos, vendedores, terapeutas y religiosos poseen un buen desarrollo de este tipo de inteligencia.
8. **Inteligencia Naturalista:** es la capacidad de distinguir, clasificar y utilizar elementos del medio ambiente, objetos, animales o plantas. Tanto del ambiente urbano como suburbano o rural. Incluye las habilidades de observación, experimentación, reflexión y cuestionamiento de nuestro entorno. La poseen en alto nivel la gente de campo, botánicos, cazadores, ecologistas y paisajistas, entre otros.

Las dos primeras son las que comúnmente se evalúan en la escuela y las dos últimas forman la denominada “**inteligencia emocional**” que nos permite dirigir nuestra propia vida de manera satisfactoria.

Naturalmente todos tenemos las ocho inteligencias en mayor o menor medida, al igual que con los estilos de aprendizaje no hay tipos puros, y si los hubiera les resultaría imposible funcionar. Un ingeniero necesita una inteligencia espacial bien desarrollada, pero también necesita de todas las demás, de la inteligencia lógico matemática para poder realizar cálculos

de estructuras, de la inteligencia interpersonal para poder presentar sus proyectos, de la inteligencia corporal - kinestésica para poder conducir su coche hasta la obra, etc.

Howard Gardner enfatiza el hecho de que todas las inteligencias son igualmente importantes. El problema es que nuestro sistema escolar no las trata por igual y ha entronizado las dos primeras de la lista, (la inteligencia lógico - matemática y la inteligencia lingüística) hasta el punto de negar la existencia de las demás.⁷⁹

Para Gardner es evidente que, sabiendo lo que sabemos sobre estilos de aprendizaje, tipos de inteligencia y estilos de enseñanza es absurdo que los docentes sigan insistiendo en que todos los alumnos deben aprender de la misma manera.

La misma materia se puede enseñar de formas muy distintas que permitan al educando asimilarla partiendo de sus capacidades y aprovechando sus aspectos destacados y desde ya que una educación centrada en sólo dos tipos de inteligencia no es la más adecuada para preparar a nuestros jóvenes para vivir en un mundo cada vez más complejo.

Howard Gardner cuestionó la idea de que la inteligencia es una entidad simple, única, inamovible que surge como resultado de un solo factor, el genético. Con su modelo ha cambiado la teoría sobre el desarrollo cognitivo propuesta por Piaget, ya que ha demostrado en sus investigaciones que un niño, en cualquier estadio de su desarrollo mental puede tener diferentes representaciones numéricas o distinta maduración espacial y visual.

Según él cada ser humano posee un **conjunto de inteligencias combinadas** las que pueden ser aprovechadas tanto con el propósito de construir, es decir con una meta positivista, así como también con el fin de destruir, es decir con un objetivo negativo.⁸⁰

En un principio Gardner no explicó con precisión la influencia de su modelo en el ámbito educativo, pero luego, frente a la demanda de respuestas por parte de muchos educadores estadounidenses sobre la dificultad de enseñar con siete formas distintas de

⁷⁹ Armstrong, T. 1994. *Multiple Intelligences in the classroom*. Association for Supervision and Curriculum Development. Virginia: Alexandria.

⁸⁰ Gardener, H. 1987. *Estructuras de la mente - La teoría de las múltiples inteligencias*. México: Fondo de Cultura Económica.

inteligencia, si ya la educación era una tarea dura con una única inteligencia, él propuso en sus trabajos *The Unschooling Mind*, *Intelligence Reframed*, and *The Disciplined Mind*, algunas sugerencias para las prácticas educativas.

Una amplia visión de la educación: Todas las inteligencias son necesarias para alcanzar un buen nivel de vida y un pleno desarrollo de nuestras facultades. Los docentes deben orientar sus líneas de acción para el perfeccionamiento de todas las inteligencias, no sólo las dos primeras, que son las tradicionales. La comprensión implica el logro de un conocimiento como respuesta de solución en una situación planteada para poder luego aplicarlo en otra. Los estudiantes deben poseer suficientes oportunidades para trabajar en un tema y sus aplicaciones en problemáticas concretas.

Desarrollo de programas flexibles: La comprensión profunda, la investigación, el análisis y la creatividad no se logran con un curriculum muy rígido planificado fuera del ámbito educacional. El curriculum debe adaptarse a las necesidades de cada ámbito educativo y debe ser evaluado y perfeccionado constantemente por cada institución y por cada docente. En este aspecto su trabajo se basa en los lineamientos del modelo de John Dewey.

Búsqueda de la ética y los principios: no debe sólo hacerse hincapié en la transferencia de conocimientos y en el desarrollo de aprendizajes significativos, sino que también es importante enfatizar en la ética y la moral de cada educando. Si no se presta especial atención en el logro de actitudes, valores y principios beneficiosos para la moral del ser humano, nunca se podrá obtener un mundo en el cual se desee vivir.⁸¹

⁸¹ Smith, M. "Howard Gardner - Multiple intelligences and education" - 2002 b - *The encyclopaedia of informal education*. Revisado agosto de 2004 de <http://www.infed.org/thinkers/gardner.htm>

1.4.3. El modelo de Gagné: El procesamiento de la información

Robert Gagné, psicólogo norteamericano (1916-), destacado como profesor en las varias universidades norteamericanas ha realizado investigaciones en el campo del aprendizaje y a él se deben varias obras tales como “Las teorías del aprendizaje” (1970), “Principios básicos del aprendizaje para la enseñanza” (1976) y “Principios para la planificación de la enseñanza” (1976) y trabajos recientes dentro del enfoque cognitivo.

Para Gagné **la enseñanza es un proceso sistémico** organizado para transmitir conocimientos, destrezas y experiencias utilizando diferentes metodologías y recursos. Asimismo, el aprendizaje consiste en adquirir conocimientos sobre alguna cosa, fijar en la memoria conceptos o propiedades acerca de ellas y poder recuperarlos en el futuro cuando se los requiera.

La teoría de Gagné se basa en el modelo del “Procesamiento de la información”, y en ella encontramos una fusión entre **conductismo** y **cognitivismo**.

Por **conductismo**, como ya hemos tematizado, entendemos el análisis de los cambios de la conducta humana, los que se producen por simple repetición de patrones hasta que estos se realizan de manera automática. La teoría del conductismo se concentra en el estudio de conductas que se pueden observar y medir (Good y Brophy, 1990), por ejemplo, después de haber estudiado un tema o una unidad, los estudiantes deben ser capaces de contestar correctamente 90% de las preguntas del examen.

Esta teoría considera a la mente como una “caja negra” en el sentido de que la respuestas a estímulos se pueden observar cuantitativamente ignorando totalmente la posibilidad de todo proceso que pueda darse en el interior de la mente.

El **cognitivismo** por su parte, según Gagné, define al aprendizaje como la adquisición de las estructuras cognitivas a través de las cuales las personas procesan y almacenan la información. Los que sostienen esta teoría no niegan totalmente la existencia del aprendizaje conductista, ya que una parte del conocimiento se logra mediante la relación con otras

personas y la repetición. Por eso se afirma que uno de los principales representantes del cognitivismo fue Jean Piaget, quien postuló una “estructura interna del conocimiento” y “estructuras previas” sobre las que se consolidan los logros de aprendizaje.

Los elementos claves del cognitivismo son:

- **El esquema:** Una estructura de conocimiento interna. La nueva información se compara con las estructuras cognitivas existentes llamada “esquema”. El esquema se puede combinar, ampliar o alterar para dar espacio a la nueva información.
- **El modelo de procesamiento de la información en tres etapas:** Primero el nuevo conocimiento entra a un **registro sensorial**, después se procesa en la **memoria de corto plazo** y **posteriormente** se transfiere a la **memoria de largo plazo** para su almacenamiento y recuperación.
 - a. **El registro sensorial:** La información es recibida a través de los sentidos, la cuál es retenida unos segundos y después tiene a desaparecer o a ser remplazada.
 - b. **La memoria de Corto Plazo:** La entrada sensorial que se considera significativa o interesante se transfiere del registro sensorial a esta memoria. Aquí la memoria retiene la información hasta por 20 segundos o más si se ensaya repetidamente. La memoria de corto plazo puede retener información de dos eventos diferentes hasta por más o menos 7 minutos. Esta capacidad de memoria se puede incrementar si la información se divide en pequeñas secciones que tengan algún significado.
 - c. **La memoria y almacenamiento de Largo Plazo:** El almacenamiento de la información en la memoria a corto plazo se transfiere luego a la memoria de largo plazo. La memoria de largo plazo tiene capacidad sin límite. Algunos datos son incorporados en la memoria de largo plazo mediante memorización y

repetición, pero para alcanzar los niveles más profundos de procesamiento, tales como la generación de vínculos entre la información nueva y la vieja se necesita un procesamiento más complejo y más exitoso.

Según esta teoría, el aprendizaje se define como un cambio en la capacidad o disposición humana, siendo este cambio relativamente duradero. Es un cambio conductual, lo que permite inferir que se logra sólo a través del aprendizaje y que se manifiesta a través de actitudes, intereses o valores. Las informaciones del ambiente entran a través de los receptores del sistema nervioso central y luego pasan al registro sensorial. Luego la información ingresa a la memoria de corto alcance o de corto plazo, en donde se lleva a cabo una codificación conceptual. Para el paso a la memoria de largo alcance o largo plazo hace falta un proceso un poco más complejo. Si la información se relaciona con alguna preexistente, puede ser codificada y llevada inmediatamente a la memoria de largo alcance. También puede suceder que exista una motivación externa muy importante que permita el paso inmediato a la memoria de largo alcance. Otra posibilidad es que no se produzca una codificación adecuada de la información, incurriendo en su desaparición. Gagné plantea la existencia de una sola memoria, en la cual las de corto y largo alcance sean quizás parte de un continuo llamado "memoria".

Una información puede ser recuperada, sólo si ha sido registrada. Esta recuperación ocurrirá a raíz de un estímulo externo, algún elemento que haga necesaria la recuperación de la información, la cual pasará al generador de respuestas. Este generador transformará la información en acción, es decir una manifestación en forma de conducta.

En el enfoque de Gagné existen cuatro divisiones específicas:

- Los **procesos del aprendizaje**: analiza cómo aprende el sujeto y las bases para la construcción de la teoría.
 - El **análisis de los resultados** del aprendizaje: determina los resultados o los tipos de capacidades que aprende el estudiante, y que se dividen a su vez en seis:
-

- a. Conjunto de formas básicas del aprendizaje
 - b. Destrezas intelectuales
 - c. Información verbal
 - d. Estrategias cognoscitivas
 - e. Estrategias motrices
 - f. Actitudes
- Las **condiciones del aprendizaje**: qué es lo que debe ser construido para la facilitación del aprendizaje. Aquí se incluyen los eventos del aprendizaje, acordes al modelo de procesamiento de la información por él presentado.
 - La **aplicación de esta teoría al diseño curricular**: el cual incluye el análisis de la conducta final esperada y el diseño de la enseñanza.

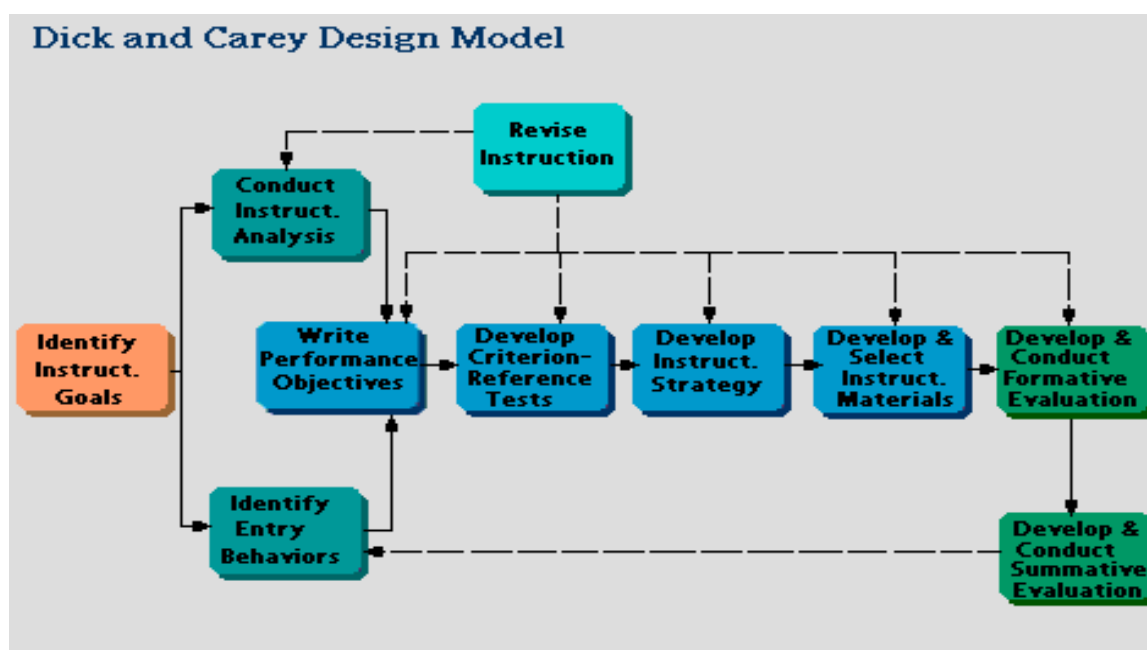
En los últimos años se han realizado muchas investigaciones acerca de las estrategias cognoscitivas y se ha hablado de hábitos de estudio y “aprender a aprender”, pero estos conceptos han sido aclarados con gran precisión en el modelo de Gagné, ya que él define a las destrezas cognoscitivas como habilidades de manejo que una persona va adquiriendo a lo largo de los años, para gobernar su propio proceso de aprendizaje, atención, y pensamiento.

Esta idea nos plantea la existencia de aprendizaje de contenidos y de procesos. Podemos citar la idea de Piaget, de qué y cómo se aprende. Es también relevante la consideración por parte de Gagné de las nueve fases del aprendizaje antes citadas pues en ellas se fijan objetivos y se propone una secuencia que sirve de guía a todo el proceso instruccional.

1.4.4. El modelo de Walter Dick y Lou Carey: La educación como proceso productivo con enfoque sistémico

El modelo de Dick y Carey (1979) propone una metodología de diseño de la instrucción que se basa en la fragmentación de la misma en etapas. La enseñanza está especialmente dirigida al logro de habilidades y conocimientos y debe proveer las condiciones requeridas para la obtención de resultados predeterminados.

El modelo se resume en el siguiente cuadro⁸²



Paso 1: Identificación el propósito de la enseñanza o metas instruccionales

Implica determinar qué capacidades se desean desarrollar en los estudiantes una vez terminada la instrucción.

⁸² Hee-Sun Lee & Soo-Young Lee – 1996 - *Educational Studies - School of Education - University of Michigan*
Revisado agosto, 2004, de <http://www.umich.edu/~ed626/626.html#presentations>

En esta etapa se debe:

- Realizar listas de objetivos.
- Efectuar un análisis de necesidades para establecer las diferencias entre las características de salida de los alumnos actuales con las expectativas de logro fijadas mediante los objetivos propuestos.
- Observar las dificultades de los alumnos para detectar relaciones en los temas de enseñanza.
- Analizar la tarea con la ayuda de alguien experto en el tema.

Paso 2: Conducir el análisis educacional

Se requiere determinar, en esta fase, qué necesitan aprender los estudiantes para lograr la meta instruccional. Como por ejemplo:

- Identificar las competencias y habilidades que se deben enseñar para alcanzar la meta.
- Identificar los procedimientos que se deben seguir para alcanzar dicha meta.

En general es conveniente hacer un diagrama para detectar las competencias, los procedimientos y las relaciones que existen entre ellos.

Paso 3: Identificar los comportamientos y las características de entrada.

En este paso se necesita:

- Identificar las competencias que los alumnos traen para enfrentar la tarea de aprendizaje.

- Detectar cualquier característica específica de los alumnos que puedan ser importantes para diseñar las actividades, tales como las características intelectuales, los rasgos de personalidad, comprensión verbal y lectora.

Paso 4: Escribir los objetivos de desarrollo

Basándose en el análisis educacional realizado y en las características de entrada, se debe redactar un informe acerca de las capacidades que se desean lograr cuando se complete la instrucción para transformar la meta educacional en objetivos específicos y detallados. Esto debería:

- Determinar las condiciones necesarias para el logro de dichas competencias.
- Planear el proceso de aprendizaje sobre información real acerca de las condiciones presentes en los estudiantes.
- Establecer criterios para determinar el éxito del desempeño.

Es importante establecer comportamientos observables y no términos ambiguos para analizar los objetivos de desarrollo. Los verbos que se pueden presentar como ejemplos son: analizar, aplicar, clasificar, categorizar, seleccionar, comparar, completar, computar, definir, demostrar, describir, distinguir, generar, identificar, modificar, producir, especificar y verificar.

Paso 5: Desarrollar criterios de evaluación o pre - test

Esos criterios de evaluación tienen como meta la medición de las habilidades y conocimiento previos de los estudiantes, es decir que tiene una función diagnóstica que será la cimentación para la toma de decisiones dirigidas a alcanzar los objetivos de desempeño fijados.

Paso 6: Desarrollar estrategias de enseñanza

Utilizando la información recabada en los pasos anteriores se deben generar estrategias de enseñanza, es decir establecer cómo se realizarán las actividades educativas y determinar los recursos necesarios para el logro de los objetivos.

Es importante seleccionar métodos de enseñanza variados y acordes con lo que se va a enseñar, tales como: trabajo participativo, estudios de casos, discusiones en grupo, proyectos individuales o grupales, resolución de problemas, entre otras.

Dichas estrategias incluyen:

- Actividades pre – educativas.
- Presentación de la información
- Práctica y retroalimentación.
- Evaluación
- Actividades de seguimiento.

Al seleccionar las estrategias de enseñanza se deben tener en cuenta las características de los alumnos que usarán los recursos educativos elaborados.

Paso 7: Desarrollar y seleccionar recursos para la enseñanza

En base a las estrategias elegidas en el paso anterior se debe seleccionar el material a usar. Por ejemplo:

- Manuales de aprendizaje.
- Guías de instrucción.
- Test, ejercicios y trabajos
- Tareas basadas en programas computacionales

- Tareas usando herramientas multimediales
- Soportes en papel o cualquier medio informático.

Paso 8: Diseñar y realizar evaluación formativa

Cuando se elabora un modelo de enseñanza, el mismo debe ser experimentado con un grupo de estudiantes para recabar datos, analizar resultados y así identificar como el modelo puede mejorarse. Esta evaluación se realiza durante el desarrollo del curso, es decir mientras el proceso de enseñanza se está realizando.

Paso 9: Revisión de la enseñanza

Esta etapa se basa en los resultados de la evaluación formativa y en las dificultades experimentadas por los alumnos en el logro de los objetivos. Estos datos permiten resumir e interpretar las deficiencias de la enseñanza y establecer si los resultados obtenidos en los primeros pasos, como por ejemplo las características de entrada de los estudiantes fueron correctas. Puede resultar necesario rever los objetivos de desempeño y los elementos de evaluación, es decir que tiene como fin implementar medidas correctivas, en el caso de ser necesarias.

Paso 10: Diseño y realización de la evaluación sumativa

Una vez terminado el proceso instruccional, es conveniente realizar una evaluación sumativa para medir la trascendencia de los aprendizaje y los logros obtenidos. Esta evaluación es generalmente realizada por un evaluador externo y se efectúa al terminar el proceso de enseñanza y una vez que la evaluación formativa ha sido completada. Su propósito es extraer conclusiones sobre la validación del modelo y establecer recomendaciones sobre su adopción o rechazo. Mide la eficacia del modelo en su totalidad.

Este modelo considera al proceso educativo como un proceso productivo y lo analiza desde un enfoque sistémico. Esto significa que lo divide en etapas, existiendo en cada una de ellas elementos de entrada y de salida, los que a su vez sirven como insumos para la etapa posterior. Se aplica en él un concepto análogo al de “cliente interno” en un plan de calidad para un proceso de producción de bienes o servicios. Cada fase produce insumos que sirven como materia prima de la siguiente o de varias de ellas y así generan un todo, visto desde un enfoque sistemático, que brinda un producto terminado, de acuerdo con una meta general, objetivos específicos e instancias evaluativas.

1.4.5. El modelo de Charles Reigeluth: La teoría elaborativa

Charles Reigeluth, Ph D. Psicología Instruccional (*Brigham Young University*), Profesor de Educación, director del Programa de Diseño, Desarrollo y Evaluación Instruccional (*Syracuse University and Indiana University*) sostiene que la instrucción se construye en capas y que cada una de ellas es elaborada en base a las ideas presentadas en la capa anterior. Él utiliza el concepto de “Zoom cognitivo”, es decir pasar de lo simple a lo complejo, de lo general a lo específico y cada vez que pasamos de una etapa a la otra el conocimiento se va ampliando y perfeccionando, así como la estructura cognitiva se presenta más clara y precisa.

Se analizan a continuación aspectos importantes para la comprensión de su modelo:

- **¿Cuál es el propósito de la instrucción?**

El propósito de la instrucción es ayudar a las personas a aprender. El objetivo de los diseñadores de la enseñanza es hacer el aprendizaje más fácil, más rápido y más placentero para alcanzar el éxito.

- **¿Cómo hacer una buena instrucción?**

La clave para mejorar la enseñanza es saber qué métodos de instrucción se deben utilizar y cuándo. Es beneficioso pensar en diversos métodos de instrucción como diversas herramientas para tener un amplio espectro, una visión completa de las diferentes situaciones que se pueden presentar y como usarlas en forma óptima. Es imprescindible tener “una base de conocimiento” sobre métodos de instrucción que se suplementan con la creatividad de cada docente.

¿Pero cuáles son las situaciones importantes que permiten seleccionar diversos métodos? ¿Cómo podemos decir qué métodos (herramientas) podemos utilizar y cuándo?

Algunas de las opciones dependen de la naturaleza de:

- el alumno
- el contenido
- las metas
- el ambiente de aprendizaje
- el profesor
- los recursos

Para diseñar el proceso instruccional, se necesitan conocer dos cosas:

- los métodos, o sea las estrategias y las herramientas disponibles.
- las situaciones, o sea cuándo es conveniente usar una determinada herramienta.

- **¿Cuáles son las clases más importantes de aprendizaje?**

El aspecto más importante es reconocer la clase de aprendizaje que se deben transmitir y eso hace que se pueda enseñar mejor.

Benjamín Bloom propone tres dominios básicos:

- Aprendizaje cognitivo (conocimientos), tales como enseñar a alguien a sumar fracciones.
- Aprendizaje físico o motor (procedimientos) tales como enseñar a tocar el piano.
- Aprendizaje afectivo (sentimientos, valores) tales como enseñar a no fumar.

En cada caso se necesita un tipo diferente de modelo de enseñanza.

Los niveles principales del aprendizaje cognoscitivo se pueden clasificar como: **memorización**, **comprensión**, y **aplicación** y muchos contenidos se pueden aprender con cualquiera de estos tres niveles.

Por ejemplo, uno puede memorizar una definición, comprenderla y explicarla con sus propias palabras, relacionarla con saberes previos y luego aplicarla en su vida profesional para la solución de problemas.

Estos niveles se manifiestan de la siguiente manera:

- **Memorización.** Éste es el aprendizaje de memoria. Se da en principiantes que codifican hechos o información en la forma de una asociación entre un estímulo y una respuesta, tal como un nombre, una fecha, un acontecimiento, un lugar o un símbolo. Por ejemplo, éstos son hechos: Colón descubrió América en 1492, $\pi = 3,1417$, $2 + 4 = 6$, ¶ es el símbolo para un nuevo párrafo o las tablas de multiplicación.
- **Comprensión.** Éste es el aprendizaje significativo. Se presenta en estudiantes que relacionan una nueva idea con el conocimiento anterior relevante, tal como entender qué es una guerra revolucionaria. Los comportamientos que indican que ha ocurrido esta clase de aprendizaje implican: comparar y contrastar, elaborar analogías, inferir, y analizar, entre otros.

- **Aplicación.** Esto permite generalizar a nuevas situaciones, o transferir el aprendizaje. Exige a los estudiantes que identifiquen concordancias críticas a través de situaciones, tales como predecir los efectos de los aumentos del precio. El comportamiento que indica que ha ocurrido esta clase de aprendizaje es la generalización con éxito de los conocimientos a una diversidad de situaciones previamente desconocidas.

La memorización, aunque a veces muy importante, es usada en exceso en la mayoría de los procesos de enseñanza. La comprensión es muy importante, pero es relativamente compleja, y no ha recibido mucha atención por los teóricos educacionales en los últimos tiempos. La aplicación es importante y sí ha recibido mucha atención por parte de ellos.

Enseñar contenidos implica enseñar conceptos. Los **conceptos** realmente no existen, son agrupaciones arbitrarias creadas por el hombre de acuerdo a ciertas características que tiene en común un conjunto de cosas, pero también pueden ser hechos, ideas o símbolos. La única realidad tangible de ellos son sus ejemplos y sus definiciones.

La **primera fase** para el aprendizaje de un concepto es **elaborar un prototipo o modelo mental** que reúne las características de la cosa en estudio. Luego, tomando como elemento básico ese prototipo, uno reconoce las analogías y diferencias entre diferentes ejemplos de ese concepto. Esto indica que se realiza una doble tarea de **generalización** y **discriminación**. Existen características críticas que permiten distinguir un concepto del no - concepto, o un ejemplo de un contraejemplo. Surge así la importancia del **concepto previo**, es decir que no se puede hacer una abstracción de un concepto si uno no tiene un referente anterior al aprendizaje que permita vincularlo y asigne sentido o significado al nuevo concepto.

En cuanto a **los procedimientos**, se puede definir una tarea procesal como la realización de un procedimiento, que es una secuencia de actividades para alcanzar una meta. Los sinónimos incluyen método, técnica, habilidad, y regla, entre otros. Un procedimiento puede ser de dos tipos:

- Un procedimiento físico, que exige la ejecución de movimientos físicos, como la ejecución de un servicio en tenis.
- Un procedimiento mental, que exige la ejecución de operaciones mentales, como la adición de dos números en su cabeza.

Realmente, la mayoría de los procedimientos son **una combinación** de actividades físicas y mentales. Un ejemplo es el procedimiento para escribir un informe. Pero generalmente solamente uno de las dos clases de actividades necesita ser enseñada pues la otra ya se conoce. En este caso, asumimos que la actividad física de la escritura ya se domina.

Una persona puede aprender a realizar un procedimiento sin entender porqué trabaja. Por ejemplo, uno puede aprender cómo calcular la fuerza usando la fórmula $F = m \cdot a$ (la fuerza es igual a la masa por la aceleración) sin entender los conceptos, es decir qué es una fuerza o la masa o la aceleración, o sin saber acerca de las correlaciones causales entre ellas, que son principios, por ejemplo: un aumento en la aceleración causará un aumento en la fuerza, o toda fuerza es directamente proporcional a la masa. Los procedimientos se pueden aprender sin tener claro los conceptos ni los principios, es decir en forma mecánica. Los procedimientos determinan la manera que una persona tiene de realizar una actividad e implican el “saber como” se realiza. Por ello se debe prestar mucha atención en ellos y deben ser enseñados con el mismo nivel de trascendencia que los conceptos. Por ejemplo, la suma de fracciones implica el uso de un procedimiento, pero para que sea aplicado con éxito hace falta el dominio de conceptos como el de denominador, el de numerador, el de fracciones equivalentes, etcétera. Lo más importante es que los estudiantes puedan emplear esos procedimientos para resolver situaciones nuevas, desconocidas hasta ese momento.

1.4.5.1. La teoría elaborativa

El objetivo principal de esta teoría, creada por Charles Raigeluth, es ayudar a seleccionar y secuenciar los **contenidos didácticos** con el fin de optimizar los logros de los objetivos educativos.⁸³

Esta teoría se basa en:

- Una secuencia holística destinada a propiciar la creación de significados y la motivación del alumno.
- Una fuente de recursos para el profesor que le permiten tomar decisiones acerca del alcance y la secuenciación del proceso educativo.
- Un enfoque que facilita la rápida elaboración de modelos en el proceso de desarrollo educativo.

El cambio que se ha producido en los últimos años en la enseñanza, que ha desplazado el centro del proceso educativo desde el profesor y los contenidos, hacia el alumno y los valores en general, ha engendrado un **nuevo paradigma en la forma de secuenciar la educación**.

La teoría se basa en:

- Presenta una visión panorámica desde lo más simple a lo más complejo y específico de las ideas.
- Repasa la idea general y muestra las relaciones entre los detalles.
- Provee una elaboración adicional de los detalles.
- Provee una síntesis y un resumen adjunto.

En el **antiguo paradigma** de la era industrial se fragmentaba la educación y se enseñaba, por separado, cada contenido. Actualmente, **la instrucción a partir de modelos**,

⁸³ Raigeluth, Ch. M. 2000 a. Diseño de la Instrucción. Teorías y modelos – Parte I – Madrid: Aula XXI. Santillana

simulaciones, los escenarios basados en objetivos, las estrategias basadas en la resolución de problemas, requieren de **una visión holística**, que permita la integración del conocimiento a la hora de abordar la secuenciación y la simplificación de contenidos y tareas.

Esta teoría elaborativa, tiene como meta principal permitir un enfoque integrador de las actividades para que el proceso educativo resulte significativo y estimulante para los alumnos y para los profesores, quiénes al diseñar los actos educativos potencian la toma de decisiones respecto del alcance y la secuenciación.

La secuenciación de la enseñanza implica la agrupación y la ordenación del contenido. Cada contenido merece un análisis particularizado en cuanto a su secuenciación. El docente debe tomar la decisión respecto al contenido que ha de incluirse en cada uno de los grupos y determinar el alcance y la secuenciación de forma conjunta. El alcance está relacionado con lo que se enseña, es decir con la naturaleza del contenido, el docente debe saber hasta donde el alumno necesita aprender, qué contenidos y con qué nivel de profundidad, lo que lo obliga a determinar:

- El tamaño de cada grupo de contenidos. (Llamado por Jerome Bruner episodio educativo)
- Los componentes de cada episodio educativo.
- El orden de dichos componentes en el seno de cada episodio educativo.
- La secuencia en el tiempo de los distintos episodios educativos.

En el **contexto educativo**, es un poco más difícil determinar los contenidos adecuados y pasar de lo estandarizado a lo personalizado. Cada vez más se impone la idea de que no se puede enseñar lo mismo para todos los alumnos y pretender que lo aprendan todos al mismo tiempo. Esto obliga al docente a diseñar los **alcances** y la **secuenciación** de modos fundamentalmente distintos a los que se han utilizado en el pasado.⁸⁴

El **alcance** de la instrucción en el ámbito educativo depende de:

⁸⁴ Reigeluth, Ch. M. 2000 b. Diseño de la Instrucción. Teorías y modelos – Parte I – Madrid: Aula XXI. Santillana

- Las necesidades de los alumnos.
- Las necesidades de la sociedad toda.
- Las inquietudes de los alumnos.
- La tecnología disponible para el desarrollo de los episodios educativos.
- La flexibilidad del curriculum.

1.4.5.2. Los siete pasos de la teoría de la elaboración

1. Secuenciación

La importancia de la **secuenciación** depende de la **fuerza de las relaciones** existentes entre los temas a enseñar y de la duración del proceso educativo e implica establecer un orden lógico para pasar de lo simple a lo complejo.

Si los temas a enseñar no poseen ninguna relación, como por ejemplo la suma de fracciones y la superficie de las figuras geométricas, el orden con que se los aborde carece de importancia. Si, por el contrario los temas presentan una relación lógica el orden con que se los enseñe determina el éxito o el fracaso del aprendizaje.

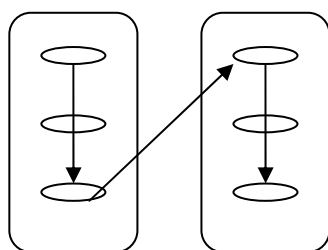
Esta secuenciación puede realizarse de diferentes formas, como una categorización o resumen basada en conceptos, en procedimientos o en principios.

Según lo explicado, las relaciones entre los temas son la clave, es decir que la fortaleza de dichas relaciones determina la secuenciación de la enseñanza. Pueden presentarse varios casos; que la relación entre los contenidos sea **cronológica**, por lo que la secuenciación será **histórica**, mientras que una relación en la cual existe un **orden de ejecución de pasos** será una secuenciación **procedimental**, si la organización depende de los prerequisites del aprendizaje entre las aptitudes y subaptitudes que integran una tarea, se puede hablar de una secuenciación **jerárquica**.

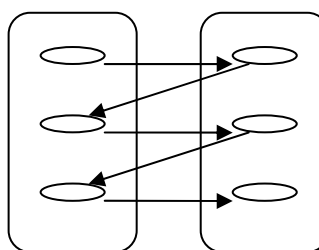
Para enseñar una gran cantidad de temas se puede optar por dos modelos de secuenciación: **temático** y **en espiral**.

La secuenciación temática se trata un tema hasta que los estudiantes hayan alcanzado el grado de profundidad de conocimiento deseado o fijado como objetivo para luego recién pasar al tema siguiente.

En la secuenciación en espiral, (Bruner 1960) el alumno alcanza el dominio de un tema en forma escalonada y después de haber pasado por el mismo varias veces. Aprende primero un tema en forma básica, luego lo relaciona con otros temas y posteriormente vuelve al primero para profundizar sobre el mismo y así sucesivamente.



Secuenciación temática



Secuenciación en espiral

La primera tiene la ventaja de que el alumno adquiere un buen nivel de profundidad en cada tema antes de pasar al siguiente, pero existe el riesgo de que pasado cierto tiempo se olvide del primero y no se adquiere una visión integrada de los conocimientos hasta terminar el curso.

La segunda tiene a su favor que incorpora las estrategias de repaso y síntesis y el alumno puede entender e interpretar mejor las interrelaciones entre los distintos temas, logrando un mayor nivel de profundidad en cada una de las sucesivas pasadas por los mismos. Además al ir retornando a los temas ya estudiados los mantiene frescos en su memoria. El principal inconveniente son las continuas interrupciones que se producen con los pasos de un tema al otro.

De todas maneras no se puede decir que una secuenciación es mejor que la otra, todo depende del contexto en que se las utiliza, lo fundamental es saber elegir cuándo trabajar con

una o con la otra. También se debe tener presente que estas estrategias de secuenciación no se contraponen sino que, por el contrario se complementan y que se puede trabajar con ellas como extremos de un continuo para tomar en cada episodio educativo la secuenciación que se considere conveniente o su combinación.

La **secuenciación elaborativa** tiene como propósito principal dar una visión holística a la enseñanza que en las últimas diez décadas ha sido fragmentada y parcializada sin que los estudiantes lleguen a armar un conocimiento integrado y coherente.

La teoría elaborativa distingue entre **preparación referidas a tareas** y **preparación en el dominio del conocimiento**. La primera tiene como meta convertir al aprendiz en un experto en la realización de una tarea determinada, como por ejemplo la elaboración de un informe, el manejo de un software o la ejecución de un proyecto de una vivienda. La segunda tiene como finalidad hacer del aprendiz un experto en un campo del conocimiento, que aunque sea útil para numerosas tareas no está específicamente relacionado con una actividad, como por ejemplo conocimientos pertenecientes al campo de la física, la matemática o la economía.

2. Organización

El segundo paso elabora una organización de los contenidos secuenciados en el primer nivel. Las relaciones que resultan entre los niveles se organizan de acuerdo a los contenidos.

La **organización de contenidos** se puede categorizar de diferentes maneras:

- Hacia delante: se presentan los contenidos en el orden en el cual se desarrollan.
- Hacia atrás: se los presenta en orden inverso al que se dan.
- En secuencia jerárquica: presentando los subpasos separadamente y luego integrándolos.
- De lo general a lo particular.

- De los simple a lo complejo.

Cada categorización debe examinarse cuidadosamente para determinar si los alumnos han logrado el conocimiento necesario sobre un tema, de lo contrario es necesario recapitular para lograrlo. La organización de las secuencias elaboradas en el primer nivel debe permitir la elaboración de significados para la etapa posterior.

3. Sumarización

Para evaluar lo que ha sido aprendido, es conveniente realizar un resumen para determinar si los conocimientos han sido adquiridos realmente, es decir que implica una revisión de contenidos.

Se puede realizar de dos formas diferentes:

- Dentro de una lección, al finalizar la misma y se relaciona con los contenidos específicos de esa lección.
- Para un conjunto de lecciones: es decir al terminar un conjunto de lecciones que se relacionan y tiene como objetivo verificar los contenidos adquiridos a través de un cierto tiempo.

4. Síntesis

Este paso integra e interrelaciona los contenidos enseñados. La meta es facilitar la comprensión profunda, el aprendizaje significativo y la retención de los mismos mediante la relación con los contenidos previos para el logro de una estructura completa.

5. Establecer analogías

Las analogías se usan para introducir un nuevo concepto o idea utilizando una idea familiar o ya conocida. La presentación de analogías ayuda al docente a la construcción de

conocimiento nuevo a partir de experiencias pasadas logrando así conocimientos o habilidades.

6. Activación de estrategias cognitivas

Existen dos categorías de activadores de estrategias cognitivas:

- Mediante el uso de figuras, diagramas, analogías u otros elementos que induzcan al alumno a interactuar entre las secuencias y los contenidos.
- Mediante la motivación de los alumnos para usar una habilidad cognitiva previamente adquirida.

7. Control del aprendizaje

Este paso está relacionado con la libertad que se brinda a los alumnos para controlar la selección y la secuenciación de los elementos instruccionales tales como los contenidos, la velocidad de aprendizaje, y las estrategias cognitivas.

Como conclusión puede decirse que esta **teoría de la elaboración**, considera que la instrucción se debe organizar en orden creciente de complejidad para alcanzar un aprendizaje significativo. Por ejemplo, al enseñar una tarea procesal, la versión más simple de la tarea se presenta primero; las lecciones subsecuentes presentan versiones adicionales hasta llegar a la más compleja. En cada lección, el alumno repasa primero las versiones enseñadas con anterioridad en un proceso integrado de sumarización y síntesis. La concepción dominante en la teoría de la elaboración es que el estudiante necesita desarrollar un contexto significativo en el cual los conceptos, las habilidades y los principios puedan ser asimilados, apropiados e internalizados en las estructura mentales para convertirse en conocimiento firmemente anclado.

1.4.6. El modelo de Guy Brousseau: Las situaciones didácticas

Para Brousseau⁸⁵, la **didáctica de la matemática** es la ciencia que establece condiciones específicas de la difusión de conocimientos matemáticos útiles al funcionamiento de las instituciones humanas. Observada desde esta perspectiva muy general, la didáctica de la matemática ambiciona describir los intercambios y las transformaciones de saberes a diferentes escalas, tanto en la escala de las relaciones interculturales del mundo como en la de un grupo o una lección particular". (Brousseau; 1994)

Su aporte más significativo fue el desarrollo de la denominada "**Teoría de las situaciones didácticas**". Siendo los constructos principales de esta teoría expuesta por Brousseau en su escuela de Francia, los conceptos de "**situaciones didácticas**", "**contrato didáctico**", "**devolución**" e "**institucionalización**".⁸⁶

Para él, la didáctica de la Matemática es una ciencia en sí misma, cuyo objeto de estudio es la comunicación del saber matemático escolar y la detección de las mejores condiciones para ponerla en práctica. El objeto de estudio de esta didáctica de la matemática, en general, serían las situaciones didácticas que permitan la construcción del conocimiento matemático.

La cuestión central en esta teoría es la comunicación de saberes y cobra así fundamental importancia la interrelación entre el profesor y el alumno alrededor de un cierto objeto de saber. La terna básica es "Maestro – Alumno – Saber", y su preocupación es conocer los procesos pedagógicos elementales que permiten la transmisión de los conocimientos matemáticos.

Guy Brousseau, en su Teoría de las Situaciones Didácticas, desarrollada a partir de 1970 (Brousseau, 1997), considera que el alumno aprende por medio de su **adaptación a un medio** que produce contradicciones, obstáculos y desequilibrios, tal y como ocurre en la sociedad. Tiene en común con la teoría piagetiana que, el estudiante interactúa con el objeto de estudio

⁸⁵ Guy Brousseau, Profesor Emérito en el Instituto Universitario de Formación de Profesores (IUFM) de Burdeos y Doctor Honoris Causa de la Universidad de Montreal, es una de las personalidades más destacadas en la investigación de la educación matemática desde comienzo de los setenta y es un investigador que ha hecho grandes aportes en los últimos años acerca de las metodologías para aprender y enseñar matemáticas.

⁸⁶ Brousseau, G. - 1997 - *Theory of Didactical Situations in Mathematics* - Bodmin: Kluwer Academic Publishers.

en forma permanente para construir el conocimiento. Este conocimiento, es decir el resultado de la adaptación del alumno, se exterioriza a través de nuevas respuestas que evidencian el aprendizaje. La tarea del profesor es entonces organizar dicho entorno de tal forma que la adaptación dé como resultado el desarrollo, por parte del alumno, del conocimiento deseado. Según esta teoría, el aprendizaje en matemática se adquiere a través de saltos y no en forma continua y son precisamente los obstáculos quienes se oponen a tales saltos. Los alumnos tienen conceptos iniciales o básicos y el propósito de la enseñanza es que se originen nuevos conocimientos resultantes del proceso didáctico, en cuyo diseño y control está la esencia del problema. Todo esto se logra a través de problemas que se desarrollan dentro de un contexto social, cuyas reglas (implícitas y explícitas) constituyen lo que ya se ha explicado como “**contrato didáctico**”. En esta interacción tienen lugar diversas situaciones didácticas y es a través de ellas que se valida la solución del problema y se construye el conocimiento personal del alumno, que puede tener carácter de herramienta o de conocimiento que debe ser retenido (Balacheff, 1990).

En su teoría se destaca una fuerte preocupación acerca de las responsabilidades que les corresponden tanto al profesor como a los alumnos, las que se evidencian en las “situaciones didácticas”.

La situación didáctica, uno de los pilares de esta teoría didáctica, se define como – un conjunto de relaciones establecidas explícitas y/o implícitamente entre docente, alumno y medio con la finalidad de lograr que estos se apropien de un saber constituido. (Brousseau; 1982)

Otro concepto clave es el de “**contrato didáctico**”, según el cual el profesor asume su responsabilidad frente a los alumnos, es decir que los estudiantes esperan de él ciertos comportamientos que faciliten la adquisición del conocimiento y despierten su interés; así como también los estudiantes asumen el compromiso frente a las labores asignadas por el docente.

En cada **situación didáctica** existe una definida intención de enseñar por parte del profesor, por lo que se debe mostrar al alumno un objetivo claro para comprometerlo en la resolución de la problemática presentada. Según Brousseau, en todas las situaciones didácticas se establece una relación explícita o implícita de cada participante que define la responsabilidad que cada uno tendrá frente al otro.

El “**contrato didáctico**” no es un papel escrito, ni firmado, que crea derechos y obligaciones entre sus partes, sino que, por el contrario es un compromiso tácito entre ambas partes. Maestro y alumnos contraen derechos y obligaciones en forma implícita y cada uno espera del otro cierto proceder que se oriente a favorecer la transmisión del saber.

El profesor pone en contacto al alumno con el medio, la realidad y los saberes y, al hacerlo, les “**devuelve**” la responsabilidad de su aprendizaje. Una de las labores fundamentales del docente es seleccionar una situación - problema adecuada para iniciar el desarrollo de la “situación didáctica”. Este problema debe ser altamente motivante y despertar el interés de los estudiantes por apropiarse del mismo e intentar resolverlo. Si se logra que el estudiantes se interese personalmente por la situación, entonces se habrá conseguido lo que Brousseau denomina “**devolución del problema al alumno**”.

A través de dicho contrato didáctico se generan situaciones áulicas que favorecen en mayor o menor grado el proceso de enseñanza y aprendizaje. Para esto es necesario construir un modelo que considere todas las posibles interacciones, tanto implícitas como explícitas, que pueden darse en el salón de clase y que intervengan en forma importante en la calidad de dicho proceso.

La “**devolución**” consiste en provocar la interacción del alumno con el medio y para lograr esto la problemática planteada deberá “obligar” a producir un cierto conocimiento a manera de estrategia de resolución. Pero, según advierte Brousseau, no es sencillo comprometer al alumno con la realidad que se le presenta sin la mediación de un contrato didáctico, portador de derechos y obligaciones para maestro y alumnos. En virtud de lo anterior, esta última noción formaría parte esencial de la teoría de las situaciones didácticas y

sería precisamente la que haría explícita la ubicación del sistema Maestro-Alumno-Saber (M-A-S) en el contexto escolar.

La **etapa didáctica de institucionalización**, implica la asimilación del conocimiento construido en el aula al saber construido científicamente. Todo saber se convierte de saber científico, o sea dentro de la institución de producción, en saber dentro del sistema didáctico o sea para ser enseñado. Un concepto no es un concepto absoluto, sino que depende de la institución en la que se encuentra inmerso el sujeto. Se debe distinguir entre “saber institucional”, es decir el saber que se acepta dentro de una institución y el “saber personal”, es decir el conocimiento de un apersona sobre un objeto dado. El saber personal se institucionaliza cuando se identifica con el saber sabio, es decir el reconocido como verdadero por la comunidad científica.

En la teoría brousseauiana existen diferentes tipos de situaciones didácticas:

1. Situaciones centradas en la **acción**, en la que los alumnos se esfuerzan por resolver la problemática propuesta por el profesor, iniciándose así una interacción entre los alumnos y el medio físico.
2. Situaciones basadas en la **comunicación**, en la cual los estudiantes exponen los resultados de su trabajo a sus pares y al docente. O sea que esta situación se basa en la transmisión de información acerca del trabajo realizado.
3. Situaciones basadas en la **validación**, en la que se trata de exponer explicaciones y fundamentos teóricos más que empíricos, para convencer al auditorio acerca de la validez de las afirmaciones.
4. Situaciones de **institucionalización**, en la que se resumen los resultados de las etapas anteriores, se destacan los hechos importantes y que están en un todo de acuerdo con la terminología “oficial”.

Aunque la investigación que Guy Brousseau comprende todo el rango de la educación matemática desde la escuela elemental a la post-secundaria, su contribución principal se

encuentra en el nivel elemental, donde cubre todos los dominios matemáticos, desde los números hasta la geometría y la probabilidad.

1.4.7. El modelo de Yves Chevallard: La transposición didáctica

Chevallard⁸⁷ parte del análisis del **sistema didáctico**, que lo representa como una relación ternaria entre tres componentes fundamentales: el docente, el alumno y el saber matemático. Existen además, según Chevallard, dos tipos de saberes: el “**saber enseñado**”, considerado como saber personal y el “**saber sabio**” o saber institucional. El primero se distancia del segundo de acuerdo a las modificaciones que el profesor genere en su actividad áulica para hacer posible la enseñanza de un determinado conocimiento.

Todo proceso de enseñanza y aprendizaje implica la selección de contenidos a enseñar. El contenido de saber que se selecciona como saber a enseñar sufre desde entonces un conjunto de transformaciones adaptativas que lo hacen apto para ser un objeto a enseñar. El trabajo que transforma un **objeto de saber** en **objeto de enseñanza** se denomina **transposición didáctica**⁸⁸.

En dicha transposición inciden fuertemente el marco institucional en el cual se encuentran inmersos el docente, el discente y el saber matemático; es decir, el perfil del egresado de la carrera, el diseño curricular, el programa, la relación de la asignatura con sus cátedras paralelas y con sus correlativas verticales, las características del grupo - aula, el tiempo didáctico disponible, entre otras cuestiones.

Según Chevallard, la Matemática es una actividad humana que se lleva a cabo en las instituciones, de allí su enfoque antropológico; y, los aspectos institucionales sirven de marco para la relación entre las actividades y los saberes matemáticos enseñados. Esta teoría abarca desde las instituciones en la cual se genera el saber matemático hasta las instituciones en las

⁸⁷ Yves Chevallard, profesor de los Institutos Universitarios de Formación de Profesores e Investigación Matemática de la Universidad de Aix Marseille, Francia, le ha dado al estudio de la Didáctica de la Matemática un sentido antropológico, o sea que lo considera como el estudio de las sociedades humanas y su comportamiento frente a los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Matemática. (Chevallard, 1989)

⁸⁸ Chevallard, Y. 1991. La transposición didáctica - Del Saber Sabio al Saber Enseñado. Buenos Aires: Aique.

cuales se imparte la enseñanza de la Matemática. Al salón de clases universitario llegan unos pocos de los conocimientos matemáticos que han surgido a través de la historia y el desarrollo de esta disciplina. El docente es el encargado de acotar esos saberes y modificarlos para que resulten objetos posibles de enseñanza.

Así, alrededor del **sistema didáctico** aparece lo que el autor denomina **noosfera** y que representa una suerte de tamiz en el cual interactúa dicho sistema con el entorno social. La noosfera es el ámbito en el cual se debaten los contenidos a enseñar y los métodos para llevar a cabo dicha labor, es donde interactúan todas las partes vinculadas con las decisiones estratégicas acerca de los procesos instruccionales. En ella intervienen los docentes, departamentos, áreas, proyectos educativos, libros de textos, etcétera.

Chavellard agrega además el concepto de **vigilancia epistemológica**, aludiendo a la atenta mirada que debe haber respecto a la brecha existente entre el saber académico y el saber a enseñar.

En esta dirección, aquella de la vigilancia epistemológica, de la toma de distancia con respecto al objeto de estudio, el análisis epistemológico igualmente permite al didáctico tomar la medida de las diferencias existente entre saber “sabio”, para retomar la expresión que introdujo Y Chevallard y saber “enseñado”.

La división del saber en partes susceptibles de ser enseñadas sucesivamente a un público determinado, hace que la apropiación de este saber pueda ser sancionada sobre la base de un grupo restringido de competencias, por ejemplo los inconvenientes que pesan fuertemente sobre la enseñanza pero que son desprovistos de significación en términos de la evolución del saber “sabio”.

Y. Chevallard ha traído a la didáctica de la matemática la noción de transposición didáctica, inicialmente propuesta por M. Verret, justamente con el fin de tener en cuenta esas diferencias.

La **didáctica** se interesa en el juego que se realiza entre el **docente**, los **alumnos** y un **saber**, tres lugares que constituyen el **sistema didáctico**.

Esta relación ternaria es la base del esquema de la didáctica y la comunicación puede asumirlo al pensar su objeto.

Durante demasiado tiempo se ha mantenido vigente una reflexión alrededor de esta relación enseñante - enseñado, la cual ha opacado el otro componente del sistema, el saber.

Es importante aclarar que existe un saber que denominamos el saber enseñado, y otro al que reconoceremos como el saber sabio.

La investigación sobre la enseñanza de la matemática no es solamente observación y análisis de los procesos que día a día se producen en el aula, sino que también se debe diseñar las situaciones didácticas para poder determinar las condiciones en las que se produce la apropiación del saber por parte de los alumnos. Por ello, nació la necesidad de desarrollar una **ingeniería didáctica**, de acuerdo a lo expresado por Chevallard (1991), la que implica concebir un proceso de enseñanza que responda a objetivos de aprendizaje determinados a priori en función de un marco teórico y de hipótesis, realizar este proceso, recabar observaciones y confrontar las observaciones con lo que se esperaba.”

En el caso de la ingeniería didáctica no sólo se apoya en resultados científicos sino que debe realizarse una toma de decisiones, además del control sobre las componentes en el proceso. Es una forma de trabajo didáctico comparable con el trabajo del ingeniero. Se trata también de una metodología de investigación que guía las experimentaciones en clase.

Para construir una ingeniería didáctica, se debe, primero realizar cierto número de análisis preliminares, además de los conocimientos didácticos previamente adquiridos en el tema de estudio, que algunos de ellos son: Análisis epistemológico de los contenidos, análisis de la enseñanza tradicional, análisis de las concepciones de los alumnos, sus dificultades y obstáculos, etc. Esto último, el análisis detallado de las concepciones de los estudiantes, de las dificultades y de los errores mas frecuentes, es uno de los puntos esenciales para la concepción de la ingeniería didáctica.

Debemos distinguir cuatro fases:

- **Análisis preliminar** de la situación a abordar estudiando las componentes epistemológicas y cognitiva. En esta etapa se determinan las posibilidades que se han seleccionado, los valores de las variables didácticas que se producen como consecuencia de esta selección y el sentido que pueden tomar los comportamientos previstos teniendo en cuenta estos valores.
- **Diseño de la Ingeniería** (por ejemplo: determinación del tratamiento de los contenidos, incorporación de estrategias, etc.) Es decir, elaboración y análisis a priori de las situaciones didácticas de la ingeniería.
- **Experimentación**. En esta etapa se realiza la puesta en escena de la secuencia en clase, en donde también se realiza la observación y análisis de la secuencia.
- **Análisis de los resultados y evaluación**. En esta etapa se compara el análisis a priori con la realización efectiva y se busca lo que rechaza o confirma las hipótesis sobre las cuales estaba basado.

La Ingeniería didáctica implica una visión integradora del proceso de enseñanza y aprendizaje, contemplándose todas las etapas y detectando la importancia que cada una tiene en la calidad del proceso completo. Es una forma de hacer calidad de procesos mediante verificación permanente de las diferentes fases que conforman la instrucción, para así implementar medidas preventivas o correctivas según cada situación. Las medidas preventivas, en este caso, permiten realizar un *feedback* permanente y asegurar la calidad del proceso en el tiempo, es decir que dentro de la Ingeniería didáctica son evaluaciones formativas, de autoevaluación para el alumno y de revisión de métodos y estrategias para el docente.

Las diferentes teorías y modelos investigados en este capítulo son las fundaciones que, a manera de pilares estructurales, sostienen el andamiaje del nuevo modelo didáctico en conjunción con las nociones fundamentales de la calidad. Cada una de ellas hace su aporte

para conocer los intrincados esquemas de la mente humana, su formación y adaptación a los cambios y la respuesta frente a situaciones problemáticas generadas por el proceso instruccional.

Enseñar a aprender, y en especial Matemática, es una tarea que demanda mucho esfuerzo para el docente y, a su vez, necesita de un fuerte compromiso por parte del discente.

Todo este cúmulo de situaciones que diariamente se originan en el aula, necesita de un conocimiento amplio de las posibles interacciones entre los sujetos que conforman el contexto educativo, objeto de estudio. La mediación social adquiere fundamental importancia frente al mundo globalizado en que estamos inmersos y a la sociedad del conocimiento que gobierna los avances científicos y tecnológicos.

Para formar un profesional con competencias es imprescindible estudiar y comprender el funcionamiento de las relaciones en el ámbito del proceso de enseñanza y aprendizaje. Sólo así se podrá actuar sobre ellas, con el fin de optimizarlas y favorecer el crecimiento tanto del docente, como ser facilitador del desarrollo de contenidos; así como del alumno, como persona que debe integrarse laboralmente a un contexto cambiante, exigente y cada día más complejo.

CAPÍTULO 3

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA

Este capítulo nos introduce en la problemática concreta de la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática. Se muestran aspectos clave de esta disciplina como ciencia formal, sus métodos, la esencia del pensamiento científico en el que se fundamenta y la huella que la misma deja en las estructuras mentales y esquemas de la mente humana.

También se abordan dos problemáticas inherentes al quehacer matemático: los principios que direccionan las actividades del alumno y del docente.

Los principios orientados a una educación matemática de calidad requieren el compromiso de ambas partes, por lo que se detallan las competencias que se desean alcanzar en los estudiantes y los criterios que orientan la labor del educador para su logro.

1.1 El pensamiento científico

1.1.1. Introducción

En primer lugar se trata de encuadrar al **conocimiento científico** dentro de la problemática del **conocimiento en general**, ya que la especie humana desde sus principios ha intentado conocer la realidad y a partir de allí modificarla y adaptarla con fines útiles. La ciencia y el conocimiento científico brindan una forma de acceder a dicha realidad, pero no es la única forma de conocimiento que existe.

Una tarea compleja es definir qué es el **conocimiento**, ya que existen diferentes enfoques según se lo analice desde la filosofía o la psicología y, aún dentro de estas disciplinas no existe un consenso general. Sí podemos caracterizarlo estudiando tres clases de conocimiento: el **conocimiento directo**, las **habilidades** o el “saber cómo” y el **conocimiento proposicional** o “saber que”.

Cuando decimos, por ejemplo, que conocemos Buenos Aires, estamos significando que alguna vez estuvimos allí y esto es conocimiento directo. También hacemos referencia a este conocimiento cuando decimos que conocemos a un apersona o a una determinada marca de auto o a un mueso de renombre. En cambio, si explicamos cómo realizar una receta de una comida, como reparar nuestra bicicleta o como usar un software, estamos haciendo alusión al conocimiento de habilidades o destrezas. Por su parte, si enunciamos “La Tierra es redonda”, estamos en presencia de una proposición y por ello el conocimiento citado es un conocimiento proposicional.

Para aclarar un poco más el concepto de **conocimiento proposicional** debemos tener en claro que es una **proposición**; la que podemos definir como “cualquier expresión del lenguaje que se utilice para transmitir algún tipo de información y que pueda, por lo tanto, ser verdadera o falsa.⁸⁹

⁸⁹ Palau, G. y M. Comesaña. 2000 a. Introducción al Pensamiento Científico. Módulo 1. UBA XXI

Si el lenguaje es usado informativamente, expresa proposiciones, que son verdaderas o falsas. En general, las **oraciones declarativas** de nuestra gramática son las que muestran proposiciones, pero existen también **preguntas retóricas**, como por ejemplo ¿Nos es verdad que a todos nos gusta tener buena salud?, que nos informa sobre un aspecto referente al bienestar de todo ser humano y que también pide asignársele un valor de verdad, o sea verdadera o falsa.

El conocimiento proposicional, que es el más importante de los conocimientos, debe satisfacer tres condiciones:

- La de creencia
- La de verdad
- La de prueba.

Si enunciamos “Yo sé que el Sol es el centro de nuestro Sistema Solar”, estamos en presencia de conocimiento proposicional pues, además de contener en su expresión una proposición, “el Sol es el centro del nuestro Sistema Solar”, cumple con las condiciones antes mencionadas.

La persona **cree**, como sinónimo de saber o sostener, o está convencido de lo que afirma; además esta proposición es **verdadera**, o sea que es el Sol el centro del Sistema Solar, y por último existen **pruebas** concluyentes, que fundamentan tal enunciado y garantizan su verdad.

Estamos ahora en condiciones de estudiar el **conocimiento científico**, aclarando que la **ciencia** y el **conocimiento científico** pueden interpretarse como proceso y como producto. Como proceso puede decirse que es toda actividad profesional que lleva a cabo un científico en un laboratorio, en una investigación de campo o en un trabajo experimental, mientras que como producto podemos ver estos conceptos como el resultado de las actividades antes citadas, los que se presentan como teorías científicas.

Para que exista conocimiento científico - que es **conocimiento proposicional**, pues explica los hechos que acontecen en el mundo real - deben darse las condiciones que todo conocimiento requiere que como ya explicitamos son: creencia, verdad y prueba.

1.1.2. Clasificación de las ciencias

Las ciencias no utilizan todas el mismo método para fundamentar sus afirmaciones; algunas, como las **ciencias fácticas** o empíricas, recurren a la experiencia para lograrlo. Por ello se dice que sus conclusiones son **sintéticas**, es decir que nos informan algo sobre la realidad del mundo siendo su conocimiento **a posterior** pues nace de una experimentación.

Al hablar de ciencias fácticas podemos enumerar a la biología, la economía, la física y toda aquella ciencia que se fundamenta en enunciados sintéticos y a posteriori.

En cambio, en las **ciencias formales**, como la **matemática** y la lógica, no necesitamos recurrir a la experimentación para justificar la veracidad de sus afirmaciones. Por ejemplo, la demostración de un teorema en matemática nos aclara el concepto antes explicado, ya que no hace falta ninguna experiencia para poder demostrar la verdad o falsedad de su enunciado.

Las ciencias formales contienen **conocimiento proposicional** y **a priori**.

Resumiendo, se puede decir que las ciencias formales y las ciencias fácticas se ocupan de objetivos totalmente diferentes. Las primeras trabajan con objetos “ideales” mientras que las segundas lo hacen con objetos “reales”.

En esta investigación nos interesan particularmente las ciencias formales, y en especial la **Matemática**, ya que el prototipo de calidad a descubrir, es un modelo para la enseñanza de la misma en carreras del nivel superior.

1.1.3. Las Ciencias Formales

Según la comunidad científica, la matemática se define como una **ciencia formal**; significando ésto que utiliza la **lógica deductiva**. Las demostraciones por inducción no son válidas en esta disciplina. Según lo visto con anterioridad, los enunciados de las **ciencias formales** no necesitan de la experimentación para justificar su verdad, pero siempre resulta indispensable probar esa verdad mediante un método preciso y riguroso, el que se denomina **método deductivo**. De esta manera un saber es considerado válido por los científicos y pasa a formar parte del conocimiento formal o institucionalizado.

Toda la estructura organizativa de la disciplina, basada en pruebas obtenidas por deducción, conforma lo que Ives Chavellard denomina el “**saber sabio**”, es decir aquel reconocido como verdadero y probado científicamente.⁹⁰ Pero la Matemática no es sólo una ciencia, es además una **forma de actividad humana**. Es esta dimensión antropológica, la Matemática se convierte en una disciplina trascendente y determinante del éxito en la sociedad del conocimiento actual. Vivimos en un mundo matematizado en el que cada ser humano pide contar objetos, medirlos, calcular superficies y volúmenes, resolver problemas con distintas magnitudes y unidades, crear y resolver modelos matemáticos, así como también verificar resultados.

En el salón de clases se produce la interacción entre el “**saber sabio**” - reconocido por la comunidad científica - y el “**saber enseñado**”, directamente relacionado con las actividades humanas. (Carragher, 1988) Aquí cobra importancia, en primer lugar, el profesor como persona que planifica y diseña el proceso de enseñanza; y en segundo lugar - pero no menos importante - el alumno con su carga de experiencias previas, con sus métodos de aprendizaje y características individuales particulares.

Siendo la lógica una herramienta muy útil para el **razonamiento matemático**; si se desea que los alumnos razonen correctamente, tanto en matemática como en otras disciplinas

⁹⁰ Chevallard Y. 1991. La transposición didáctica. Del saber Sabio al Saber Enseñado. Buenos Aires. Aique.

y, en general en la vida cotidiana, transfiriendo conocimientos y aplicándolos a problemáticas concretas, debemos desarrollar sus capacidades lógicas. El conocimiento matemático se estructura con relaciones lógicas y matemáticas creadas por el sujeto y que sólo tienen existencia en su mente. (Boggino, 1998)

El **razonamiento deductivo**, propio de las ciencias matemáticas, forma parte importante de las labores desarrolladas en el aula. Si bien el saber sabio no es el que aparece como figura destacada en los procesos de enseñanza, muchos conceptos y procedimientos requieren de demostraciones por deducción para ser comprendidas e internalizadas en las estructuras mentales de los estudiantes. Es un razonamiento en el cual a partir de premisas verdaderas se arriba a conclusiones verdaderas y que son sumamente importantes para la conceptualización significativa de los objetos de estudio.

Piaget fue, entre los estudiosos de la psicología, quién más contribuyó para que se llegara a reconocer que **la lógica y la matemática** fuesen consideradas como formas de organización de la actividad intelectual humana.⁹¹

Todos los conceptos y definiciones que hasta aquí se han vertido sirven para entender como se adquiere el conocimiento matemático, que es un **razonamiento científico** usado para la comprensión y el descubrimiento de la disciplina y de cualquier ciencia formal. Todos ellos deben ser tenidos en cuenta cuando hablamos de enseñar Matemática o generar un modelo para la enseñanza y el aprendizaje de la misma.

1.2 La matemática y su influencia en el pensamiento

La matemática es una ciencia que debe desarrollar en el estudiante una visión del mundo que le permita formar un **pensamiento productivo, creador y científico**. (Hernández Fernández, 1998) Muchos alumnos asisten a su clase de matemática con una percepción de la

⁹¹ Carraher, T., D. Carraher y A. Schliemann. 1991. En la vida diez, en la escuela cero. Siglo XXI editores.

misma como una disciplina abstracta, donde sólo se trabajará con números, se demostrará teoremas y se analizarán entes ideales sin relación ninguna con las problemáticas cotidianas.

En realidad, según lo analizado al caracterizar esta ciencia, la matemática constituye una disciplina cuya actividad principal es la **resolución de situaciones problemáticas** de una cierta naturaleza, las que se pueden referir al mundo natural y social, o bien pueden ser internas a la propia matemática; como respuesta o solución a estos problemas externos o internos surgen y evolucionan progresivamente los objetos matemáticos (conceptos, procedimientos, teorías). (Polya, 1965)

Todo docente debe hacer ver a sus estudiantes que la matemática refleja cualidades del mundo que nos rodea, de la misma manera que las ciencias fácticas, traduciendo a **lenguaje cuantitativo** cualquier tipo de proceso.

La matemática usa un lenguaje simbólico en el que se expresan las situaciones problemáticas y las soluciones encontradas; al igual que la música, ambas son un lenguaje universal en el que los signos empleados, su semántica y sintaxis son compartidas en los diferentes grupos humanos; como todo lenguaje implica ciertas normas de manejo que hay que conocer y su aprendizaje ocasiona dificultades similares al aprendizaje de otro lenguaje no materno.

Esta ciencia es una herramienta muy poderosa de conocimiento que ha servido para el descubrimiento de leyes de la Naturaleza y a la aplicación de conocimiento científicos en la vida cotidiana. Brinda la posibilidad de analizar fenómenos que eran estudiados sólo en forma cualitativa, en forma cuantitativa, otorgando a toda inferencia o explicación un marco formal y lógico. (Hernández Fernández, 1998)

Constituye un sistema conceptual, lógicamente organizado y socialmente compartido; la organización lógica de los conceptos, teoremas y propiedades explican también gran número de las dificultades en el aprendizaje; un sistema no puede reducirse a sus componentes aislados, ya que las interrelaciones entre los mismos son una parte esencial.

La matemática es un **lenguaje** que permite la traducción de la realidad a una simbología formal, muy estricta, donde no existe posibilidad para la ambigüedad y, estructurar así los **modelos matemáticos**, los que posteriormente, mediante métodos de resolución nos conducen a resultados fáciles de interpretar, explicativos de la realidad y que contribuyen a la toma de decisiones y a la inferencia de conclusiones. La **modelación matemática** de los fenómenos de la Naturaleza o de problemáticas reales, es cada vez más exacta y con ella se logra comprender mejor la esencia de las cosas.

Los objetivos de todo educador del área de la matemática deben ser claros y orientarse a reafirmar en el estudiante la materialidad de su objeto de estudio, es decir que debe convencerlos que la esencia de la matemática es el reflejo de determinados aspectos formales o cuantitativos de la realidad y que las abstracciones matemáticas son un reflejo simplificado pero verdadero del mundo real. Con los métodos y medios matemáticos se pueden generar nuevos conocimientos tendientes a entender en profundidad la esencia de las cosas.

El educador debe embarcarse en la difícil tarea de desarrollar las capacidades cognitivas de los estudiantes a través de la adquisición de los modos de pensamiento matemático y su lógica interna, la manipulación de métodos de cálculo manuales, electrónicos, multimediales, etc. Debe asimismo generar en ellos la capacidad de interpretar y discutir resultados tomando una decisión para la resolución de problemas técnicos. El carácter científico de la enseñanza de la matemática exige que el alumno se exprese con exactitud y fundamente las relaciones matemáticas. La palabra es la expresión verbal de lo contenido en el pensamiento, por lo que una palabra inexacta es el reflejo de un pensamiento erróneo.

Si bien es cierto que solamente un aprendizaje significativo garantizará éxito en la formación del alumno, este aprendizaje permitirá además la integración con otros conocimientos ya adquiridos y la interrelación de los conocimientos. Esta muestra que el alumno conoce la matemática, ya no de manera mecánica sino como todo un sistema en su conjunto.

Especialmente en educación superior, no siempre están claros y expresados con exactitud los **principios didácticos**, los que deben declararse en cada momento de la enseñanza, ya que son los que rigen como verdaderos orientadores y directores al proceso, y son una herramienta de suma utilidad en la organización del desarrollo de la enseñanza y el aprendizaje.

Los principios didácticos propuestos por la Dra. Herminia Hernández Fernández⁹², integrante del grupo Beta de investigación en Educación Matemática son:

- Carácter científico:

La Matemática debe ser enseñada con todo el rigor y la exactitud que la ciencia requiere, y además no perder de vista los requerimientos que el futuro profesional, de acuerdo a su perfil, necesita.

Durante la enseñanza de la Matemática se debe mostrar el movimiento y desarrollo de los modelos matemáticos, conceptos, teoremas, métodos matemáticos y evidenciar que ellos tienen su origen en la realidad objetiva.

A través de los diferentes tipos de clases e induciendo al estudiante a la investigación por sí solo, es decir sentarlo de frente al método científico, se concreta este principio.

- Asequibilidad:

La enseñanza de la Matemática debe estar de acuerdo con el desarrollo intelectual de los educandos, de lo contrario resulta una valla insuperable para quienes no estén en condiciones de abstracción. Por ello resulta necesario, a veces, realizar simplificaciones desde el punto de vista de las demostraciones o aplicaciones, dependiendo todo esto del perfil de la carrera que

⁹² Hernández Fernández, H., J. Delgado Rubí, B. Fernández de Aláiza. 1997 a. Cuestiones de didáctica de la matemática - Rosario: Homo Sapiens.

el alumno está cursando, para hacer de la Matemática y su comprensión un tema accesible a todos.

Accesibilidad no significa bajar el nivel, sino que es sinónimo de adecuación de contenidos al desarrollo y capacidades de los jóvenes. Ni la facilidad ni el alto grado de complejidad son buenos compañeros de un proceso de enseñanza y aprendizaje de la Matemática, el primero porque desmotiva y el segundo conduce a la frustración.

Asequibilidad implica:

- Partir de lo conocido a lo desconocido.
- Ir de lo sencillo a lo complejo.
- Colocar al estudiante frente a dificultades y crear las condiciones para que pueda superarlas.
- No exigir ni por debajo ni por encima de las posibilidades de asimilación de los estudiantes.

En este principio cobra fundamental importancia la retroalimentación entre el docente y el alumno para control de los avances de la asimilación de conocimientos.

- Carácter sistémico:

Se debe establecer en los estudiantes una organización sistémica de los conocimientos para que pueda activar toda la información que le permita proceder eficientemente.

Cumplir con este carácter implica:

- Trabajar los nuevos conocimientos en relación con los conocimientos que tienen un significado afín.
- Planificar cada clase encuadrándola dentro del sistema formado por la asignatura o la disciplina en forma integral.

- Entrenar a los alumnos a sistematizar, tanto en el plano cognitivo, como en el plano material (gráficos, algoritmos, cuadros sinópticos, expresión de nodos cognitivos).
- Vinculación de la teoría con la práctica:

En las universidades, muchas veces se presta mayor atención a las fundamentaciones teóricas, pero ningún concepto ni teoría debe alejarse de las situaciones prácticas. Una forma de lograrlo es vincular los estudios con la vida, es la inclusión de problemáticas que procedan de diferentes campos de la producción y de la sociedad en general.

- Visualización:

La visualización puede ser la base de la abstracción.

Este principio reconoce:

- Que los estudiantes capten por la vía sensorial las representaciones gráficas de determinados conceptos.
- Que establezcan relaciones y regularidades mediante esquemas y modelos.
- Que utilicen los procedimientos algorítmicos.
- Consolidación permanente de resultados:

Una constante validación de los procesos es fundamental en la práctica docente. Este *feedback* permite al docente verificar, evaluar, controlar, corregir, adaptar, actualizar los objetivos generales y particulares previstos.

- Asimilación consciente:

El impacto de este principio radica en su perseverancia a través del tiempo. Todo conocimiento asimilado en forma consciente puede ser usado en cualquier momento y aplicado en las más diversas situaciones. Los conocimientos sólidos perduran y pueden ser traídos al escenario de la enseñanza en cualquier momento, permitiendo establecer relaciones entre los nuevos conceptos y los ya aprendidos. También es importante que la asimilación consciente se extienda al campo de los procedimientos o habilidades y al de los hábitos.

Toda actividad cognitiva debe tener como objetivos:

- Enfrentar al alumno a una tarea independientemente.
- Ayudarlo a orientarse en situaciones problemáticas desconocidas.
- Ofrecerle instrumentos para poder manifestar y defender puntos de vista.
- Brindarle métodos para buscar fuentes de información.
- Proporcionarle bases de orientación para la acción.

La actividad genérica de resolver problemas es uno de los pilares del aprendizaje significativo de la matemática, siendo esta actividad uno de los principales motivadores del aprendizaje, ya que permite contextualizar y personalizar los conocimientos. El trabajo intelectual del alumno debe ser, en ciertos momentos, comparable al de los propios matemáticos: el alumno debería tener oportunidad de investigar sobre problemas a su alcance, conjeturar, probar, construir modelos, lenguajes, conceptos, teorías, intercambiar sus ideas con otros, adoptando aquellas que le sean útiles.

- Relación entre lo colectivo y lo individual:

Este principio requiere de los docentes un fuerte trabajo en lo que respecta al conocimiento de los estudiantes, de sus capacidades intelectuales individuales, y de su grado

de habilidad. No debe exigirse a todos por igual, pues se genera en los más rezagados una frustración insuperable. Se debe trabajar intensamente en la búsqueda de soluciones para los problemas básicos que determinan fracasos en el aprendizaje y no confundir el rendimiento colectivo con el individual. Cada alumno necesita de sus tiempos de asimilación y adaptación para el logro de un aprendizaje significativo y es menester detectar esto.

Si se logra que el estudiante piense matemáticamente y adquiera un razonamiento lógico, reflexione, defienda sus ideas y realice un análisis crítico se puede decir que el aprendizaje matemático ha dejado huellas en su desempeño no sólo matemático, sino en su visión del mundo real y en su actitud ante la vida.

El tipo de discurso, o sea la comunicación en el aula entre el profesor y los alumnos es un aspecto central determinante de lo que los alumnos aprenden sobre matemática. Si el núcleo de la comunicación es el profesor, quien desarrolla clases magistrales hacia los alumnos, los alumnos aprenderán matemática en una manera incompleta y cada uno la asimilará de distinta forma y con diferente nivel. Adquirirán, así, una visión muy diferente de la matemática, de la que podrían lograr, si tiene lugar una comunicación más rica entre profesor y alumnos y de estos entre sí.

1.3 La importancia de la resolución de problemas

“Conocer” o “saber” matemática para un profesional universitario y, por ende para nuestros alumnos, no se reduce a definir objetos matemáticos e identificar sus propiedades; sino que, por el contrario implica ser capaz de utilizar en forma coherente el lenguaje y el sistema conceptual en la resolución de problemáticas concretas e inherentes a actividad laboral.

La resolución de problemas no es un contenido más a agregar al currículo matemático, sino que es el motivo esencial de la enseñanza y el aprendizaje de la disciplina y además es

una fuente motivadora intrínseca que permite contextualizar los conocimientos y dar significado a las prácticas realizadas. (Godino y Batanero, 1993)

Se ha explicitado ya la importancia de enseñar matemática a través de problemas y por ello debemos aclarar qué es un problema. Existen en muchos docentes la confusión entre el concepto de “problema” y de “ejercicio de aplicación”. En parte ésto se debe a la generalización en el contexto de la didáctica de la matemática de ambos vocablos.

Según Brousseau (1986) el trabajo intelectual del alumno al abocarse a la “resolución de un problema” debe, en ciertos momentos ser isomórfico con el trabajo de un matemático:

- Investigar problemas que estén a su alcance.
- Formular, probar y construir modelos.
- Intercambiar ideas con sus pares.
- Reconocer las que están de acuerdo con el conocimiento matemático institucionalizado.
- Adoptar las ideas que le son útiles.

Por otro lado el trabajo del profesor consiste en buscar las situaciones que den sentido a esos conocimientos y ayudar al alumno en la búsqueda de soluciones que le aportarán sus propios conocimientos.

Cuando al finalizar un tema se propone a los alumnos la realización de problemas para consolidar el conocimiento significa que se resolverán ejercicios de aplicación, los que también son válidos en una etapa de fijación de lo aprendido. Pero esta idea dista mucho de lo que realmente es un problema.

Según Kantowski (1977), un problema es una pregunta que el alumno no sabe responder o una situación que es incapaz de resolver usando los conocimientos que tiene inmediatamente disponibles.

Al resolver un ejercicio de aplicación el alumno no aprende nada por descubrimiento, solo aplica algoritmos brindados por el profesor en alguna explicación previa o enseñados por un texto recomendado en clase que lo conducirán a la solución pedida. Podrá aplicar un procedimiento predefinido que con seguridad no le dará margen a error ni le permitirá ensayar soluciones propias y por ende no le permitirá desarrollar su pensamiento matemático, científico, lógico.

Por ejemplo, calcular el área de un triángulo conociendo la base y la altura, es un simple ejercicio, pero determinar qué triángulos tienen 1 cm^2 de superficie y cómo podrían representarse todos ellos, es un problema.

Existen diferencias notorias entre un ejercicio y un problema, ya que en el primero el enunciado es claro, conciso, redactado de una manera casi pautada, no existen formas distintas de interpretarlo, si un alumno resuelve uno puede seguir con los demás sin mayor dificultad. Es fácil para el docente estimar los tiempos de resolución de una serie de ejercicios, considerando que exista en el alumno motivación para hacerlo, y la forma de la respuesta es también conocida. Por ejemplo, si tomamos una función de la cual nos piden su derivada, sabemos que aplicando las reglas correspondientes, dadas en clase, en los libros o en cualquier tabla llegaremos a encontrar una nueva función. No hay nada de novedoso en dicho planteo. Los métodos y procedimientos también son rutinarios y el compromiso del estudiante pasa por cumplir con las actividades propuestas.

En cuanto a la formulación de un problema, en el enunciado a veces no existen preguntas, la comprensión no es tan directa y el horizonte presenta una terrible soledad. El alumno, en un principio, no sabe que conocimientos requiere, cuales tiene ya incorporados y menos aún sabe todo lo que queda por descubrir al recorrer ese camino de incertidumbre y hallazgos. La resolución de un problema requiere que la persona se sienta comprometida con el tema, sumamente motivada y deseosa de conocer el más allá, en cuanto a contenidos, procedimientos y habilidades para llegar a una o varias soluciones. En un problema no se puede decir de antemano cuál será su respuesta, no se vislumbra una solución desde un primer momento, sólo se comienza el camino con los conocimientos previos y si las hay, algunas

experiencias similares. No existe un texto señalado, ni un algoritmo ya dado, ni estrategias pautadas; sólo la incertidumbre, el interés por desarrollar conocimiento nuevo, adquirir nuevos procedimientos e incorporar nuevas habilidades guían al estudiante en su hacer.

En primera instancia, el docente puede guiar al educando para que pueda reconocer sus organizadores previos para la búsqueda y el abordaje de la temática. Luego el alumno comienza la búsqueda de información, recorriendo diferentes fuentes, seleccionando las más convenientes, en su opinión o de acuerdo a su desarrollo intelectual, descartando las que exceden sus capacidades o las que, por ser muy simples, dejan de contribuir al desafío. Una vez obtenido un bagaje de conocimientos sobre el tema y con un panorama más claro comienza su propia experimentación, la proposición de soluciones alternativas, la discusión y comparación de las mismas, la exploración de herramientas tecnológicas o informáticas que faciliten la operatoria, hasta que por fin, luego de un largo periodo de trabajo se llega a una respuesta, a una conclusión óptima.

Nadie, ni el mejor de los docentes, puede predecir el tiempo que este trabajo insume a los estudiantes, depende de su situación emocional, de su compromiso con el tema, de su responsabilidad como miembro de una institución educativa, de su vocación por una determinada profesión (en el caso de la educación superior) y del problema mismo. Al transitar por las diferentes vías de abordaje del tema, se pueden presentar bifurcaciones y variantes sobre el mismo tema. Es necesario, sí, destacar que un alumno debe recibir una cuota muy importante de motivación para sumergirse en este mundo intrincado de la resolución de problemas, pero el conocimiento adquirido deja una huella imborrable en la formación matemática de cada uno. Es imposible, o casi imposible, olvidar algo que con tanto esfuerzo hemos “descubierto”, que ha sido partes de nuestras vidas durante algunas horas, algunos días o por que no, meses.

El desafío de la resolución de un problema no es en nada comparable con la realización de cientos de ejercicios de aplicación ya que aquella deja una impronta en las estructuras cognitivas y genera un grado de desarrollo del pensamiento formal y crítico que perdura a través de los tiempos.

1.4 Principios didácticos para un proceso instruccional de calidad

1.4.1 Principios didácticos generales del proceso de enseñanza y aprendizaje

Los principios didácticos conducen los procesos de enseñanza y aprendizaje, debiendo por ello, contemplarlos todo proyecto áulico, para el éxito de la misión educativa.

Los principios generales que se sugieren en el modelo elaborado para conducir la tarea docente son:

- **Enseñar a adquirir el conocimiento**: el proceso de enseñanza debe tener como meta fundamental permitir a los alumnos el incremento de sus competencias en lo que respecta a los **contendidos conceptuales**; es decir que cada estudiante debe desarrollar su estructura cognitiva para conocer y comprender la complejidad del mundo que los rodea. En esta tarea el profesor debe guiarlos para motivarlos, despertar sus inquietudes como futuros profesionales, presentar ante sus ojos la realidad laboral y las aplicaciones de la carrera elegida. Desde el punto de vista de la **Matemática** el docente debe hacer surgir en sus estudiantes la necesidad de estudiarla, en forma lógica, aplicando el razonamiento para que lo aprendido pueda ser usado en la resolución de situaciones problemáticas de la profesión como una herramienta muy valiosa y poderosa de planteo de solución y selección de la alternativa óptima.

Para lograr el éxito en la instrucción matemática debe tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

1. Conectar los nuevos contenidos con los organizadores previos que posee el alumno para, de esta manera, lograr interrelaciones lógicas significativas.

2. Generar actividades de motivación para despertar el interés del alumno por lo que está por aprender y captar su atención.
 3. Aumentar gradualmente la complejidad de los contenidos a enseñar, dosificándolos, de manera que el alumno tenga el tiempo suficiente de investigarlo, comprenderlos, relacionarlos con experiencias cognitivas pasadas, traer a su mente conceptos residentes en su memoria en el momento en que hagan falta y así llegar a apropiarse de lo nuevo de forma tal que sus estructuras cognitivas se vean modificadas en forma permanente y se incorporen definitivamente a su memoria a largo plazo. Es necesario aprovechar el aprendizaje por investigación y descubrimiento, lo que hace del estudiante un ser activo y constructor de sus propias capacidades.
- **Enseñar a hacer:** ésto apunta a la **enseñanza de los procedimientos**. Dichos procedimientos pueden estar relacionados con el uso de herramientas tecnológicas, computacionales o gráficas, es decir con el manejo de **instrumentos** concretos que complementan la adquisición del conocimiento. Asimismo pueden vincularse con los métodos y las técnicas para crear competencias. Cada alumno debe poder transformar sus conocimientos en herramientas para interpretar el entorno y solucionar problemas de la disciplina, tanto en el presente como en el futuro. No sólo es tarea del docente enseñar Matemática, sino saber hacer cosas con ella y poder transferir lo aprendido durante el cursado de la asignatura a situaciones futuras, con temáticas desconocidas y tal vez inexistentes hasta ese momento. En el mundo mediatizado y tecnificado en que vivimos, toda persona que desee el éxito en su vida laborar y mantenerse competitivo debe adoptar nuevas tecnologías, nuevas prácticas profesionales y asimilarse a la sociedad del conocimiento con su avance vertiginoso. Todo esto significa enseñar estrategias de aprendizaje, de autoevaluación, la elaboración de instrumentos de ayuda en el estudio, como gráficos, cuadros, redes conceptuales, el aprovechamiento de las

calculadoras y los *softwares* específicos. La enseñanza de estos procedimientos es tan importante como la enseñanza de los contenidos, pues de lo contrario el alumno resulta ser una persona con un cúmulo de datos impresionante que no sabe aplicar, abstraer o transferir.

La Universidad, en general, debe brindar a sus egresados la posibilidad de crear sus competencias y seguir continuamente ampliando y perfeccionando sus habilidades.

- **Enseñar a ser:** cada profesional es ante todo un **ser social**, y como tal debe comportarse. La Universidad no sólo debe generar en una persona incumbencias profesionales, sino que debe también enseñarle aspectos morales, de convivencia en la sociedad, de trabajo en grupo para la solución de conflictos, ya sean cognitivos o eminentemente prácticos. El aprendizaje en conjunto, el trabajo en grupos, la discusión en clase de diferentes soluciones o interpretaciones de un mismo problema contribuyen al aprendizaje global de los jóvenes. En cada acción áulica debe estar presente la enseñanza de la responsabilidad, del sentido ético, del compromiso, del cumplimiento y de la pertenencia, como principios básicos de la calidad. No se puede enseñar Matemática desvinculada del ámbito social en el que se está inmerso.

1.4.2 Los principios que rigen las actividades matemáticas del alumno

1.4.2.1 Las competencias de pensamiento a lograr en el discente

En este apartado se enuncian las competencias básicas que orientan al modelo didáctico emergente de este trabajo, es decir las aptitudes a lograr en los alumnos mediante las intervenciones áulicas.

La metodología áulica puede generar en el alumno una actitud pasiva, de simple observador, lo que está en desacuerdo con las bases del constructivismo, del aprendizaje por descubrimiento, del aprendizaje mediante la resolución de problemas, del “aprender haciendo”. Este bajo nivel de exigencias hace que el estudiante se desmotive, se disperse y termine repitiendo el curso o abandonando la carrera.

Una estrategia de clase que exija del alumno una actitud activa, participativa y de pertenencia tiene mayor probabilidad de motivar a los jóvenes y evitar el desgranamiento de las cohortes.

Estas concepciones sirven de guía al modelo elaborado y pretenden estar siempre presentes en la labor docente para planificar situaciones instruccionales óptimas.

Aprender es **adquirir un conocimiento nuevo**, ya sea por el estudio o la experiencia, para eso todo educando necesita desarrollar un proceso continuo que le permita apropiarse de los nuevos conceptos o conocimientos, adquirir habilidades y destrezas y perfeccionar sus actitudes frente a las dificultades y superar los conflictos cognitivos.

Un compromiso de alto nivel exige del alumno **competencias de pensamiento** específicas para el ámbito de la Matemática y, en esta investigación, de acuerdo a las diferentes teorías psicopedagógicas y a los modelos que se han detallado con anterioridad, en el área cognitiva se proponen las siguientes:

- **Memorizar:** existen contenidos en matemática que deben estudiarse de memoria. No es pecado estudiar de esta forma, siempre que no se abuse de ella. Se recuerda de memoria el número π , el número e , las tablas de multiplicar; existen fórmulas de la geometría, como la superficie de un círculo o su perímetro, que, a pesar de ser demostradas en su momento, son ahora usadas como una expresión pre-elaborada.

Según el modelo de Robert Gagné, existen dos formas de almacenar la información recibida sensorialmente, en la memoria a corto plazo y en la memoria a largo plazo. En la primera se retiene la información por un breve lapso, mientras la persona busca en su memoria a largo plazo los contenidos previos que le permiten vincular el nuevo concepto con los ya existentes en sus esquemas mentales. Una vez procesada esa información y logrado el anclaje del nuevo mensaje, el sujeto logra apropiarse del conocimiento y lo hace parte de su bagaje cognitivo teniéndolo disponible en cualquier situación que lo requiera. Otros contenidos se incorporan a la memoria a largo plazo por simple repetición.

- **Comprender:** se requiere ahora que el alumno se apropie del significado de los conceptos, o sea que alcance el **aprendizaje significativo**. La comprensión está también vinculada con la memoria a largo plazo, ya que una comprensión verdadera se logra al anclar el nuevo contenido con organizadores existentes en las estructuras mentales. Adquiere importancia ahora el razonamiento deductivo ya que numerosos conceptos y procedimientos requieren de demostraciones por deducción. La comprensión implica poder definir un concepto, explicar un procedimiento, interpretar una consigna o demostrar un algoritmo.

Se comprende el concepto de función derivada, el de pendiente de la recta tangente a una curva en un punto, el de función continua, el de infinitésimo o el de límite finito de una sucesión.

- **Interpretar:** cuando puede explicar con sus palabras una definición o una propiedad, cuando explica con lenguaje específico y **correcto** una representación

gráfica, cuando puede extraer los datos de un problema e identificar las incógnitas, al expresar simbólicamente una definición o propiedad, cuando asume que el signo negativo de la velocidad implica que la función trayectoria es decreciente, cuando lee una consigna y sabe como responderla, cuando lee un texto y puede rescatar lo importante, estamos frente a un estudiante con un buen nivel de interpretación.

- **Relacionar:** Establecer vínculos entre conceptos, explicar relaciones entre variables, describir procedimientos, detectar diferencias y analogías, algoritmizar - es decir ejecutar una serie de operaciones matemáticas que representen una secuencia lógica que permita generar un modelo y resolverlo-, identificar rasgos esenciales para realizar clasificaciones.

Son ejemplos de situaciones en las que es necesario que el alumno establezca relaciones cuando debe explicar las diferentes formas de calcular una derivada, según se la requiera como función o como número real, cuando debe decir si una sucesión es convergente o divergente, cuando debe seleccionar el criterio óptimo para determinar la convergencia o divergencia de una serie, cuando debe detectar el método de resolución de una integral, cuando reconoce que la derivada es un límite y como tal puede existir o no, y puede ser finita o infinita, cuando genera un modelo matemática que relaciona variables y resuelve un problema de optimización, cuando desarrolla una regla de derivación o demuestra la existencia del número e mediante el uso del binomio de Newton y las series numéricas, etcétera.

- **Modelizar:** el alumno que puede expresar mediante el lenguaje de la matemática una situación del mundo real, o sea **matematizar** un problema de una ciencia fáctica, como la Física, o de la vida cotidiana, resolverlo y hacer un análisis crítico de dicha solución, ha logrado configurar un modelo matemático. La generación de modelos y la resolución de los mismos implican un alto grado de dominio de conceptos, procedimientos y lenguaje matemático.

- **Transferir:** la transferencia de contenidos está relacionada con el conocimiento de orden superior, es decir que el alumno adquiere la capacidad de transferir los conceptos y los procedimientos para la resolución de problemas aplicando lo que sabe. Se puede decir que un estudiante ha logrado alcanzar un **conocimiento** de orden superior cuando puede estudiar un tema sólo, cuando lo puede relacionar con organizadores previos y puede encarar problemas con eficacia, interpretar relaciones, hacer diferencias y analogías, proponer soluciones y seleccionar la óptima. Si se alcanza a transferir conocimientos desde la Matemática a situaciones de otras ciencias y se logra un verdadero compromiso con esta disciplina se ha logrado la meta.
- **Reflexionar:** sobre la profundidad de los conocimientos adquiridos, sobre el nivel de dominio que se ha logrado, sobre su forma y hábitos de estudio, sobre sus errores, etcétera. El alumno universitario necesita ser un autoevaluador de su situación, tanto en saberes como en comportamientos, por ello desde el primer año tiene que aprender a reflexionar sobre su forma de aprender, sus técnicas de estudio y su preparación para los exámenes. Requiere aprender de los errores, detectar incorrectas interpretaciones de consignas, proponer soluciones y procesar la información que sea pertinente para investigar un tema nuevo. También tiene que comenzar a trabajar en forma ordenada y prolija, buscando alcanzar el pensamiento estratégico, o sea abordar un tema elaborando un plan y no en forma impulsiva.

1.4.2.2 Las competencias matemáticas procedimentales a lograr en el discente

Desde el punto de vista de los procedimientos o habilidades requeridas en los estudiantes para el éxito en el aprendizaje de la Matemática, el modelo se basa en las siguientes:

- **Graficar:** representar gráficamente una función permite al alumno **visualizar** muchas de sus características. Puede hacerlo con un software o con la calculadora gráfica, en el caso que necesite una representación muy precisa o hacer un gráfico aproximado, de análisis, cuando sólo es una herramienta auxiliar del problema. Saber graficar e interpretar un gráfico es uno de los aspectos fundamentales en numerosos temas desarrollados en Matemática como por ejemplo, problemas de máximos y mínimos, cálculo de áreas planas, estudio del crecimiento o del decrecimiento de una función, el área de una superficie de revolución, entre otros. Por ello el alumno requiere del conocimiento de las funciones y del comportamiento de sus gráficas como contenido procedimental imprescindible para el aprendizaje significativo de la disciplina.

Este procedimiento permite comunicar información de manera visual, así como materializar objetos mentales. En numerosas ocasiones la imagen geométrica es la puerta de acceso al concepto.⁹³

- **Calcular:** Efectuar cálculos es una de las habilidades procesales de importancia en el aprendizaje de la Matemática, ya que cualquier modelo matemático elaborado como traducción al lenguaje de esta ciencia de una problemática concreta, requiere de cálculos para ser solucionado e interpretado. La **operatoria algebraica** tiene que ser dominada por los alumnos para solucionar con éxito tanto ejercicios de

⁹³ Hernández Fernández H., J.R. Delgado Rubí, B. Fernández de Alaíza. 1997 b. Cuestiones de didáctica de la matemática. Rosario. Homo Sapiens Ediciones. (pág. 72)

aplicación como problemas. Calcular en forma manual o mediante herramientas computacionales es una habilidad indispensable en el quehacer matemático.

- **Identificar:** se relaciona con la **distinción** que cada alumno hace de los objetos matemáticos, es decir reconocer si se trata de una función continua o discontinua, si es una integral que se resuelve por el método de sustitución o por partes, si es un límite finito o infinito, si es una ecuación lineal o cuadrática, etcétera. El desarrollo de esta habilidad complementa al estudiante con un recurso teórico insustituible para la toma de decisiones y la resolución de problemas.⁹⁴
- **Resolver:** es encontrar una estrategia que permita **solucionar** un problema matemático. Esta competencia es imprescindible para la resolución de problemas, es decir para el aprendizaje por descubrimiento o el aprender haciendo. Resolver un problema implica que el alumno, frente a una situación - problema, pueda abordarla con eficacia, cuente con contenidos previos suficientes y la fundamentación teórica requerida para seleccionar posibles mecanismos de solución, identificar el óptimo, hallar la solución a la cuestión y defender su postura. Resolver un problema puede ser estudiar y explicar a sus compañeros los extremos absolutos de una función, después de haber analizado los extremos relativos de la misma.
- **Comparar:** implica establecer **analogías y diferencias** entre contenidos, conceptos o procedimientos, relacionar las entidades matemáticas reconociendo si pertenecen a una clase o a otra. Por ejemplo, comparar ecuaciones para determinar si son lineales, cuadráticas, cúbicas, exponenciales, trigonométricas o logarítmicas; comparar infinitésimos, comparar las gráficas de dos funciones, aplicar el criterio de comparación entre series.

Se efectúa una **comparación** cuando se demuestra la derivada de un producto de dos funciones de variable x mediante el uso de la definición de derivada y mediante el método de la derivada logarítmica, ya que éste permite llegar al mismo resultado por

⁹⁴ Hernández Fernández H., J.R. Delgado Rubí, B. Fernández de Alaíza. 1997 c. Cuestiones de didáctica de la matemática. Rosario. Homo Sapiens Ediciones. (pág. 74)

dos caminos distintos y de esta forma se compara el grado de complejidad de ambos procesos y los contenidos previos que hacen falta en cada uno de ellos. En el primer método hace falta conceptualizar la derivada, resolver algebraicamente las expresiones obtenidas y calcular el límite salvando la indeterminación generada por la expresión. En la segunda, se deben recordar las propiedades del logaritmo, la regla de derivación de las funciones compuestas, además de saber operar algebraicamente las expresiones halladas.

Para poder comparar se debe tener un alto nivel de dominio del tema analizado y es necesario, en muchas ocasiones, tomar decisiones acerca de la forma más conveniente de efectuar una tarea.

- **Verificar:** la verificación de resultados y la **crítica reflexiva** de los mismos es un proceso fundamental en la actividad matemática que, lamentablemente no siempre se enseña en el aula y nuestros alumnos no están acostumbrados a hacerlo.

En muchas oportunidades la verificación es una parte fundamental del problema. No se puede tomar como verdadera la solución mostrada por la computadora sin hacer un análisis crítico del resultado, ya que muchas veces una orden equivocada o la omisión de un par de paréntesis cambia totalmente la respuesta mostrada en la pantalla. Cada alumno debe ser su propio crítico y verificar si esa solución es factible o no. También en la resolución algebraica de ejercicios de aplicación, la solución debe ser comprobada, pues esto genera autonomía en la ejecución de proceso y obliga a buscar el error en caso de tener una respuesta falsa. Para detectar el error y corregirlo muchas veces hace falta rever temas teóricos, demostraciones de reglas y aplicaciones de fórmulas.

La verificación no es práctica común en el salón de clases pues el docente no dedica tiempo a ello, pero debería revertirse esta situación asignando a esta tarea, ya sea en la práctica o en un análisis teórico, más tiempo e importancia. Es una aliada muy fuerte de la reflexión.

- **Algoritmizar:** Implica elaborar una **secuencia de pasos lógicos** matemáticamente correctos para llegar a la solución de un problema. (Hernández Fernández, 1998) Entender y construir un algoritmo obliga al estudiante a utilizar toda la base teórica que posee, a hacer una selección entre el bagaje de contenidos anclados significativamente en su memoria a largo plazo⁹⁵ para traer al primer plano los aprendizajes que le sirvan para aplicarlos a la situación y elaborar una metodología de resolución. Por ello tiene una doble función: conceptual y procedimental.

Esta competencia procesal actúa como integradora, ya que para poder realizar demostraciones, formalizar los pasos necesarios para resolver un problema, o enfrentar el desafío del estudio de un contenido nuevo se requiere comprender, interpretar, relacionar, modelizar, transferir, reflexionar, a veces graficar, calcular y comparar.

Por ejemplo, para resolver un problema de optimización se debe **interpretar** la consigna, **identificar** datos e incógnitas, **comprender** el concepto de derivada, **elaborar el modelo** matemático para las condiciones concretas, **graficarlo**, **calcular** mediante reglas las derivadas necesarias, resolver el problema planteado, **transferir** conceptos de otras disciplinas (como velocidad instantánea, costo marginal, ...) y reflexionar sobre la factibilidad del resultado hallado.

⁹⁵ Según el modelo de Robert Gagné, psicólogo norteamericano, investigador en el campo del aprendizaje y la enseñanza.

1.4.3 Los principios didácticos que orientan la actividad del docente

El aprendizaje es una actividad inherente a todo ser humano y las instituciones juegan un papel preponderante. (Chevallard, 1992) Según el enfoque antropológico, cuyo principal referente es Yves Chevallard, las personas aprenden durante toda su vida; siendo, en numerosas ocasiones, dicho aprendizaje sistémico y planificado, mientras que en otras se efectúa en forma casual. La aproximación antropológica propuesta por Chevallard resalta el rol de las instituciones educativas en los sistemas didácticos.

Existen situaciones en las que el aprendizaje se realiza por motivación propia del individuo que desea aprender, investigar, descubrir conceptos nuevos. Es un aprendizaje intrínseco. En otras, el interés es guiado por una persona externa, un padre, un tutor o un **docente**. En este caso el sujeto es conducido hacia lo que “debe aprender”, y debe ser motivado para que descubra el por qué de la necesidad de aprenderlo, su utilidad y los beneficios que tendrá al lograrlo.

El alumno que ingresa a la universidad tiene que construir sus aprendizajes, pero no puede seleccionar qué desea aprender. Es la institución la que los selecciona y, mediante su diseño curricular, establece cuáles son los contenidos requeridos para lograr las incumbencias profesionales. El estudiante acepta el desafío sin otra opción y, para complicar aún más la situación, muchos se enfrentan a una verdad casi dramática, la base que les ha proporcionado la enseñanza de nivel medio no es suficiente. El **rol del docente** es vital en este momento, pues debe generar en los estudiantes una motivación y brindar un apoyo tan poderosos que permitan a los jóvenes vencer todos los obstáculos.

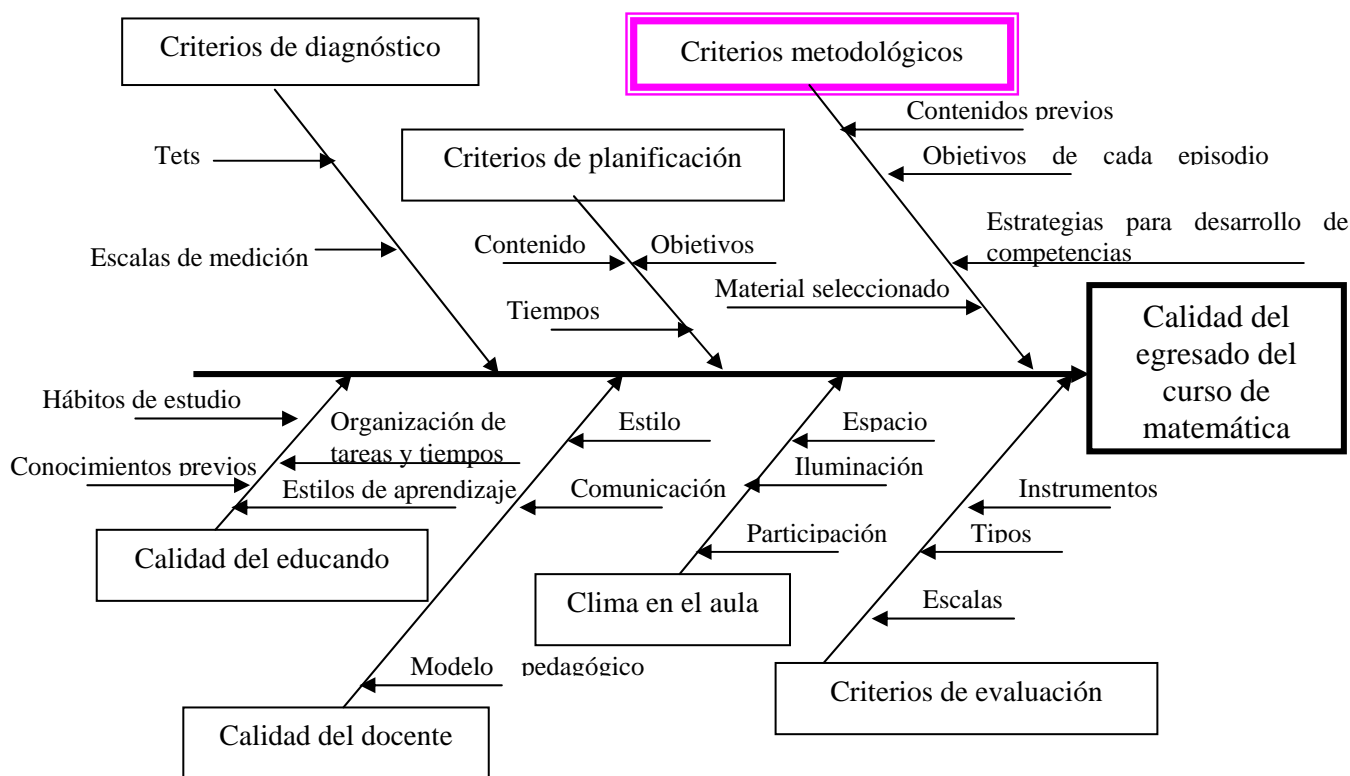
El educador debe incentivar a sus alumnos para producir en ellos esa sed de nuevos conocimientos, y de esta forma transformarse en el orientador del sujeto hacia el aprendizaje y a su vez cada educando será el artífice de sus estructuras cognitivas, por estimulación propia.

Un ambiente propicio para el aprendizaje está determinado por el entorno físico, psicológico y las **estrategias** usadas para impartir la enseñanza. En todo momento se debe

bregar por el logro de un aprendizaje significativo desde el punto de vista cognitivo, procedimental y actitudinal.

El **profesor** es el encargado de la toma de decisión acerca de la calidad del proceso de enseñanza, sus objetivos y estrategias. Existen muchas causas que tienen una trascendental influencia en el efecto final, es decir en la calidad del “producto terminado”, que para nuestro caso es el alumno egresado de un curso de Matemática con una calificación de aprobado, en su parte formal, y con un cúmulo de conocimientos debidamente afincados en su mente, con un dominio de la matemática como instrumento para ser aplicado en diferentes situaciones durante la cursada de las asignaturas superiores y en su vida profesional y transformado en un ser racional, pensante, lógico y éticamente competente.

Valiéndose de una de las **herramientas de calidad** ya definidas en el capítulo uno, en este caso el diagrama de Ishikawa, se pueden señalar las causas y subcausas determinantes de la característica de calidad deseada.



En el diagrama presentado, denominado como de las “7 C” se puntualizan las causas que inciden con mayor fuerza en la calidad del alumno, una vez cursada y aprobada la asignatura. La presente investigación se focaliza en la **calidad del proceso de enseñanza**, es decir de la **intervención del docente y sus alumnos en el ámbito áulico**, en el cómo dirigir una clase, los **principios didácticos**, los **modelos pedagógicos**, las **estrategias de enseñanza**, de **evaluación**, los **estilos de aprendizaje de los alumnos**; es decir en todo aquello que incide en forma directa o indirecta en la calidad de una clase y del proceso educativo en general.

Para conducir una clase en forma exitosa es importante que el docente conozca los diferentes **modelos pedagógicos** y las **estrategias disponibles** para ser usadas en el dictado de la Matemática.

Puede impartir, considerando dos paradigmas opuestos, una enseñanza conductista o una enseñanza constructivista. Dentro de las teorías pedagógicas estudiadas en este capítulo se menciona el **constructivismo** que, en los últimos tiempos ha cobrado un notable auge como paradigma explicativo del proceso de aprendizaje.

El **Constructivismo** se basa en la adquisición de nuevos conocimientos mediante la puesta en juego de conflictos cognitivos; esto quiere decir que el sujeto que va a adquirir un nuevo conocimiento tiene que tener claro que todo lo que él produce está propenso a cambiar. La enseñanza se basa en el proceso de construcción del conocimiento, y se destaca el **papel activo del alumno** y la interacción del mismo con el medio como vía de desarrollo cognitivo.

Desde el nacimiento del constructivismo hasta la actualidad se han elaborado numerosos modelos, ya detallados y explicados, en los cuales se expresa la naturaleza del conocimiento y las diferentes maneras de adquirirlo.

La selección del modelo óptimo para la Matemática requiere un acabado conocimiento por parte del docente de las estrategias disponibles para la transferencia de contenidos a nivel áulico.

Los principios generales fundamentan el andamiaje de los principios particulares, ya sean cognitivos o procesales a generar en los educandos y los principios particulares que orientan la intervención del educador. Todos apuntan a la consecución de un aprendizaje constructivista, significativo, basado en el descubrimiento, por parte del alumno, del sentido real y concreto de las aplicaciones de los objetos matemáticos.

Se da prioridad a la mediación social como eje fundamental de las interrelaciones planteadas en el salón de clase, considerando al alumno como un ser único, pero a su vez integrante de un grupo - aula, respetando sus diferencias personales y observando la dimensión antropológica del proceso de instrucción.

1.4.3.1 Estrategias de enseñanza

Así como el docente selecciona el modelo óptimo de acuerdo a los episodios educativos a los que se enfrenta y a las características del grupo de alumnos, también debe tomar decisiones sobre las estrategias de enseñanza para lograr una instrucción eficiente y eficaz. Muchas y muy variadas son las estrategias que el profesor puede usar en el aula antes, durante o después del desarrollo de un tema específico.

Las mismas se clasifican en:

- Estrategias preinstruccionales.
- Estrategias usadas durante el desarrollo de la instrucción.
- Estrategias postinstruccionales.

Las **estrategias preinstruccionales** se utilizan para motivar e introducir a los estudiantes en el tema, para descubrir y diagnosticar los contenidos previos que los mismos poseen, para activar organizadores y experiencias preliminares a la cuestión sobre los cuáles se construirán los nuevos conocimientos.

Las **estrategias usadas durante el desarrollo de la instrucción**, es decir durante el proceso de enseñanza propiamente dicho, apoyan los conocimientos curriculares y sirven para conceptualizar los contenidos, interrelacionarlos, identificar la información principal, distinguirla de la secundaria o anexa y mantener el interés de los alumnos.

Las **estrategias postinstruccionales** se usan al finalizar la enseñanza de un contenido para permitir a los alumnos tener una visión panorámica e integradora de lo aprendido, desarrollar su espíritu crítico, establecer nuevas relaciones, autoevaluarse y dar significado a lo aprendido.

Las estrategias, que pueden usarse con diferentes finalidades, pueden clasificarse en:

1. **Objetivos:** Los objetivos o intenciones educativas son enunciados que describen con claridad las actividades de aprendizaje a realizar para el logro de ciertos
-

propósitos predefinidos, así como los efectos esperados que se pretenden conseguir en el aprendizaje de los alumnos al finalizar un episodio educativo. El docente debe explicar a sus alumnos las metas a lograr, así como en un proceso productivo todos los que intervienen en él deben conocer su responsabilidad y la incidencia que tiene su trabajo en la calidad final del producto terminado, los estudiantes deben ser concientes de las condiciones de trabajo, de las actividades a desarrollar y de las expectativas que gobiernan el proceso instruccional así como también los métodos de evaluación y los fines para los cuales se expone el tema. La presentación de los objetivos puede también hacerse mediante un problema motivador, disparador de la temática en cuestión y que haga surgir en los estudiantes la necesidad de investigarla para solucionarlo y adquirir las herramientas que hasta ahora no poseen. Conocer los objetivos permite al alumno encontrar significado y valor funcional a los nuevos contenidos. Esta es una estrategia usada principalmente para la fase pre-instruccional y es de mucha ayuda a la hora de la verificación de la calidad de un proceso, es decir para detectar el cumplimiento o no de las metas propuestas para dar satisfacción a las expectativas del educador, así como también a las de los educandos.

2. **Preinterrogantes:** la realización de un coloquio antes de comenzar con el desarrollo de un tema nuevo, permite activar el conocimiento previo y a su vez proporciona al profesor la posibilidad de conocer lo que saben sus alumnos para tomar como base y promover nuevos aprendizajes. Estas preguntas sirven a manera de diagnóstico en el inicio de una clase o de una unidad, o de una asignatura. Permiten también al alumno autoevaluarse y sincerarse frente una situación más o menos compleja que se le presenta, comparándose con sus compañeros, tomando conciencia de sus aptitudes y competencias para proyectar un plan de acciones correctivas que le permitan salvar los obstáculos que pudieren existir. Es una estrategia utilizada en la etapa pre-instruccional.

3. **Organizadores previos:** es una herramienta muy provechosa como instrumento de introducción a un tema nuevo, que puede presentarse mediante un texto, por medio de un problema, en forma escrita u oral para que los alumnos, en forma grupal, lo lean, lo discutan, lo analicen, extraigan conclusiones, señalen las ideas fundamentales y las distinguan frente a las secundarias. De dicha lectura y debate los alumnos deben reconocer sus falencias, identificar sus fortalezas y sentir la necesidad de ampliar sus conocimientos, surgiendo así la motivación y el interés por la tarea.

Este **organizador previo** es de neto corte ausubeliano, ya que **David Ausubel** en su teoría pedagógica habla sobre el aprendizaje significativo, y para dar significado lógico a los nuevos contenidos, el estudiante debe poder relacionarlos con los ya existentes en su estructura cognitiva. También aparece, con el uso de estos recursos, la noción de “**zona de desarrollo próximo**” propuesta por **Vigotsky**, pues, los alumnos al reunirse a trabajar en forma grupal y discutir sobre problemáticas en las que surgen contenidos ya estudiados están intercambiando ideas y conocimientos, ejerciéndose una influencia de los compañeros más adelantados o con mayor capacidad, sobre aquellos que necesitan apoyo, cuyo desarrollo cognitivo no les permite aún encarar en forma individual la problemática. También **Jerome Bruner** propicia la teoría de que el alumno construye o descubre nuevos contenidos sobre el **andamiaje** que le brinda el conocimiento pasado y presente, transformando así su estructura cognitiva o modelo mental.

El profesor, como orientador del proceso, ejerce también influencia sobre los grupos y sus conclusiones para guiar a los jóvenes en su trabajo. Es esta una estrategia de mucha utilidad en la fase pre-instruccional e instruccional.

4. **Analogías:** Mediante la analogía se ponen en relación los conocimientos previos y los conocimientos nuevos que el docente introducirá a la clase, es decir que mediante esta estrategia el docente puede presentar casos nuevos, los que se pueden
-

resolver o trabajar en forma análoga a otros casos ya conocidos por el alumno. De esta manera el estudiante puede transferir conceptos o habilidades ya desarrolladas, presente en su estructura cognitiva, afianzada como conocimiento previo a nuevas situaciones y así descubriendo los nexos e interrelaciones existentes ampliar su campo de contenidos.

Las analogías deben servir para comparar, evidenciar, aprender, representar y explicar algún objeto, fenómeno o suceso. En las analogías se deben incluir de forma explícita tanto las relaciones comunes entre la nueva situación y el objeto ya conocido, así como las diferencias entre ambos, para esto el docente debe de ser muy ágil y creativo porque debe mostrarle al alumno la relación existente entre el conocimiento pasado y el futuro.

Esta estrategia puede aplicarse tanto para la fase instruccional, es decir para enseñar a los estudiantes a relacionar los contenidos previos con los nuevos así como también en la etapa de evaluación para que el educador verifique el grado de transferencia que los alumnos hacen de los conocimientos aprendidos y si están en condiciones de identificar semejanzas y diferencias entre casos, es decir si son capaces de discernir cuáles son las situaciones análogas, que se pueden abordar en forma semejante y cuáles son aquellas contrapuestas que necesitan de otro planteo de soluciones. Esto implica que puede ser muy útil como estrategia post-instruccional.

5. **Mapas conceptuales:** estas herramientas permiten sistematizar los conceptos en forma lógica y establecer relaciones entre los mismos para llegar a su comprensión significativa. Los mapas conceptuales han sido ideados por Joseph Novak para poner en práctica el modelo de Ausubel y su función primordial es interconectar los conocimientos sobre un tema o con otros temas ya conocidos (Ontoria Peña, 1996). Su estructura organizacional permite establecer relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones, los que se ubican en una elipse o recuadro, los conceptos interconectados se unen por líneas que permiten establecer nexos

entre ellos. El sentido de la relación se indica mediante palabras anotadas arriba de dicha línea, denominadas palabras enlaces. Son instrumentos muy útiles para presentar objetivos de estudio, para repasar contenidos previos y poder identificar los organizadores mentales que el alumno debe tener presente a la hora de abordar un tema nuevo. Sirven también para ubicar a los estudiantes en que sitio del diseño curricular, del programa analítico, de una unidad o de un tema se encuentran, qué es lo que ya han aprendido y hacia donde se orientan sus nuevos conocimientos. A la hora de evaluar, son herramientas que permiten al docente efectuar un coloquio revelador de los logros alcanzados y del nivel de profundidad conseguido.

Son estrategias con múltiples funciones, pues permiten organizar los conocimientos pasados, traerlos al presente y permitir su revalorización para ser usados en el futuro permitiendo al alumno detectar sus debilidades y fortalezas, es decir que aparecen como herramientas de uso en la fase pre-instruccional. Colaboran también en el proceso de enseñanza y aprendizaje, estableciendo nexos entre los contenidos ya estructurados en la mente del alumno y los contenidos a aprender, por lo que son facilitadores de la instrucción y, por lo tanto pueden ser usadas como estrategias instruccionales. A la hora de evaluar, también es una técnica provechosa ya que permite descubrir el grado de internalización de lo aprendido y la profundidad con la que se han asimilado los conocimientos nuevos, por lo que puede ser utilizada en la fase post-instruccional.

6. **Análisis de casos:** las estrategias basadas en el análisis de casos tienen como meta fundamental analizar y valorar un proceso cognitivo explícito y concreto. Se basan en la presentación de una situación real o simulada, para que los alumnos intenten encontrar una solución trabajando en forma individual o grupal. Se expone una "situación problema" donde diferentes personajes juegan su rol, explicitando sus procesos de pensamiento a fin de optar por diferentes soluciones, es importante destacar que, en lo posible cada miembro del grupo debe aportar su solución, de acuerdo a sus experiencias previas y a sus conocimientos, para que no exista una

sola. Se discuten las soluciones alternativas, se consulta bibliografía específica y cada grupo extrae sus conclusiones. Luego en un debate conjunto, o puesta en común, el docente trata de compatibilizar las conclusiones grupales y expone la solución real del caso o la más conveniente guiando a los estudiantes hacia la conclusión final. Como estrategia de enseñanza favorece la motivación, ya que un caso puede ser interpretado de diferentes maneras por cada alumno y esto genera un conflicto que atrapa el interés de la mayoría de la clase. Asimismo desarrolla la capacidad de análisis, el espíritu crítico y la creatividad, siendo fuente de adquisición de nuevos conceptos. Los alumnos también enriquecen su vocabulario, mejoran su expresión oral y escrita, participan activamente defendiendo sus posturas y admitiendo la de los demás. Esta estrategia desarrolla competencias en la toma de decisiones, pudiendo ser usada en la etapa pre-instruccional, como fuente de motivación, durante el desarrollo del proceso de enseñanza como herramienta para la adquisición de contenidos y en la fase evaluativo o sea post-instruccional para verificar el cumplimiento de la meta pautada.

7. **Representaciones:** para abordar un problema cognitivo y lograr su comprensión, el alumno debe elaborar en su memoria operativa objetos y relaciones, los que son generados por cada individuo y por ello cada estudiante puede elaborar distintas representaciones internas del mismo problema. Una representación interna implica un proceso muy activo en el que la persona añade, suprime e interpreta la información, haciendo juicios sobre la relevancia, o no, de los datos que se le ofrecen.

En algunas ocasiones un problema se puede resolver solamente usando representaciones internas, pero en la mayoría de las situaciones es muy difícil alcanzar soluciones sin la ayuda de representaciones externas. Estas representaciones externas ayudan a tener presente en la memoria de trabajo simultáneamente la información inicial y las relaciones entre datos, así como a ir

almacenando conclusiones y nuevos datos obtenidos en operaciones intermedias.

Entre las representaciones externas se pueden citar:

- gráficas (de barras, de sectores, diagramas cartesianos, flujogramas)
- icónicas (logotipos, maquetas, cuadros, imágenes prediseñadas)
- verbales (historieta, dramatización, adivinanza, regla nemotécnica)
- tablas (tablas estadísticas, tablas probabilísticas)
- modelos (funciones, ecuaciones, inecuaciones, determinantes, matrices sistemas de ecuaciones, ecuaciones diferenciales, integrales)

La representación es una elaboración personal de hechos, fenómenos, situaciones o problemáticas para poder comprender su comportamiento y es sinónimo de simular, modelar, dibujar, reproducir, etcétera.

En matemática, especialmente, podemos hablar de un “modelo matemático” como una representación de una problemática concreta, lo que implica una traducción al lenguaje simbólico y formal de la matemática para así abordar la solución del mismo y extraer conclusiones que favorecen la toma de decisiones.

1.4.3.2 Estrategias de evaluación

Las estrategias de evaluación han sido utilizadas, dentro del proceso de enseñanza tradicional, solamente como funciones de valoración cuantitativa, centradas en el contenido, es decir que se evalúa el nivel de conocimientos adquiridos, la precisión por memorizar definiciones, propiedades, reglas y teoremas. Únicamente se controlaba el conocimiento al final del proceso, es decir que se realizaba un **control de calidad final por inspección**, sin jerarquizar otros aspectos del proceso de instrucción. En los últimos años se ha iniciado una transformación que dio origen a la evaluación como un instrumento que proporcionaría la información y la comprobación de las cosas que se han aprendido en cada fase del mismo.

La evaluación es un proceso dentro de otro proceso mayor: el de enseñanza – aprendizaje y bajo este enfoque sistémico debe analizarse.

Los instrumentos usados para la evaluación en el aula serán:

- Cuestionarios breves
- Coloquios
- Pruebas orales
- Pruebas escritas
- Trabajo continuo en clase
- Interrogatorios individuales o grupales
- Resolución de ejercicios
- Trabajos integradores sobre una problemática de la profesión
- Trabajos de investigación elaborados en conjunto con otras asignaturas
- Resolución de trabajos prácticos en grupos pequeños
- Exposición de grupos y generalización de conclusiones

El docente debe saber cuándo evaluar, y de acuerdo a las circunstancias la evaluación será:

1. **Evaluación diagnóstica:** permite conocer los aprendizajes previos, imprescindibles para organizar todas las secuencias de acciones a partir de las metas que se quieren lograr. Ésta permite planificar y coordinar las estrategias de desarrollo del programa y de la evaluación. (Luchetti, 1998)
2. **Evaluación formativa:** permite conocer durante el proceso de enseñanza - aprendizaje, los cambios producidos en los alumnos, con el propósito de realizar los ajustes necesarios para desarrollar los objetivos esperados.
3. **Evaluación integradora o sumativa:** permite conocer el logro de los objetivos propuestos cuando finaliza **un** proceso de enseñanza – aprendizaje, ya sea una o varias unidades, un cuatrimestre, un ciclo lectivo.

Una de las funciones primordiales de la evaluación es el seguimiento del proceso de enseñanza y aprendizaje. El proceso comienza con **evaluación diagnóstica inicial** para

conocer cómo llegan los alumnos a la clase, cuáles son sus contenidos previos, su estructura cognitiva, el manejo del lenguaje oral y escrito, sus preconcepciones, hábitos y metodologías de estudio, para así poder planificar las actividades a desarrollar en cada clase. Esta evaluación inicial o diagnóstica se corresponde con la evaluación de materia prima e insumos realizada en cualquier **control de calidad de procesos**, ya que ella permite establecer estándares e indicadores mínimos a ser verificados para la aceptación o rechazo de un lote de producción o de un servicio. En el ámbito educativo no se puede hablar de “aceptación o rechazo”, pero si se puede jerarquizar a los estudiantes de forma tal que se establezcan bases mínimas para seleccionar y calificar por niveles a los alumnos que ingresan al primer año de la carrera. Nadie debe quedar excluido del sistema, pero no podemos enseñar “la misma matemática” para todos, es imprescindible lograr que los educandos alcancen un mínimo nivel de conocimiento para poder aspirar al éxito en la asignatura. De acuerdo a dicha distinción se debe organizar una estructura institucional adecuada a su formación que lo contenga y oriente.

Para que el proceso de calificación diagnóstica sea eficaz y eficiente deben existir estándares e indicadores de admisión para el primer nivel de grado de las carreras, de manera que el docente pueda evaluar en forma objetiva las competencias y potencialidades de los estudiantes para organizar el proceso íntegro de su enseñanza.

En esta investigación se ha utilizado el *test* denominado *Learning And Study Strategies Inventory (LASSI)* para determinar las características del grupo en su totalidad, detectar sus debilidades y poder jerarquizar las mismas, como se hace en el **control de calidad de un proceso o servicio** mediante el diagrama de Pareto. Esto permite actuar sobre las causas de mayor incidencia en la calidad del mismo atacándolas en primera instancia.

El **Inventario de Estrategias de Aprendizaje y Técnicas de Estudio**, desarrollado por Claire E. Weinstein, Ann C. Schulte y David R. Palmer, integrantes del Departamento de Psicología Educacional de la Universidad de Texas (*Austin*, U.S.A.), es una herramienta diseñada para medir el uso de Estrategias de Aprendizaje y Técnicas de Estudio por parte de los alumnos y resulta ser un instrumento de diagnóstico y orientación que se focaliza en la

evaluación de pensamientos y conductas implícitas y explícitas que conducen a aprendizajes exitosos y que pueden ser modificados a través de intervenciones educacionales.

Estos procesos de pensamiento y conductas contribuyen fuertemente en los aprendizajes logrados en la educación universitaria, pues los alumnos en este nivel estudian en forma cada vez más independiente. Sus hábitos pueden ser optimizados mediante estrategias áulicas que tengan como meta principal la mejora en el rendimiento y el enriquecimiento de sus competencias.

También el profesor debe realizar una evaluación diagnóstica al iniciar una clase, una unidad o un grupo de temas afines para señalar el nivel de conocimientos previos que posee el grupo y hacer enseñanza compensatoria si resulta necesaria.

En cuanto a la **evaluación formativa o de aptitud del proceso**, no sólo es formativa para los alumnos, sino también para los docentes quienes logran una retroalimentación acerca del avance del proceso y sobre las dificultades que se presentan para poder implementar medidas correctivas, si resultare necesario o afianzar y confirmar estrategias y procedimientos que han sido exitosos. Esta clase de evaluación permite realizar ajustes de planificación, metodológicos y de proceso.

La **evaluación sumativa**, por su parte, está orientada a la estimación de logros al final de un ciclo, como puede ser un conjunto de unidades temáticas, un cuatrimestre, un semestre o un año lectivo y está relacionada directamente con la acreditación y la promoción de los estudiantes.

Otra función de la evaluación es el control de calidad del proceso educativo, ya que permite analizar los contenidos, el diseño de las actividades, el papel del profesor, los recursos didácticos, el proceso de aprendizaje del alumno y el ambiente de aprendizaje; esto con el fin de mejorar y hacer ajustes a las posibles falencias que presentan cada una de ellas.

CAPÍTULO 4

TRABAJO DE CAMPO: FUNDAMENTOS DEL MODELO

La primera parte del capítulo, se direcciona hacia la descripción de las situaciones educativas de manera naturalista, (Eisner, 1998) observando e interpretando los hechos, justificando y explicando lo observado y dando sentido a las vivencias.

Como primera aproximación a la problemática que se genera en el salón de clases, se efectúan entrevistas a personas destacadas en el ámbito de la Didáctica de la Matemática. Esto brinda la posibilidad de conocer diversas opiniones y hallar evidencias para la correcta interpretación de los fenómenos. El punto de partida del trabajo experimental es la experiencia cotidiana (Wolcott, 1992) acerca de la cual se puede: (1) observar: mirar y escuchar; (2) interrogar: entrevistar y preguntar; y (3) examinar: revisar analizar.⁹⁶

En una segunda aproximación explicativa se efectúan observaciones de los escenarios áulicos con el objetivo de recabar información acerca de qué es lo que el docente universitario hace hoy en sus clases. Se hacen entrevistas a los docentes observados; una antes para determinar el plan de clase y otra posterior para conversar acerca de la concreción del mismo.

Al igual que en un estudio etnográfico, se trata de describir primero las actuaciones de las personas involucradas en el proceso instruccional de la Matemática universitaria; y a partir de evidencias concretas se pretende explicar y dar significado a la realidad de los eventos cotidianos. Este análisis preliminar de contextos se incorpora a la indagación documental para formalizar posteriormente el modelo didáctico.

En la segunda sección del capítulo, tomando como base la información recabada se detallan los principios y estándares de Calidad que son ejes del modelo provisional emergente. Los mismos se verán reflejados en el diseño del modelo y serán los pilares de las estrategias áulicas en busca de la excelencia en la educación matemática.

⁹⁶ Constantino, G. (Comp.). 2002. Investigación Cualitativa & análisis del discurso en educación. Buenos Aires: Editorial Universitaria.

1.1 Análisis de la problemática del alumno que ingresa al nivel universitario : descripción de escenarios

Con el objetivo de comprender la problemática del alumno universitario del primer nivel, se han realizado entrevistas a personas relacionadas con este ámbito y se han efectuado observaciones a diversas cátedras. El fin principal es conocer los escenarios actuales, como quién comienza una investigación etnográfica y para ello observa y descubre la realidad áulica y el comportamiento de las personas que allí interactúan.

1.1.1 Características de los estudiantes que ingresan a la Educación Superior: Entrevistas a docentes universitarios

En primer lugar se ha entrevistado a la **Psicopedagoga Cecilia Bixio**, Profesora e investigadora de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional de Rosario, quien ha publicado libros sobre la problemática de la educación, el aprendizaje y la escuela. Asimismo trabaja como consultora y asesora en instituciones educativas de Nivel Inicial, Educación General Básica y Nivel Medio⁹⁷.

La Psicopedagoga sostiene que la Universidad como institución está preocupada por la calidad del graduado que de ella egresa; pero esto no involucra a todos los docentes. Cada uno de los profesores tendría que sentirse como una de las partes fundamentales en la calidad final del egresado y lamentablemente ese compromiso aún no existe. Muchas veces los docentes universitarios dicen que los jóvenes no saben leer ni escribir, y esto no es un problema propio, es un problema del nivel medio. Más allá de estas expresiones, si bien la problemática concreta es real, la preocupación de la mayoría tendría que estar orientada a revertirla.

Si se tuvieran que elaborar indicadores para medir la calidad de la instrucción, en su opinión, se deberían encontrar en los criterios de evaluación, en los criterios con los que se seleccionan los contenidos, en los criterios con los que se trabaja en la articulación teoría –

⁹⁷ Bixio, C. - 1998 - Enseñar a aprender - Rosario: Homo Sapiens Ediciones.

práctica, si hay instancias de formación profesional - como residencias, talleres y trabajos de laboratorio-. La importancia que se le da a la calidad educativa estaría dada por el análisis del currículo, por un lado y por otro lado por el análisis de los procesos de formación y profundización de cada uno en su propia materia.

Ella piensa que el fracaso de los alumnos del primer año de las carreras universitarias se produce por dos motivos:

- Uno se debe a que la Universidad, en el proceso democrático y de normalización, abre sus puertas a un ingreso irrestricto, entran alumnos que antes no se veían como fracaso, pues no entraban. Esto pone en evidencia el fracaso, pero no por que sea un fracaso en sí mismo. Hoy llegan más chicos y en distintas condiciones bajo la concepción de equidad educativa. Luego, en la realidad del aula, este principio no está presente. Por ejemplo, en un aula de 400 alumnos, solo 100 reúnen los requisitos necesarios para el ingreso, y el resto no. Esto se relaciona directamente con las estrategias que los docentes usan en todos los niveles del sistema educativo, las que están pensadas para un grupo reducido, para un grupo con determinadas características, un grupo homogéneo y luego son aplicadas en un grupo que no reúne esas condiciones. Allí falla la estrategia didáctica del educador.

Se tiene que pensar en estrategias didácticas para trabajar con grupos heterogéneos de estudiantes, algunos de los cuales le falta compensación de contenidos y otros, en cambio, no han podido construir los procedimientos de aprendizaje. Son dos grupos con mucha dispersión y eso no es tenido en cuenta en las aulas del primer año.

En su apreciación, la Facultad se preocupa más en la evaluación nivelatoria de contenidos matemáticos que en valorar en forma concreta las condiciones de los ingresantes en cuanto a su motivación, su interés, sus hábitos y técnicas de estudio.

La problemática del fracaso, mirada en esta dimensión, tiene **dos columnas o pilares**: la primera que tiene que ver con los **contenidos y procesos** de compensación que tenemos que construir y la segunda se relaciona con otras

problemáticas vinculadas a las **competencias del alumno** que comienza sus estudios superiores. En estos casos debemos trabajar con otro tipo de estrategias, de apoyo, de estudio dirigido, de aprendizaje más autónomo, pero que no pueden desarrollarse al margen de la cátedra. En la Facultad de Rosario existe un espacio de apoyo para los alumnos con dificultades para estudiar, pero al estar desvinculada de las cátedras, eso que aprende como técnica de estudio por fuera de la asignatura, el alumno no lo puede transferir por sí solo al estudio disciplinar, en esta ocasión, la Matemática.

Debe existir un trabajo integrador entre los docentes y los asesores pedagógicos en las instituciones; lo que hoy no se hace, pues éstos últimos están más dedicados a trabajos con los decanos, con los secretarios académicos, en la revisión de cuestiones inherentes a los planes de estudio. El asesor, o el equipo pedagógico deben acercarse a los alumnos y a los docentes, para ayudarles a construir estrategias didácticas que sirvan para las problemáticas que detectan en su materia. Se debe construir dentro del aula, el profesor de Matemática y el asistente pedagógico tienen que trabajar formando un equipo donde cada uno aporte su especialidad.

- En primer año, hay otra cuestión muy importante ajena a la dimensión didáctica – pedagógica, y es que al chico, la Universidad lo desborda. La Universidad es una institución que le resulta ajena, que no lo contiene ni intenta hacerlo. Es un lugar donde él no existe subjetivamente y esto genera muchas dificultades. La Universidad parte del supuesto que trabaja con adultos, pero esto no es así hoy. La adolescencia en nuestros tiempos se ha extendido y las problemáticas del ingresante son las de un adolescente.

Existe, por lo tanto, aparte de las estrategias desde lo académico, otras estrategias que no es transformar la Universidad en una guardería, pero que hagan que el alumno se sienta un ciudadano universitario desde el primer día.

De lo comentado anteriormente se deduce que el estudiante no comprende significativamente el ámbito universitario por el solo hecho de traspasar el umbral y tener un

banco en el primer año de una carrera. Le lleva tiempo adaptarse a las nuevas exigencias y aún más, se le pide que utilice herramientas que en realidad no posee. Aquí aparece la función principal del docente, tanto desde el punto de vista didáctico - académico de su asignatura, como del equipo de apoyo que la institución debe poner a su disposición.

El alumno de primer año es un alumno con características particulares y diferenciadas con respecto al resto de la comunidad universitaria. No puede ser considerado de la misma forma que los estudiantes de cursos avanzados.

1.1.2 La visión de los expertos sobre el alumno de primer año

En busca de ampliar los antecedentes sobre este problema he entrevistado al **Profesor Doctor Ruggero Ferro, de la Universidad de Verona (Italia)**, especialista en Didáctica de la Matemática, Director del Master para la Enseñanza de la Física, la Matemática y la Informática (UCALP-U.S.Verona) y docente del primer año de la carrera de Informática en dicha universidad.

Al reflexionar sobre los problemas que se presentan en el primer nivel de las carreras universitarias con los ingresantes, se hace referencia al peso que asume el perfil del docente del primer año. R.Ferro considera como instrumentos importantes en la formación del educador, la pedagogía y la psicología, pero a su vez piensa que ellas no garantizan el éxito.

Según su visión existen fundamentos de la pedagogía y la psicología que independientemente de los estudios hechos, surgen en forma directa, uno de ellos es la atención a los estudiantes.

El docente tiene que estar dispuesto a atender a los estudiantes; esto es una decisión, una disposición, una actitud, quizás innata. Se debe hablar con los estudiantes cuando se enseña y no hablar consigo mismo, como sucede muchas veces. Es necesario dialogar con ellos en forma permanente para detectar sus necesidades e inquietudes. Uno puede estudiar la pedagogía en general, pero se debe enseñar Matemática y ésta tiene una didáctica específica, diferente, y como tal debe ser estudiada y abordada.

Ferro considera que la dificultad de la enseñanza de la Matemática está en sus propios conceptos, que no son cosas simples como parecen. En general, el alumno en la clase de Matemática hace lo que le asigna el docente, pero no sabe por qué debe hacerlo así, y esto genera una dificultad. Si al estudiante se le ordena una tarea, la realiza y muchas veces no sabe por qué, pero cumple con lo pedido. Estos alumnos, en ocasiones son buenos en Matemática, pero no logran un aprendizaje significativo. Otros no son buenos en Matemática, porque creen que no deben hacer “cosas sin sentido” y como no saben para qué, no las hacen. Por consiguiente, uno de los desafíos del profesor es hacer comprender a los estudiantes por qué se hacen las cosas. Es una cuestión de motivación, debe decirse no tanto “se hace así” sino “por qué se hace así”.

El profesor Ferro piensa que en el nivel primario y medio es totalmente ignorado. El mundo de hoy es un universo matematizado; gira sobre la matemática, por lo que todos reconocen que sirve, y el docente considera obsoleto explicitar “por qué” sirve.

Esto es un problema que va más allá de la pedagogía general y requiere un análisis profundo desde la perspectiva de la didáctica específica. El estudio de sus fundamentos no es tarea fácil, pues la matemática se ha desarrollado mucho, es una disciplina con miles de años de historia. Por ello es fácil enseñar “como” se hacen las cosas, pero no el motivo por el que se hacen así. El motivo no se encuentra en los libros, requiere de una cuidadosa investigación, lo que genera la dificultad de su didáctica.

Otras de las características específicas de la Matemática que genera una gran dificultad es que:

“las nociones básicas de la matemática no se pueden expresar con el lenguaje”.

Por ejemplo el concepto de número natural no se puede explicar con palabras. Se puede explicar qué es la raíz de dos, pero no que significa dos. Es, por lo tanto una tarea compleja transmitir el significado de los conceptos básicos que no se pueden explicitar con el lenguaje. No ocurre lo mismo con una propiedad o una definición, que sí puede ser estructurada mediante el uso de las palabras.

En su opinión, la solución a la problemática mencionada proviene de la experiencia. Todos nuestros conocimientos parten de la experiencia y, la matemática, está basada en nociones no concretas, que no están en las experiencias pero que provienen de ellas. Cuando se confrontan cosas, no se lo hace en forma concreta o física, pero al compararlas mentalmente se están realizando operaciones mentales. Así, el estudiante debe imaginarse cosas y confrontarlas en su mente, es decir que necesita elaborar operaciones mentales. Estas imágenes mentales que provienen de la experiencia son individuales, cada alumno fabrica sus propias imágenes mentales.

El docente no puede penetrar en la mente de sus estudiantes para ver si la imagen que ellos se han hecho es igual a la suya. Sólo sabe que ambos han partido de la observación del mismo entorno, del ambiente que han percibido juntos; entonces presupone que la imagen debe ser la misma. Pero la mente de cada discente construye una idea propia. Se puede confrontar lo que cada uno ha elaborado en su mente y llegar a un consenso en algunas características, por lo que decimos que hablamos de la misma cosa. Pero no se conoce si hay un total acuerdo en el concepto íntegro o sólo con algunas características consensuadas. El profesor necesita indagar sobre aquellas imágenes generadas por sus alumnos en sus estructuras mentales y verificar que sean las correctas, o sea que tiene que estar muy atento a las falsas interpretaciones o a la ausencia de interpretación.

El desarrollo objetivo de la matemática parte de esa característica que se comparte y se ha retenido. Pero no se puede decir todo de un concepto, porque el lenguaje no es suficiente, porque la capacidad humana de expresión no es suficiente.

Cuando se habla de lenguaje, se trata del lenguaje en general y no sólo del lenguaje técnico, pues éste se precisa mediante el lenguaje ordinario. Cuando se nombra a los números naturales o a los reales, se hace referencia a un tipo de números que no son tangibles, pero es un concepto que se ha consensuado en matemática y todos sabemos a qué tipo de números nos referimos.

Todas las palabras tienen un sentido preciso en matemática, y los que la estudian tienen que saber cuál es el referente. Si no se comprende qué se quiere significar con las palabras “números reales”, no se puede entender lo que las palabras dicen y menos formar una construcción mental a partir de dichos números. Existe un acuerdo implícito sobre qué son los números reales.

En un lenguaje, incluso en uno técnico específico, si no se sabe que quiere decir cierta expresión, no se comprende nada. Es necesario consensuar primero una característica en lenguaje cotidiano. En el alumno de primer año aparece aquí una dificultad; no posee, en la mayoría de los casos, lenguaje previo comprensivo y si no conoce un vocabulario mínimo que para él tenga un significado concreto, mucho menos puede anclar nuevos contenidos.

Como ejemplo - comenta Ferro - para el estudiante la idea de límite es muy compleja. Límite quiere decir para él, avanzar hasta un cierto punto y no pasar de allí, pero esa no es la noción en matemática. La noción de límite implica aproximarse a un punto indefinidamente, por lo tanto la idea de límite es aproximarse siempre, quiere decir que esta aproximación no tiene fin. Todo esto no está de acuerdo con la idea de límite que el alumno posee y genera un inconveniente, ya que los estudiantes interpretan una concepción diferente a la que expresa el docente, ya sea con palabras o con símbolos.

El educador a veces no detecta estas dificultades si no dialoga con los estudiantes para ver qué ha construido cada uno de ellos. Un aspecto elemental es investigar si comprenden lo que se ha querido decir o han comprendido otra cosa. El diálogo continuo con los jóvenes es importantísimo para darse cuenta si ellos han elaborado una idea acertada. Es muy natural que el alumno no comprenda la idea adecuadamente, y esto no debe sorprender a los profesores. Uno de los obstáculos de mayor incidencia en los fracasos de los estudiantes es la interpretación del lenguaje usado por el docente. Por ello, el profesor necesita verificar qué estructura mental ha elaborado el alumno.

Otro obstáculo importante es la resolución de problemas, porque esta labor no implica realizar cálculos, sino que es necesario saber qué se tiene que hacer. Si se solicita al alumno

que calcule una derivada, aunque la expresión de la función sea compleja puede encontrar la solución en forma mecánica. Si se le pide que obtenga el punto de equilibrio entre la función oferta y demanda, o que determine el costo óptimo de elaboración de un producto, no sabe cómo plantearlo, pues no puede dar significado a lo aprendido.

Este ejemplo nos señala un error didáctico cometido muy frecuentemente por el docente, que es enseñar el cálculo, es decir insistir en el algoritmo sin orientar la tarea a la comprensión del significado.

Desde su visión, otro problema de los estudiantes en la actualidad, es la confianza que experimentan en la computadora. Ellos consideran que si una computadora hace el cálculo, todo está resuelto y no es así. La máquina no “sabe”, no posee capacidad de razonamiento y no logra aprendizaje significativo. El ordenador resuelve y agiliza la operatoria, pero el significado, el concepto lo debe tener cada individuo.

Por otro lado, el docente debe atender a la diversidad de sus alumnos. Cada estudiante es diferente, uno puede conocer el significado de un concepto y el otro no y el educador no puede dar por supuesto que es conocido por todos.

Él insiste en que debe existir un diálogo con los jóvenes para comprender qué cosas conocen, cuáles no, qué ya saben, qué entienden. Los alumnos de nivel superior son personas de 18 años, que poseen experiencias previas y tiene un bagaje de contenidos; es muy distinto al caso de los niños de primaria. Hoy día la clase magistral ha desaparecido y hay una buena comunicación entre docentes y estudiantes. El mejor docente, sostiene, es el que habla con los estudiantes, que ve cuáles son sus mayores dificultades personales. Él cree que el mejor modo para ayudar al estudiante es detectar donde se ha perdido, pues motivos para perderse dentro de un desarrollo matemático existen muchísimos. Uno se pierde en un punto, otro estudiante se pierde en otro y, si no se detecta dónde se ha perdido, ¿cómo se puede ayudarlo?

El profesor Ferro asegura que, a pesar de dichos esfuerzos, al final de un curso aprueban 80 y 150 son reprobados. Existen alumnos que no les interesa aprender, que piensan en otra cosa, y que no se preocupan por estudiar. Muchos no están comprometidos con el estudio y no

poseen una verdadera motivación.. Se puede enseñar de un modo u otro, pero si el alumno no está interesado, es imposible tener éxito. En el primer curso siempre se da un cierto porcentaje de fracasos y esto no se puede evitar.

Ferro considera que un criterio de calidad de enseñanza de la matemática es enseñar significados y todos los criterios deben estar siempre ligado a este, reconocer el significado para la solución de problemas. La comprensión de un significado ya es un problema al que debe darse solución con las intervenciones áulicas.

Propone como ejemplo:

“La derivada en sí misma es una resolución de problema, el concepto de derivada es un problema”. Lograr una correcta interpretación de la misma para transferirla a la resolución de problemas de otras disciplinas no es sencillo. Al estudiante de primer año le cuesta mucho y el docente debe esforzarse por conseguirlo.”

Al preguntarle al Profesor Ferro si es conveniente implementar *test* para realizar una evaluación continua y una retroalimentación permanente en el aula. El considera que un *test* no es eficiente si se lo considera solo, como una medida de lo que ha comprendido o dejado de comprender el alumno, para hacer una estadística o una valoración. El *test* puede mostrar que no sabe algo, pero la cuestión es por qué no sabe hacerlo, por qué no lo ha comprendido. El *test* puede ayudar a detectar los casos en los cuales el estudiante tiene problemas y resultar muy útiles, pero debe complementarse con el diálogo y la toma de decisión.

Resumiendo, el profesor de matemática, debe preocuparse por enseñar significado y profundizarlo. Debe atender a las preguntas de cada alumno, estar alerta para detectar las dificultades y saber resolver los conflictos que se presentan. Es fundamental el diálogo, la atención personalizada y la valoración de los errores para saber por qué se producen y diseñar actividades correctivas con el fin de rescatar a aquellos alumnos que, pese a su fuerte motivación, carezcan de las herramientas requeridas para el nivel universitario.

En las **Jornadas - Taller sobre Diseño de los cursos pre - universitarios** que se han realizado en la Universidad de Concepción del Uruguay, se ha analizado específicamente la

problemática del ingresante. La Dra. **Alejandra Figliola**⁹⁸, afirma que los aspectos a tener en cuenta son: el perfil del ingresante, sus expectativas, su motivación y sus capacidades previas.

Las investigaciones que ha realizado sobre la temática, han arrojado como resultado, que las dificultades mayores presentadas por los estudiantes para insertarse en el ámbito universitario son:

- Dificultades en el manejo de las diversas fuentes bibliográficas.
- Inconvenientes en la interpretación de textos debido a su polifonía.
- Falta de lectura previa de temas dados en clase.
- Insuficiencia de herramientas de control y validación de su propia producción.
- Escaso desarrollo de recursos justificativos y argumentativos.
- Inadecuada organización de la exposición, tanto oral como escrita.
- Ausencia de hábitos de estudio.
- Escaso tiempo dedicado al estudio y actitud pasiva.

Para superar estos inconvenientes, su equipo de trabajo ha propuesto, generar espacios de apoyo para los estudiantes con mayores dificultades. Estos espacios complementarios tienen la modalidad de talleres con discusión de contenido en pequeños grupos, asistencia obligatoria y entrega de trabajos. Se los realiza en horarios extra curriculares y sus objetivos principales son:

- Acompañar la formación del alumno creando o reforzando sus hábitos de estudio.
- Reinsertar a los alumnos con mayores dificultades que se han retrasado y no podría de otra manera continuar con el desarrollo natural de la asignatura.

Asimismo, Figliola mencionó que en su institución también existe un equipo de apoyo emocional para los alumnos, en los cuales los especialistas en psicología y psicopedagogía les

⁹⁸ investigadora Adjunta del CONICET e investigadora Docente Asociada en el Instituto de Desarrollo Humano de la Universidad Nacional de General Sarmiento.

enseñan a manejar su angustia, la ansiedad frente a los exámenes y a superar el sentimiento de fracaso que muchas veces los domina. En Matemática, es muy común encontrar este tipo de conflicto, pues muchos jóvenes están convencidos “que la Matemática es sólo para elegidos”, y esta idea agrega un obstáculo más a sus debilidades cognitivas y procesales, que son las dificultades actitudinales derrotistas.

1.1.3 Características del proceso de enseñanza y aprendizaje de la Matemática en la Educación Superior: Observaciones no participantes

Mediante observación no participante se ha logrado realizar una descripción de los escenarios actuales. Para ello se han observado distintas clases de Matemática en la Facultad Regional Buenos Aires de La Universidad Tecnológica Nacional y se ha analizado las tareas áulicas, la labor docente, la participación de los alumnos y las estrategias usadas en cada caso. También se efectuó una entrevista previa a la clase y una posterior con el fin de determinar objetivo y su grado de cumplimiento. -Anexo 2-

La primera visita se realiza el día 16 de junio del año 2004 a la cátedra de **Análisis Matemático**, correspondiente a la carrera de **Ingeniería en Sistemas de Información**, que se dicta en el turno mañana. En dicha Facultad los cursos no superan los cuarenta alumnos y, en este caso, la relación docente / alumnos es de dos docentes para treinta y cuatro estudiantes.

En las clases están siempre presentes ambos docentes, el Titular y el Auxiliar Docente, pues se desarrolla la teoría e inmediatamente después se resuelven las prácticas correspondientes. Se utilizan softwares como graficadores para interpretación de problemas – Mathematica – Maple – Derive.

El profesor realiza una introducción teórica con un repaso previo de los contenidos afines dados en las clases anteriores y luego expone los temas tratando de seguir un orden lógico en el pizarrón. En ocasiones escribe en los rincones del mismo, lo que desfavorece el

seguimiento del tema y perjudica la comunicación entre docente y alumnos, ya que si un estudiante no mantiene un seguimiento perfecto de lo que se está desarrollando puede perder la secuencia de la clase.

El alumno no participa en la construcción del conocimiento, sino que, por el contrario, la clase es expositiva por excelencia y sólo existen interacción en ocasiones muy puntuales.

Si bien el docente plantea algunos ejemplos en el pizarrón mientras desarrolla la teoría, los alumnos recién resuelven ejercicios de aplicación al finalizar el mismo. En ningún momento se deja al alumno pensar estratégicamente frente a la resolución de un problema, para que pueda reconocer los organizadores previos que posee y descubrir los conflictos cognitivos que lo motivarán a encarar el estudio del tema.

Durante la clase práctica el auxiliar de cátedra vuelve a escribir en el pizarrón las fórmulas requeridas para la resolución de los ejercicios y los resuelve generando una suerte de diálogo con los estudiantes, quienes preguntan lo que no entienden o sugieren alternativas de solución. Este es el momento de la clase en el cual los alumnos participan más activamente.

No existe evaluación continua áulica, sólo se realizan tutorías, ya que el docente titular tiene una dedicación simple dedicada a tal fin. En ellas se encuentra con los alumnos y charla con ellos en forma individual para detectar hasta que punto han avanzado y donde están fallando. Estas tutorías no son obligatorias, los alumnos asisten cuando lo creen necesario, pero no existe una metodología que permita elaborar indicadores medibles de los logros.

En la segunda observación, se efectúa el día 16 de junio de 2004, en el turno de la tarde, a la clase de **Álgebra y Geometría Analítica** del primer año de la carrera **Ingeniería en Sistemas de Información**.

En este salón la relación es de dos docentes para cuarenta y cuatro alumnos. El incremento en el número de estudiantes se debe a que este curso forma parte de un proyecto que incluye la enseñanza del Álgebra mediante ordenador, aprobado por Universidad Tecnológica Nacional y que está en consideración ante el Ministerio de Educación.

La docente inicia su clase en forma expositiva, motivando a los alumnos mediante preguntas para que descubran las curvas que se observan al cortar el cono con diferentes planos, señalando dichas curvas en una maqueta de acrílico, lo que favorece la visualización de las mismas.

Comienza con el análisis de la circunferencia y enumera sus elementos, mantenido una estrategia expositiva por excelencia. Relaciona las expresiones de las curvas con las funciones dadas en Análisis Matemático I.

Una vez desarrolladas las expresiones de cada cónica se resuelve la guía de Trabajos Prácticos con ejercicios, cada uno de los cuales tiene un objetivo distinto. Los alumnos tienen un módulo con los ejercicios de la materia completa, con objetivos de la asignatura, cronograma de clases y prácticas de todas las unidades.

La profesora resuelve uno a uno los ejercicios en el pizarrón, realizando las figuras de análisis requeridas para la comprensión de problema, sin dejar que los alumnos piensen solos cómo resolverlos, ni da oportunidad para que identifiquen datos e incógnitas o propongan un plan de acción.

Las estrategias utilizadas en el aula son de neto corte expositivo y con demasiada guía por parte del docente. La profesora resuelve todos los ejercicios en el pizarrón, no deja oportunidad para que los alumnos elaboren una solución por sí mismos. No se trabaja en forma grupal, el estudiante ejerce un rol pasivo, salvo por alguna pregunta que hace la docente, como por ejemplo ¿qué datos conocemos? Es en esencia un docente muy paternalista que no permite la elaboración ni la creatividad participativa de los jóvenes. No existe retroalimentación, pues no se han generado instrumentos que verifiquen la consecución de los objetivos planificados por la cátedra.

Como se dijo al comenzar la descripción de esta cátedra, el curso forma parte de un proyecto cuyo título es “Enseñanza de Álgebra lineal asistida por computadora” (Tecnología en el aula), por lo que se trabaja en el laboratorio de Informática con Mathematica y MatLab. Los docentes a cargo de estas actividades, han incorporado en la computadora un tutorial con

guías de trabajos. Los alumnos abren dicho archivo Word donde se les explican los comandos y se les indica el trabajo a realizar. En esta ocasión los alumnos trabajan activamente, pues poseen tutoriales que guían su trabajo y las docentes están muy comprometidas con su tarea, por lo que transitan permanentemente entre las máquinas para aclarar dudas y explicar errores.

En el laboratorio la enseñanza es más personalizada ya que trabajan en pequeños grupos (dos alumnos por máquina) y descubren los temas resolviendo consignas pre elaboradas, lo que hace que pregunten mucho y la docente aclare dudas a cada grupo e interactúe con ellos.

La tercera observación se efectuó el día 26 de junio de 2004, en el turno mañana, en la asignatura **Análisis Matemático I, de la carrera Ingeniería Electrónica.**

Los recursos materiales usados por el docente son: pizarrón, marcadores y correo electrónico.

La clase es expositiva pero con mayor participación de los alumnos. El profesor realiza un sondeo permanente mediante preguntas para verificar lo que se ha comprendido o aclarar dudas.

En este curso, el docente ha creado un foro para interactuar con sus alumnos, suscribiéndose a él todos los que quieren, no es obligatorio. Se han anotado una veintena de los treinta y cinco estudiantes que lo integran y esto les permite hacer consultas, las que son leídas por todos y también, cuando el docente responde, todos tienen acceso a esta contestación, lo que apunta a mantener la igualdad de condiciones. Es una especie de asistencia a distancia, como recurso alternativo en los espacios entre clases, que es utilizada por los estudiantes cuando tienen dudas en la solución de ejercicios, o para otras cuestiones teóricas sobre la deseen hacer una consulta.

La retroalimentación se realiza observando el clima del aula, si los alumnos siguen o no el desarrollo del tema. Como lo expresa el profesor, el *feedback* lo efectúa observando las caras de los chicos, ya que no se puede implementar la evaluación continua por razones de

tiempo y de personal docente. Deberían ser, según la opinión del docente, dos profesores por cátedra, y en el caso de la suya eso no es posible.

Existen clases de apoyo a las que pueden asistir los estudiantes, pero no son obligatorias, por lo que no existe control alguno sobre la asistencia de los jóvenes a las mismas, ni tampoco se planifican actividades para tal fin.

En conclusión, puede apreciarse que en general las metodologías áulicas utilizada por los docentes son tradicionales, predominando la clase expositiva con una participación un tanto pobre de los alumnos; no existen planteos problemáticos a ser resueltos por el estudiante, sino que sólo se limitan a escuchar, tomar notas y contestar algunas preguntas que el docente hace a la clase para constatar el grado de entendimiento. No hay un seguimiento personal ni se detectan fallas o errores personales en cada educando; solamente se corrigen los errores generalizados.

La clase de **Análisis Matemático** de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, el docente hace muchas preguntas al curso durante su desarrollo teórico y los alumnos se ven obligados a pensar, contestar y transferir conocimientos. El grupo, en general, tiene una actitud positiva y se aprecia una aparentemente buena adaptación al nivel universitario.

El profesor, con muy buen criterio inicia la clase con un repaso de temas afines, es decir que busca establecer las conexiones con organizadores previos que el alumno necesita para comprender significativamente el tema nuevo. Ésto sitúa a los estudiantes en el contexto y les ayuda a relacionar contenidos.

No obstante, el docente no maneja en forma ordenada el pizarrón, por lo que las demostraciones y los ejemplos se mezclan, pero esto no parece una dificultad para los alumnos que toman notas.

La teoría se maneja separada de la práctica, si bien el profesor resuelve un ejemplo en el pizarrón, después del recreo la profesora comienza con la guía de trabajos prácticos. Es de destacar que el docente titular de la cátedra no se retira, sino que por el contrario, permanece

en el aula durante la clase práctica para hacer las aclaraciones de lo dado que resulten necesarias.

La clase de **Álgebra** es una clase muy pasiva en la que la docente explica, resuelve, expone permanentemente sin que los estudiantes participen en la construcción del tema.

Los estudiantes se limitan a tomar apuntes, algunos sólo miran las demostraciones de la pizarra pero no toman nota. Los más comprometidos con el tema levantan la mano para hacer una pregunta que la profesora contesta.

Una gran mayoría tiene actitud de espectador, no intervienen para nada en la clase y la docente tampoco se preocupa por ello. La actividad de los alumnos se limita a resolver las prácticas, sobre todo a detectar datos de los ejercicios prácticos planteados en la guía de Cónicas. Se da tiempo para que los estudiantes resuelvan otros ejercicios que posteriormente se hace en el pizarrón. Algunos se dedican a las resoluciones pedidas y otros esperan que se realicen en la pizarra. La profesora recorre los bancos para ver el avance de los estudiantes, pero no muestra preocupación frente a los casos que no están resolviendo la guía.

Existen ocasiones en las que la docente hace referencia a temas cursados en Análisis Matemático I, pero en todos los casos irremediamente los alumnos no recuerdan o no transfieren los contenidos y es necesario hacer una breve explicación del tema.

En **Análisis Matemático I** de la carrera de Ingeniería Electrónica el profesor aplica una metodología más activa. Relaciona permanentemente los contenidos a enseñar con problemas de la vida cotidiana, como lo son los de conteo y las sumas que se resuelven desde la infancia. Siempre verifica el grado de comprensión de los estudiantes mediante preguntas en general. Los alumnos de Electrónica responden a las preguntas con mayor fluidez y eso hace una interacción más dinámica.

En ninguno de los casos se ha analizado la individualización del aprendizaje. Las diferencias personales no han sido tenidas en cuenta. Siempre se ha enseñado en forma generalizada, sin verificar la calidad del proceso en forma personalizada. Si bien algunos estudiantes responden a las preguntas del docente, esto no garantiza de cada uno de ellos ha

logrado el mismo nivel de conocimiento. La enseñanza tradicional que se practica en las aulas del nivel superior siempre brinda conocimientos a todos por igual, con el mismo lenguaje, en los mismos tiempos y no se verifica el avance personal. Se hace siempre la verificación de la calidad del proceso al finalizar la instrucción, es decir con el parcial y no se realiza la constatación de la calidad de cada etapa. No existe control de calidad de proceso, sino de producto final, o sea que el grado de cumplimiento de objetivos se comprueba por inspección final.

Tampoco se expone claramente a los alumnos los objetivos de la clase antes de su inicio. Sí es de destacar que los docentes de Análisis Matemático comienzan su clase haciendo alusión a contenidos previos que deben formar parte de la memoria a largo plazo de los estudiantes. Esta conexión con contenidos previos pone al alumno en situación y le brinda la posibilidad de modificar sus estructuras mentales a partir de los organizadores previos ausubelianos.

En todos los casos, la actitud del alumno es la de un espectador, que observa los desarrollos teóricos, cosa que en algunas situaciones es beneficiosa, pero que se puede transformar en una “mala” costumbre si se abusa de ello. En la resolución de las guías prácticas el alumno participa más activamente, pero en ningún caso discute en grupo con sus pares las resoluciones ni se ve enfrentado al problema de proponer una solución y defenderla. Cada estudiante resuelve los ejercicios y posteriormente el profesor titular o el auxiliar docente los resuelve en el pizarrón para que se verifiquen resultados. No se deja la resolución de una problemática teórica a los jóvenes, lo que les quita la posibilidad de confrontar sus interpretaciones con las del docente.

1.2 Principios y estándares de Calidad que sustentan el modelo

El diseño curricular, los programas de las asignaturas y las planificaciones de los docentes y las decisiones que se toman a diario en el aula influyen no solo en la calidad de los conocimientos matemáticos que los alumnos adquieren, sino también en el uso que harán de la disciplina en la materias de los años superiores, en la resolución de futuras situaciones profesionales y en la sociedad en general que será la beneficiaria última del egresado universitario como ser social, competitivo e inmerso en la vida laboral de una comunidad y de un país.

Los **Principios y Estándares de Calidad** pretenden ser una guía para toda persona vinculada con la docencia universitaria de grado en su primer nivel, describiendo las características principales de una educación matemática de calidad.

Los **principios** describen los rasgos fundamentales de una educación matemática de calidad y los **estándares** detallan los contenidos matemáticos, de procesos y las actitudes que los estudiantes deberían adquirir al cursar la asignatura.

Juntos, los **principios y los estándares** brindan una visión de la educación matemática a impartir en el primer nivel universitario para los educadores en particular y las instituciones en general.

1.2.1 Principios Generales y Particulares de Calidad que fundamentan el modelo

Los **principios generales** que sustentan el modelo provisional emergente de la investigación se apoyan en las conclusiones extraídas del Capítulo 2, siendo categorizados en: **principios para la adquisición de conocimientos**, de **procedimientos**, y de **actitudes**.

Para lograrlos se seleccionan **principios particulares** que guían las estrategias áulicas, los que a su vez se dividen en principios de enseñanza y principios de aprendizaje.

1.2.1.1 Principios de enseñanza

La enseñanza, cuya definición conceptual e implicaciones han sido analizadas brevemente en el Capítulo II, es uno de los pilares del proceso instruccional, por lo que importante elaborar principios rectores de las estrategias áulicas. Estos principios están vinculados con el compromiso y la responsabilidad de los docentes en su tarea: la de formar competencias en futuros profesionales, no sólo desde el punto de vista cognitivo, sino también psicomotriz y afectivo. El profesor se responsabiliza por la toma de decisiones, generando un plan de acción basado en estrategias de intervención áulica para la mejora continua, fundamentando estas decisiones en principios que se orientan hacia el aseguramiento de la calidad.

El conocimiento del grupo humano, sus fortalezas y debilidades, ayuda al docente a entender la forma que poseen sus estudiantes de entender la Matemática para planificar el uso de diferentes técnicas de enseñanza y utilizar distintos recursos.

El educador debe tener siempre presentes aspectos como, **calidad, equipos de trabajo, transformación, renovación, cambios y liderazgo** para encarar su tarea con éxito. Un docente, y más en el ámbito universitario, debe ser una persona con un fuerte liderazgo, tanto hacia los alumnos así como también hacia sus pares.

La Universidad necesita docentes líderes, es decir gente con influencia positiva sobre sus colegas y sobre sus alumnos, que “ponga en movimiento” a su equipo hacia metas comunes para lograr una enseñanza efectiva. En primer lugar el profesor líder debe saber lo que hace, por qué y cómo lograr una enseñanza de excelencia y en segundo lugar debe ser un agente de cambios.

Entre estos principios se contemplan:

1. Lograr la equidad en la instrucción

El docente debe tener mucho cuidado para no caer en la rutina y enseñar “la misma Matemática para todos, en los mismos tiempos y con las mismas estrategias”. Ésto implica actuar teniendo presente las diferencias entre los estilos de aprendizaje de sus alumnos, sus contenidos previos, su motivación, sus destrezas y sus hábitos de estudio. Para ello el profesor necesita de herramientas que permitan, en forma permanente, evaluar el grado o nivel de dominio alcanzado por cada estudiante y así programar clases de refuerzo, de ayuda o compensatorias para los que no logren un aprendizaje significativo y no alcancen el nivel mínimo exigido para avanzar en las unidades temáticas.

En la entrevista realizada a la Profesora e Investigadora de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional de Rosario, Psicopedagoga Cecilia Bixio, ella expresa que el fracaso de los ingresantes universitarios se produce fundamentalmente por dos motivos, uno se debe a que la Universidad permite el ingreso irrestricto, lo que genera la formación de grupos heterogéneos con características diferenciadas.. La concepción de la **equidad**, mal entendida, hace que se acentúen las diferencias pues se brinda a todos la posibilidad de asistir a una Universidad que no está preparada para contenerlos. En la realidad del aula este principio de equidad no está presente. Por el contrario, en un aula de 400 alumnos, solo 100 reúnen los requisitos necesarios para el ingreso, y el resto no. El docente rara vez lo tiene en cuenta.

El segundo motivo tiene que ver con las estrategias que los docentes usan en todos los niveles del sistema educativo, las que están pensadas para un grupo reducido, para un grupo con determinadas características, un grupo homogéneo y luego las aplicamos para un grupo que no reúne esas condiciones. Se presenta así una falla de las estrategias didácticas que se ponen en juego diariamente a nivel áulico y que de ningún modo reflejan en forma efectiva el principio de un “aprendizaje equitativo”.

Este principio exige que se tengan en cuenta las diferencias personales, que se respete al alumno en sus tiempos y se ayude al que lo necesita con eventos educativos especiales. Se debe realizar un seguimiento continuo, a manera de diagnóstico permanente, para verificar el dominio logrado por ellos y salvar con estrategias especiales a los alumnos, que por diferentes causas no alcancen los estándares prefijados.

En el **modelo didáctico puesto en práctica en esta investigación** se atiende especialmente a las diferencias individuales de los alumnos, dialogando con ellos en forma permanente mientras se trabaja en el aula, al debatir en conjunto los resultados de las tareas grupales, al corregir y devolver las actividades asignadas como tareas extra áulicas y sobre todo al evaluar mediante *test* el nivel de dominio alcanzado por ellos y verificar si se han logrado o no los estándares mínimos establecidos. Todo estudiante que no haya alcanzado dicho estándar mínimo debe asistir a tutorías complementarias. Se brinda así la oportunidad a cada uno de recibir retroalimentación acerca del avance de sus aprendizajes y una enseñanza particularizada para evitar que se encuentre en desventaja con respecto al curso.

La **excelencia en educación matemática demanda equidad**, o sea altas expectativas e igualdad de posibilidades para todos los ingresantes a la carrera. La equidad no es sinónimo de igualdad, no implica la misma matemática para todos y en los mismos tiempos, es enseñar conociendo los organizadores previos, el estilo de aprendizaje y las destrezas de cada alumno y del grupo en general. Es labor del docente lograr que todos comprendan y transformen los contenidos en forma significativa apropiándose del conocimiento para usarlo en cualquier situación problemática. Por ésto este principio es una de las metas centrales en la búsqueda de la excelencia en la educación matemática a todo nivel, ya que todos los estudiantes, más allá de sus características personales, de su base pasada, de sus estilos de aprendizaje o de sus destrezas y hábitos de estudio, deben tener todos la misma oportunidad de desarrollarse en la vida universitaria con éxito. Es una forma de discriminación programar cátedras, clases o actividades sólo para un grupo de alumnos aventajados y dejar a los que necesitan más apoyo o tienen mayores dificultades sin la posibilidad de adquirir el conocimiento y salvar sus obstáculos.

La equidad requiere que el docente se ajuste a las diferencias personales y de cada grupo para ayudar a los alumnos a aprender significativamente Matemática, brindarles sólidos conocimientos basados en sus contenidos previos, fortalezas intelectuales e intereses personales.

Los estudiantes con debilidades en el aprendizaje de la matemática necesitan de un apoyo especial, como tutorías, programas de apoyo, etcétera. Asimismo, los alumnos con talento especial para la matemática necesitan actividades adicionales para fomentar su motivación y que no pierdan el interés. Los medios tecnológicos y multimediales pueden ser de gran utilidad en la clase para brindar a los alumnos posibilidades de explorar problemas más complejos o investigar temas que le permitan incrementar sus conocimientos y salvar las diferencias o debilidades desarrollando habilidades y destrezas que hasta ahora no habían adquirido. Además agilizan el proceso de enseñanza, abren una ventana al conocimiento globalizado y son instrumentos motivadores muy fuertes de acercamiento a los temas matemáticos. Todo profesor debe cuidar, en este aspecto, que el uso de instrumentos informáticos no agrande la brecha cognitiva y se transforme en un elemento generador de inequidad.

Los docentes deben también esforzarse para que todos sus alumnos adquieran un lenguaje apropiado al nivel en que se encuentran, tanto en su expresión oral, escrita y simbólica; que se puedan comunicar con un vocabulario específico, formal y con el rigor que esta disciplina demanda.

El principio de equidad implica cambiar la filosofía acerca del aprendizaje de la Matemática, tanto para los alumnos, como para los profesores, quienes deben tener en claro que no es una ciencia para una elite, sino que es una disciplina que puede ser comprendida por todos los estudiantes. El docente debe ser conciente de que algunos jóvenes poseen dotes excepcionales y que no requieren de metodologías especiales para el aprendizaje significativo, para la reflexión, el razonamiento formal y la transferencia de conocimiento de una situación a otra; mientras que otros, por su mala base previa, por sus condiciones personales intelectuales demandan esfuerzos extras, clase de apoyos, tutores o un seguimiento especial,

pero esto no significa que el alumno es irrecuperable o “descartable”, por el contrario el profesor debe motivarlos especialmente y no dejar que decaigan sus expectativas ya que algunos alumnos que han tenido serias dificultades en sus primeros años, luego de haber superado las mismas y avanzar a niveles superiores dentro de su carrera han desarrollado un sentimiento de compromiso con la misma que los ha convertido en excelentes egresados.

2. Referenciar los organizadores previos

Según los planteamientos de la teoría de David Ausubel, explicados en el Capítulo 2, es fundamental relacionar la nueva información con la que el alumno ya tiene incorporada para que el nuevo contenido resulte significativo. Identificar qué conocimientos se necesitan para abordar un tema nuevo y reconocer el grado de dominio que el estudiante posee de los mismos, es tarea fundamental para otorgar a la enseñanza significado.

Este aspecto ha sido mencionado también en el Capítulo 3, dentro de los principios que guían la actividad del docente, es decir como una de las estrategias fundamentales que favorecen el proceso de enseñanza, ya sea como indicadores preinstruccionales -de verificación de saberes anteriores- e instruccionales -de progreso en el procesamiento de la temática nueva-.

En el **presente modelo** se dedican siempre los primeros momentos de la clase para repasar lo dado en clases anteriores y que sea relevante para la comprensión del nuevo tema. Se dedica la parte derecha del pizarrón para anotar todo aquello que es “para recordar” y se lo deja durante toda la clase para hacer referencia a su contenido cada vez que resulta necesario. Siempre se busca detectar los **contenidos previos** de los estudiantes para que se ubiquen en el nuevo tema y puedan abordarlo con éxito.

Se dialoga permanentemente con los chicos, para reconocer en sus respuestas el nivel de dominio que poseen y se organizan actividades acorde a ello. Se usan herramientas como las redes conceptuales, los cuadros los gráficos, etcétera para traer a la memoria activa todo lo que se necesita para el asimilar el nuevo contenido.

También en las evaluaciones mediante estándares se analiza el grado de dominio que logra un alumno sobre un tema para permitirle avanzar a los siguientes o remitirlo a una tutoría que refuerce sus contenidos. De otra forma su base previa no es sólida y construye sobre errores o falsos conocimientos.

3. Detectar necesidades de los estudiantes de acuerdo a las incumbencias del título profesional establecidas por la Institución

Obedeciendo a su perfil profesional, a las asignaturas de los cursos superiores y a las incumbencias y competencias a lograr, el docente tiene que seleccionar coherentemente los contenidos a enseñar. El profesor planifica sus eventos educativos de acuerdo con el diseño curricular y con lo que él considera que es indispensable para la formación académica de los estudiantes. En el **modelo propuesto** no se pierde de vista que el alumno de nuestra universidad, sea cual fuere su carrera, debe aprender matemática aplicada y no la matemática como una razón en sí misma. Los contenidos matemáticos son indispensables para su educación pero no se puede detener en demostraciones excesivas pues el cronograma cuatrimestral no deja tiempo para ello. El profesor de matemática debe enseñar conceptos, por sobre todas las cosas. En la entrevista realizada al profesor Ruggero Ferro, especialista en Didáctica de la Matemática y docente de la Universidad de Verona, sostiene que deben enseñarse conceptos fundamentalmente y considera que este criterio puede ser pensado como un criterio de calidad de enseñanza de la matemática y, que todos los criterios deben estar siempre ligados a él: reconocer el significado de los conceptos para la solución de problemas. Él afirma que es importante el diálogo y el discurso en clase, pues el docente debe no sólo dar una definición del concepto sino decir qué es y luego discutirlo y constatar qué han elaborado como estructura mental los estudiantes, para comprobar que lo que se dijo fue comprendido con exactitud o si los alumnos han entendido otra cosa. Este criterio ha sido una guía para las estrategias áulicas puestas en juego en la experiencia.

4. **Definir y explicar objetivos instruccionales**

Es importante que se tenga una visión clara de **los objetivos pedagógicos como indicadores de competencias**. Cada evento educativo debe estar precedido de objetivos precisos que los alumnos tienen que conocer. Es elemental que se explique a los estudiantes qué se va a enseñar y qué se espera que ellos logren a partir de dicha instrucción, para qué sirve el tema a aprender y en qué lo va a aplicar. En **el modelo de calidad** estos objetivos están directamente relacionados con los criterios de evaluación de estándares, pues son dichos *test* los que permiten verificar el cumplimiento de los mismos. Cada objetivo es una meta a cumplir durante el proceso de enseñanza y será constatado al evaluar el *test* de estándares al finalizar un tema o un grupo temático según lo planificado.

Los objetivos predefinidos brindan una información precisa de los resultados esperados y los *test* de evaluación de estándares revelan los niveles de cumplimiento, son indicadores de dominio para cada etapa de la instrucción y proporciona criterios de evaluación formativa.

5. **Respetar los tiempos de maduración de los conocimientos y su vinculación con la Zona de Competencias Potenciales**

De acuerdo al estilo de aprendizaje de cada uno, a sus contenidos previos, a la capacidad de abstracción y transferencia cada estudiante procesa, comprende, interpreta, y da significado a los contenidos utilizando distintos tiempos. Ese ritmo debe ser tenido en cuenta para darles la posibilidad a todos de “aprender” matemática y tener éxito en sus labores. **Las estrategias utilizadas en la experiencia** siempre consideran los tiempos de los alumnos como uno de los recursos para desarrollar un aprendizaje significativo. Se otorgan tiempos para discutir temas, para conversar en pequeños grupos, se resuelven numerosos ejercicios en el aula, se comprueban en el pizarrón, se asignan los que quedaban para ser entregados como trabajo fuera del aula, se explican las dudas y los pasos no bien entendidos de todas las demostraciones, ejercicios y problemas.

La profesora Cecilia Bixio, en su entrevista opina que en primer año, hay otra cuestión muy importante ajena a la dimensión didáctica – pedagógica, y es que al chico, la Universidad lo desborda. La Universidad es una institución que le resulta ajena, que no lo contiene, ni intenta hacerlo. Es un lugar donde él no existe subjetivamente y esto genera muchas dificultades. La Universidad parte del supuesto que trabaja con adultos, pero esto no es así hoy. La adolescencia en nuestros tiempos se ha extendido y las problemáticas del ingresante son las de un adolescente. El estudiante de primer año está viviendo una transición entre un nivel medio que no le ha dado ni hábitos, ni estrategias de estudio y un nivel superior que le exige que piense, actúe y resuelva problemas como un adulto. Esto es imposible. El estudiante que ingresa a nuestras Facultades tiene características diferentes con respecto al resto de los alumnos de nivel superior y debe ser contenido y acompañado en dicha transición, considerando sus tiempos. El docente es la persona indicada para esta tarea, en conjunto con asesores especializados.

El profesor de primer año necesita reconocer las competencias potenciales de sus alumnos y generar situaciones áulicas para trabajar en la “Zona de desarrollo próximo” – según la teoría de Vygotsky- la que podríamos llamar “**Zona de competencias potenciales**”. Se encuentran aquí las capacidades que los estudiantes no han podido reconocer ni identificar, pero que son las herramientas básicas de su futuro como alumno exitoso. La intervención docente es fundamental en este periodo de adaptación al nuevo nivel, pero esta labor requiere “tiempo”.

Para compensar estas diferencias negativas de los alumnos, Bonboi (1970) recomienda lo que él designó la “pedagogía correctiva”, en la que primero se detecta las diferencias negativas en los aprendizajes de los alumnos y luego se planifica su compensación con un tratamiento correctivo para asegurar que todos alcancen el nivel de dominio previsto por los objetivos pedagógicos⁹⁹.

⁹⁹ Birzea, C. – 1984 – La pedagogía del éxito – Barcelona - Gedisa S.A.

Según lo antes expresado y tomando como **criterio de calidad**, la planificación e implementación de medidas correctivas que se comporten como medidas preventivas durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, se organizan tutorías o clases de apoyo para complementar y reforzar el proceso. En dichas tutorías se dedica **tiempo extra** para los alumnos que requerían enseñanza adicional y, para aquellos que, aún habiendo alcanzado los estándares, quisieran hacer preguntas sobre problemáticas no bien comprendidas o ejercicios que solos no podían resolver.

6. Organizar secuencialmente el proceso de enseñanza con visión sistémica

Este principio tiene sus raíces en la **Teoría Elaborativa de Charles Reigeluth** (2000) – analizada en el marco teórico- la que a su vez está de acuerdo con la postura de Ausubel, quién sostiene que los principios más inclusivos generan el andamiaje cognitivo para los más particulares y así se organiza una secuencia denominada diferenciación progresiva.

El objetivo principal de esta teoría es ayudar a seleccionar y secuenciar los contenidos didácticos con el fin de optimizar los logros de los objetivos educativos.¹⁰⁰

La importancia de la secuenciación depende de la **fuerza de las relaciones** existentes entre los contenidos a enseñar y de la duración del proceso educativo e implica establecer un orden lógico para pasar de lo simple a lo complejo.

La teoría de la elaboración proporciona:

- Una secuencia holística destinada a propiciar la elaboración de significados y la motivación del alumno.
- Una fuente de recursos para el profesor, que le permite tomar decisiones acerca del alcance y la secuenciación del proceso educativo.
- Un enfoque que facilita la rápida elaboración de modelos en el proceso de desarrollo educativo.

¹⁰⁰ Reigeluth, Ch. M. 2000 a – Diseño de la Instrucción – Teorías y modelos – Parte I – Madrid – Aula XXI - Santillana

El cambio que se ha producido en los últimos años en la enseñanza, que ha desplazado el centro del proceso educativo desde el profesor y los contenidos, hacia el alumno y los valores en general, ha generado un nuevo paradigma en la forma de secuenciar la educación.

La teoría se basa en:

- Presenta una visión panorámica de los contenidos más abarcativos y generales, que son el punto de partida para llegar a lo más específico de las ideas.
- Suma complejidad a cada aspecto, desde los conceptos más inclusivos se va secuenciando posteriormente subclasificaciones detalladas que profundizan a los primeros.
- Cada nivel de elaboración repasa la idea general y muestra sus relaciones con los detalles.
- Provee una elaboración adicional de los detalles o contenidos derivados de los generales.
- Suministra una síntesis y un resumen adjunto.

En el antiguo paradigma de la era industrial se fragmentaba la educación y se enseñaba, por separado, cada contenido. Actualmente, la instrucción a partir de modelos, las simulaciones, los escenarios basados en objetivos, las estrategias basadas en la resolución de problemas, requieren de una visión holística, que permita la integración del conocimiento a la hora de abordar la secuenciación y la simplificación de contenidos y tareas. Esta teoría, tiene como meta principal permitir un enfoque integrador de las actividades para que el proceso educativo resulte significativo y estimulante para los alumnos y para los profesores.

La secuenciación de la enseñanza implica la agrupación y la ordenación del contenido. Cada contenido merece un análisis particularizado en cuanto a su secuenciación. El docente toma la decisión respecto al contenido que ha de incluirse en cada uno de los grupos y determina el alcance y la secuenciación de forma conjunta. El alcance está relacionado con lo que se enseña, es decir con la naturaleza del contenido, el docente debe saber hasta donde el

alumno necesita aprender, qué contenidos y con qué nivel de profundidad, lo que lo obliga a determinar:

- El tamaño de cada grupo de contenidos. (Llamado por Jerome Bruner episodio educativo)
- Los componentes de cada episodio educativo.
- El orden de dichos componentes en el seno de cada episodio educativo.
- La secuencia en el tiempo de los distintos episodios educativos.

En **esta experiencia de campo**, se ajusta mejor a las necesidades de la disciplina la **secuenciación jerárquica** de los episodios educativos, pues los contenidos a enseñar se ordenan apoyándose uno en el otro. Por ejemplo, el concepto de derivada se basa en el de límite, a su vez la derivada es una función que puede existir en un punto, es decir estar definida como número real, ser infinita o tomar valores diferentes según se analicen abscisas a la derecha o a la izquierda del punto en cuestión. En este caso la derivada es un concepto subordinado al de función, el de límite finito, infinito y de límites laterales. De igual manera el concepto de diferencial nace de la derivada y todas las aplicaciones se apoyan en su definición o en sus propiedades. Existe una jerarquía bien definida en la secuencia de los contenidos, la que no puede dejarse de lado.

Para el modelo experimental se han utilizado recursos materiales que apoyan el descubrimiento de las relaciones jerárquicas entre contenidos:

- Módulos Orientadores del Aprendizaje.
- Guías de trabajo áulico.
- Redes conceptuales preinstruccionales (para relacionar un tema con contenidos anteriores)
- Redes conceptuales postinstruccionales (para sumarizar y sintetizar).

Una de las etapas importantes de esta teoría, que también fueron tenidas en cuenta en la **experiencia** es la sumarización o etapa de resumen y síntesis. Para evaluar lo que ha sido aprendido, se utilizan diferentes instrumentos, como por ejemplo se hace un sondeo mediante preguntas a los grupos o a los alumnos en particular, se debate en conjunto un tema investigado, se resuelven ejercicios e interpretaciones gráficas en el pizarrón y finalmente se realiza un *test* para verificar los estándares mínimos exigidos para poder avanzar a temas de mayor complejidad. Esta evaluación formativa, que se orienta a la detección temprana de fallas en el proceso y al diseño de medidas complementarias de corrección genera una oportunidad al estudiante para autocontrolar su aprendizaje y comprender la conexión entre los distintos temas de una unidad o entre distintas unidades del programa.

Este principio se relaciona íntimamente con el **enfoque sistémico u holístico**, es decir ver a cada episodio educativo como una parte de una todo mayor o más complejo y descubrir las interrelaciones.

7. **La comunicación entre los integrantes fundamentales del proceso: alumno, docente, contenido.**

La forma de comunicarse con los alumnos es trascendental para el éxito de cualquier estrategia de enseñanza. El docente debe conocer la forma de expresión de sus alumnos, para poder llegar a ellos, brindar un mensaje claro y sencillo para posteriormente, si se requiere, ir tornándolo más complejo y mejorarlo. A veces no se puede comenzar un tema dando una definición muy compleja o escribiendo símbolos matemáticos sin significado para el alumno; es necesario aproximarse a la cuestión mediante una idea intuitiva, mediante una representación gráfica y buscando siempre qué sabe ya el estudiante que pueda ser usado como nexo entre su estructura mental y el nuevo contenido, para posteriormente formalizar con el rigor matemático que se requiera.

Alcanzar una **comunicación significativa** guía hacia la enseñanza exitosa y el verdadero aprendizaje. Si el profesor habla un lenguaje incomprensible para sus alumnos, usa una terminología específica que carece de significado para ellos y no reconoce cuál es la

forma de comenzar un diálogo áulico coherente para las dos partes, el fracaso es inevitable. El docente puede hablar horas sobre un tema y los estudiantes escuchar pasivamente sin poder reconocer en esa exposición algún nexo con sus saberes, encadenar el nuevo tema con sus esquemas cognitivos o extraer algún sentido de esas palabras.

Es importante estudiar en profundidad las relaciones dialécticas entre el pensamiento y el lenguaje matemático, o sea el sistema de signos usado para modelizar y resolver las situaciones - problemas. (Godino, 2002) Según este investigador, en su trabajo “Un enfoque ontológico y semiótico de la cognición matemática”, publicado en su sitio web, “*se debería progresar en el desarrollo de una semiótica específica que estudie los procesos de interpretación de los sistemas de signos matemáticos puestos en juego en el seno de los sistemas didácticos*”. En Matemática los símbolos hacen referencia a significados específicos y, aunque es fundamental el dominio de la sintaxis simbólica, lo más importante es la interpretación y comprensión de su semántica, de los conceptos que representan y de su relación con las problemáticas que resuelven.

En sus trabajos los investigadores Juan D. Godino y Carmen Batanero han desarrollado un modelo ontológico - semiótico de la cognición matemática¹⁰¹, en el que adjudican un rol trascendental al uso del lenguaje y a los procesos de comunicación e interpretación durante la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática. Asimismo hacen referencia a significados institucionales y personales, cuyos desajustes generan dificultades en el aprendizaje; esto implica que puede existir una diferencia entre un objeto matemático o significado elaborado por un alumno - considerado significado personal - con el denominado significado institucional, es decir el que proviene de un texto o el propuesto por el docente como material de estudio. Cada estudiante genera, al resolver una situación - problema, un significado personal que está cargado de sus características como ser pensante y que depende de sus conocimientos previos. El significado institucional, en cambio, es el reconocido por las instituciones científicas y es usado como referencia en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

¹⁰¹ Godino, J. Á. Contreras, V. Font. Análisis de Procesos de Instrucción basado en el enfoque ontológico - semiótico de la cognición matemática. Revisado junio, 2005, de www.ugr.es/local/jgodino

Al confrontar las interpretaciones personales con las institucionales, reconocidas como válidas, puede surgir un conflicto semiótico, es decir un vacío de significación o una disparidad en las interpretaciones, lo que generará un proceso de negociación de significados y transformaciones en los procesos de instrucción.

En el **modelo didáctico aplicado** se ha buscado establecer una buena comunicación con los estudiantes desde dos aspectos: **uno social y otro instrumental**.

En el primero de ellos, es decir desde el **punto de vista social**, se ha recurrido fundamentalmente al diálogo continuo, la conversación con los jóvenes y el sondeo mediante preguntas para la detección de errores en la comprensión o en la interpretación de contenidos y de consignas. Todo esto se relaciona con la influencia que puede ejercer el profesor en la “**Zona de competencias potenciales**”, es decir para detectar posibles habilidades en los estudiantes, rescatarlas y reforzarlas, así como también diseñar medidas correctivas que le ayuden a superar dificultades.

Según el Profesor Ruggero Ferro, es muy común que el profesor exprese una idea y el alumno interprete otra cosa. Él expresa - El docente debe estar alerta para detectar dificultades y saber resolver los conflictos que se presentan. Es fundamental el diálogo y la atención personal. Por consiguiente, la enseñanza de la matemática es una actitud, una atención, un coloquio permanente. Por ello debe existir una forma clara y eficaz de comunicarse con el alumno, de investigar qué cosa quiere decir, cómo expresa sus ideas. En el aula hemos observado lo mismo y suponemos que el punto de partida es el mismo, pero en su mente, cada uno construye su idea y no sabemos cómo. Se puede confrontar lo que cada uno ha elaborado y llegar a un consenso en algunas características, por lo que decimos que hablamos de la misma cosa. Pero no sabemos si estamos de acuerdo en el concepto íntegro o solo con algunas características de esa cosa. El docente a veces no detecta estas dificultades y por eso debe dialogar con los estudiantes para ver adonde ha llegado cada uno de ellos. Debe preguntarse, ¿me comprenden lo que quiero decir o comprenden otra cosa? El diálogo continuo con los jóvenes es importantísimo para darse cuenta si ellos han formado una idea similar a la nuestra, pero eso no es fácil. Es muy natural que el alumno no se haga la idea justa, y esto no debe

sorprender a los profesores. Es muy común que esto suceda, es decir que no comprendan aquello que queremos decir, sino otra cosa. Todo esto genera un problema para el alumno, pues no sabe cómo obtener una correcta interpretación del lenguaje usado por el docente.

Por ello, el profesor debe verificar qué estructura mental ha elaborado cada uno de sus alumnos y una buena comunicación es el inicio del éxito. Por supuesto, que esta técnica impone que el grupo – aula sea reducido, o sea que la **relación docente – alumno** sea alta. Es imposible aplicar esta metodología en un curso de ochenta alumnos con dos docentes. En la **experiencia realizada**, el docente ha trabajado con un grupo de aproximadamente veinte estudiantes, por lo que, siendo en el aula dos docentes, el profesor a cargo de la cátedra y su auxiliar, el número recomendado de alumnos puede ser de cuarenta a cincuenta jóvenes.

La interacción entre los estudiantes, llamada también “aprendizaje cooperativo”, mejora la comunicación tanto entre pares, así como también entre docente y alumno o entre tutor y alumno. Al trabajar los jóvenes en grupos, comparten experiencias y puntos de vista, buscan nueva información y generan una perspectiva socio - afectiva que favorece la motivación y disminuye la ansiedad.

Esta estrategia de aprendizaje, investigada por Donald Dansereau (1985 - 1990), se utilizó en primera instancia para el aprendizaje de textos y luego se aplicó en diversas situaciones didácticas. La misma fue descompuesta en seis pasos sucesivos, lo que dio origen a la conocida estrategia “*Murder*” - *Mood* (disposición), *Understand* (comprensión), *Recall* (recuerdo), *Detect* (detección y control de errores u omisiones), *Elaborate* (elaborar a partir del saber previo) y *Review* (revisión y repaso).¹⁰²

Si bien en este trabajo no se ha aplicado en forma estricta el modelo de *Dansereau*, si se ha adoptado el aprendizaje cooperativo como instrumento motivador de mediación social para el desarrollo de habilidades y procedimientos cognitivos. Los estudiantes pueden así dialogar para compartir conocimientos y colaborar en la adquisición de contenidos, repasar lo que no han fijado en forma significativa en su estructura mental, monitorear el proceso de su

¹⁰² Constantino, G. 1995 c. Didáctica Cognitiva. CIAFIC Ediciones.

instrucción, aprovechar los conocimientos de los pares aventajados y retroalimentarse mediante la revisión continua, aprendiendo no sólo la disciplina, sino también a trabajar en grupos con colegas.

En el **aspecto instrumental**, los Módulos Orientadores del Aprendizaje cumplen, **en este modelo didáctico**, una función primordial, ya que permiten al docente y a los alumnos hablar un “mismo lenguaje”. El inicio del estudio de una temática nueva mediante el uso del material elaborado por el docente, permite que todos reconozcan el significado de las palabras, de un ejemplo, de un gráfico y sobre todo de un símbolo matemático. Los textos adoptan diferentes nomenclaturas lo que genera una dificultad en la comunicación alumno – docente y alumno – contenido.

El docente del primer nivel universitario debe facilitar a sus estudiantes los recursos y materiales para el desarrollo de las actividades, de forma tal que el alumno genere sus propios conocimientos pero con una guía que le evite interpretaciones incorrectas y aprendizaje erróneos. Una vez comprendidos significativamente los conceptos, el estudiante puede complementar y reforzar sus aprendizajes mediante el uso de textos. En la **presente experiencia** se usaron además guías de actividades para orientar a cada pequeño grupo en su accionar y que los alumnos conozcan desde el principio cuáles son los objetivos de cada evento educativo y lo que deben resolver e investigar.

Por otro lado, la verificación mediante **estándares mínimos de conocimiento**, permite que el docente detecte dificultades y cuáles son los alumnos con menor nivel de dominio para dedicarles atención personalizada, mientras que asesora a aquellos que sí los alcanzan, con el fin de reforzar sus aprendizajes. Estos *test* de constatación de niveles de aprendizaje mínimos, son instrumentos muy valiosos también para el alumno, pues, según se desprende del análisis de las encuestas realizadas a los mismos, les permite autoevaluarse, se sienten más controlados, y por sobre todas las cosas, los obliga a estudiar la teoría y llevar la materia “al día”. Resultan, por ende herramientas de comunicación entre docente y alumnos que colabora en la detección de los conflictos semióticos.

8. **La retroalimentación como cimiento de la pedagogía correctiva:**

El profesor necesita de una metodología que le permita evaluar el proceso en forma continua o sea contar con un medio de feedback permanente, aspecto importante en cualquier plan de calidad.

La definición de objetivos previos a cada etapa del proceso de instrucción, los coloquios, la presentación de trabajos por parte de los alumnos, las exposiciones en el pizarrón, los debates en conjunto y la evaluación de los *test* para constatar estándares, son testimonios de la preocupación del docente por comparar objetivos con logros y hacer los ajustes que sean pertinentes para evitar fracasos en los parciales. De esta forma se cuenta, **en este modelo de enseñanza**, con fuentes que permiten el control del progreso de cada alumno y planificar e implementar medidas preventivas y correctivas.

La retroalimentación continua se relaciona directamente con la evaluación formativa¹⁰³, pues prevé una corrección inmediata de las no conformidades halladas, evitando el fracaso en el parcial correspondiente. Su meta es permitir el ajuste de estrategias y contenidos en cada episodio educativo, por lo que se convierte así, en una pedagogía preventiva. La calidad es entendida en la actualidad como una estrategia de prevención más que como una de corrección y como un círculo de mejora continua.

La verificación de estándares mediante *test* es la forma de hacer medibles los niveles de dominio de los estudiantes y expresar numéricamente los logros, para generar así estrategias didácticas de nivelación.

1.2.1.2 Principios de aprendizaje

El aprendizaje, para que sea significativo, es decir para que la persona pueda construir el sentido de aquello que está incorporando como conocimiento nuevo debe basarse en lo ya

¹⁰³ Birzea, C. 1984. La pedagogía del éxito. Barcelona. Gedisa Editores. Capítulo 1.

sabido y tiene que representar un desafío para el alumno; un desafío no tan complejo, como para que no pueda ser abordado, ni tan simple como para desmotivarlo. Según lo expresado en el Capítulo II, el individuo se apropia de conocimientos, habilidades, actitudes o valores, a través del estudio o de la experimentación. Dicho proceso genera una constante fluctuación entre desequilibrio y equilibrio cognitivo; para luego, por acomodación de las estructuras mentales, generar un cambio profundo, perdurable, y observable en el comportamiento de una persona.

El reto primordial para el docente que enseña Matemática es cómo lograr que los conocimientos enseñados tengan sentido para el alumno.¹⁰⁴

En general el aprendizaje de la Matemática de memoria o por repetición, ha sido uno de los inconvenientes más grandes de los últimos tiempos, los alumnos no llegan a la comprensión y apropiación del conocimiento matemático y se quedan en una simple y ligera visión de los temas. Esto ha sido un motivo constante de investigación de 1930 por parte de investigadores y psicólogos como por ejemplo Brownell (1947); Skemp (1976); Hiebert and Carpenter (1992).

Los principios de aprendizaje que guían las estrategias docentes propuestas en el modelo didáctico, como metas a lograr desde la visión del alumno son:

1. El logro de conocimiento significativo:

Lo referente al conocimiento significativo ya fue analizado en el capítulo 2 y explicado en profundidad. La enseñanza de contenidos que sean significativos para el alumno debe generar indiscutiblemente un aprendizaje efectivo y esto no sólo involucra a los conceptos sino también a las habilidades procesales. Los psicólogos e investigadores de la enseñanza de la lectura han demostrado que un buen lector es aquel que construye activamente el

¹⁰⁴ Charnay, R. 1994. Aprender por medio de la resolución de problemas., en Parra C. e I. Saiz (Eds). Didáctica de la Matemática - Aportes y reflexiones, Capítulo III: 51-63. Buenos Aires: Paidós.

significado a partir del texto al usar básicamente su conocimiento previo para interpretar la nueva información¹⁰⁵.

En **esta experiencia** se averigua permanentemente el grado de dominio alcanzado por los alumnos para saber que nivel de significación que han logrado. Se realizan coloquios, se relacionan temas de la unidad y con otras unidades afines, se discuten las definiciones y las demostraciones para detectar errores en la comprensión o en las interpretaciones y se analizan las representaciones gráficas en el pizarrón para asegurarse de que cada estudiante se ha formado una idea correcta de lo que ella muestra. Lo referente al conocimiento significativo ya fue antes analizado y explicado en profundidad. La enseñanza de contenidos que sean significativos para el alumno debe generar indiscutiblemente un aprendizaje efectivo y esto no sólo involucra a los conceptos sino también a las habilidades procesales. Los psicólogos e investigadores de la enseñanza de la lectura han demostrado que un buen lector es aquel que construye activamente el significado a partir del texto al usar básicamente su conocimiento previo para interpretar la nueva información¹⁰⁶.

El alumno tiene que poder resignificar sus conocimientos, adaptándolos a situaciones nuevas y transferirlos para resolver problemas que se les presenten.

2. El aprendizaje de procedimientos para generar conocimiento:

La enseñanza de técnicas y métodos para generar el aprendizaje y autoconstruir el conocimiento es tan importante como la enseñanza de contenidos conceptuales. Una estrategia utilizada en **este modelo didáctico** para que los alumnos puedan autorregular sus propias actividades cognitivas es la enseñanza recíproca. Este forma de estudio – enseñanza es muy útil pues cada alumno es un “maestro” en su pequeño grupo y colabora junto a sus compañeros a identificar ideas importantes de un texto, a resumir la información, a clarificar

¹⁰⁵ Minnick Santa, M. 1994 a. Una didáctica de las ciencias. Internacional Reading Association. Inc.(1991) Buenos Aires: Aique.

¹⁰⁶ Minnick Santa, M. 1994 b. Una didáctica de las ciencias. Internacional Reading Association. Inc.(1991). Buenos Aires: Aique.

ideas confusas y a extraer una conclusión que será luego cotejada con las de otros grupos. Fisher y Lipson (1986) recomiendan la enseñanza recíproca como una forma efectiva de alentar estrategias de autocorrección que profundicen la comprensión del material científico¹⁰⁷.

En **esta experiencia** se utiliza la lectura en pequeños grupos de los Módulos Orientadores del Aprendizaje, como primer acercamiento a cada uno de los temas. Después de realizar dicha lectura, se extraen listas de palabras, unas conocidas, es decir aquellas familiares para el alumno o sea que le permiten traer a su memoria de corto plazo conceptos ya sabidos que le servirán de organizadores previos y otras desconocidas que son las generadoras de conflictos cognitivos y servirán de disparadores de nuevos contenidos. La discusión en grupos pequeños hace que los estudiantes puedan expresarse libremente, que interpreten y comprendan textos, definiciones, símbolos, etcétera y que reconozcan lo que les es incomprensible. Permite ordenar la información en lo “ya sabido” y “lo desconocido”.

También la resolución de ejercicios y problemas de aplicación en grupos, la elaboración de cuadros, gráficos y redes conceptuales en el aula y las clases de búsqueda bibliográfica se orientan a formar en los alumnos habilidades y destrezas procesales para aprender cómo se estudia y lograr la autonomía y la autorregulación.

3. El logro del pensamiento estratégico:

Enfrentado a un conflicto cognitivo cada alumno debe generar una estrategia para resolverlo, debe planear qué va a ser y no actuar impulsivamente. Las investigaciones realizadas sobre este tema demuestran que los alumnos que piensan estratégicamente tienen un mejor desempeño en la escuela y son mejores pensadores¹⁰⁸. El docente debe generar en sus estudiantes el pensamiento estratégico y esto implica enseñarle a planificar pasos para resolver un problema e inducirlos al aprendizaje independiente.

¹⁰⁷ Minnick Santa, M. 1994 c. Una didáctica de las ciencias. Internacional Reading Association. Inc.(1991). Buenos Aires: Aique.

¹⁰⁸ Tishman, S.; Perkins, D. ; Jay, E. – 1994 a – Un aula para pensar – Buenos Aires: Aique.

Cuando se presenta a un grupo de alumnos la lectura de un Módulo, la consulta bibliográfica, la comparación de textos, la resolución de problemas, la solución de ejercicios, la elaboración de una red conceptual y la transferencia de un concepto aprendido con anterioridad para ser usado en el logro de un contenido nuevo, se está generando una oportunidad para el pensamiento estratégico. Cada pequeño grupo debe proponer una forma para encarar el tema, para su lectura, para su comprensión y posterior transferencia a otros temas del programa. Esto es un obstáculo para la mayoría de ellos, pero el docente actúa como moderador en este proceso apoyando la tarea de cada uno y guiándolos hacia la reflexión de cómo pensar correctamente y cómo crear una estrategia para lograrlo.

El profesor muestra una forma de pensamiento estratégico cuando escribe en el pizarrón los contenidos previos, los repasa e indica su relación con los objetivos de la clase. Ese pensamiento en voz alta favorece a los alumnos pues ellos observan cómo se puede estructurar una base de relaciones entre conceptos para originar uno nuevo.

El docente induce a sus alumnos a pensar estratégicamente al pedir que organicen en una lista palabras conocidas, que ya tienen un significado específico en sus mentes y que serán los organizadores previos del nuevo conocimiento y una de palabras desconocidas que pueden ser la valla hacia el descubrimiento del tema en estudio. Luego a partir de lo conocido y de lo que se anotó en la sección “para recordar” a la derecha del pizarrón comenzamos a generar la discusión grupal que permite extraer conclusiones sobre una teoría nueva, resolver ejercicios y hallar soluciones a problemas de aplicación. El debate generalizado posterior permite “pensar” nuevamente en voz alta, entre todos, y así llegar al consenso sobre el tema. También la elaboración de redes conceptuales obliga a los alumnos a pensar en forma sistémica estableciendo relaciones entre contenidos y haciendo diferencias y analogías entre conceptos.

La importancia de desarrollar estrategias de pensamiento y de resolución de problemas radica en que así el alumno logra su autorregulación en el aprendizaje, puede resolver situaciones problemáticas por sí sólo y autoevaluarse.

Desglosar el estudio de un tema en pasos, como los indicados en el siguiente ejemplo, ayuda al desarrollo de una tarea ordenada, planificada y metódica:

- Conocer los objetivos del tema.
- Dar una primera lectura para aproximarse a los contenidos.
- Revisar organizadores previos requeridos para comprenderlos en profundidad y hacer una lista con ellos para tenerlos siempre presentes.
- Detectar y seleccionar los contenidos conocidos y los desconocidos para relacionar lo nuevo con temas ya estudiados.
- Comenzar una nueva lectura del tema, pero con un análisis profundo de cada una de las ideas y procedimientos que se necesitan para su aprendizaje significativo.
- Anotar todo aquello que no se entiende para preguntar a sus pares de grupo, al docente en el aula o en las clases complementarias, esto implica no dejar terminología sin comprender, demostraciones inconclusas o interpretaciones gráficas sin descifrar. Todo debe preguntarse pues cada palabra o paso que no se entiende genera una duda que se sumará a otras y da como conclusión el fracaso en el logro del aprendizaje significativo.
- Ampliar el tema mediante el uso de distintos textos específicos y consultar todas las problemáticas que no se pueden resolver.
- Autoevaluarse mediante la resolución del *test* de constatación de estándares y una vez corregido éste, analizar con criterio crítico los errores cometidos, las incorrectas interpretaciones de consignas o las causas de fracaso en la solución de ejercicios y problemas. Este *test* debe servir como retroalimentación para el alumno en su proceso de aprendizaje y permitirle elaborar estrategias de autocorrección para prevenir el fracaso en el parcial correspondiente.

En **este modelo didáctico de calidad**, el pensamiento estratégico se fomenta mediante el aprendizaje independiente. Cuando se presenta a un grupo de alumnos la lectura del Módulo, la consulta bibliográfica, la comparación de textos, la resolución de problemas, la solución de ejercicios y la transferencia de un concepto aprendido con anterioridad para ser

usado en el logro de un contenido nuevo se está generando una oportunidad para el pensamiento estratégico. Cada pequeño grupo debe proponer una forma para encarar el tema, para su lectura, para su comprensión y posterior transferencia a otros temas del programa. Esto es un obstáculo para la mayoría de ellos, pero el docente actúa como moderador en este proceso apoyando la tarea de cada uno y guiándolos hacia la reflexión de cómo pensar correctamente y cómo crear una estrategia para lograrlo.

La construcción de estrategias, que el sujeto elabora como paso previo a la resolución de una problemática, es condición de aprendizajes (Rey, M.E., 1993, página 29). La diferencia entre el aprendizaje impulsivo, no metódico y una conducta inteligente se basa en la existencia de un plan previo que es el punto de partida del proceso de aprendizaje¹⁰⁹. Cómo elaborar un plan estratégico para abordar el análisis de un tema no es una cosa sencilla, pero cada estudiante debe comenzar sus primeros pasos en los trabajos áulicos y posteriormente ir mejorándolos hasta encontrar la metodología que más se adapte a su forma de estudiar. La organización es el cimiento de un buen aprendizaje, ya sea un aprendizaje operacional, es decir ordenarse para “hacer” o un aprendizaje teórico de contenidos conceptuales.

El pensamiento estratégico implica ser conciente de los procesos propios de aprendizaje y nos guía en la tarea de aprender a aprender.

4. La autonomía en el procesamiento de la información

Una de las competencias primordiales a desarrollar en los estudiantes del nivel universitario es la **autonomía de gestión del conocimiento**. Cuando un alumno egresa con un título que lo habilita y le otorga incumbencias, se enfrenta a la resolución de problemáticas diversas inherentes a su profesión. Ésto no es sencillo si la persona ha sido formada con una metodología paternalista. El alumno en el aula debe comenzar a utilizar gradualmente técnicas y métodos que le permitan la autoobservación, la autoevaluación y que le generen confianza en sí mismo. Autoestima: un ingrediente imprescindible para la resolución de problemas.

¹⁰⁹ Rey, M.E. 1993. Seis ensayos en busca del pensamiento perdido. Buenos Aires: Magisterio del Río de la Plata.

Si el alumno posee una imagen negativa de sí mismo difícilmente pueda alcanzar un aprendizaje exitoso, por ello el profesor es el mediador más importante durante el primer año de su carrera y su adaptación al nuevo nivel. Es quién despierta interés, motiva, estimula capacidades, ayuda en la construcción del conocimiento, en la instrumentación de procedimientos y en la adquisición de la autoconfiabilidad.

La base de la autoestima es conocerse a sí mismo, para ello el alumno tiene que crear sus propias estrategias de aprendizaje, tanto de contenidos como de procesos y aprender a reflexionar sobre sus acciones para detectar y hacer concientes las debilidades y las fortalezas.

En **esta experiencia** el docente se ha preocupado por alentar a los alumnos aventajados sin descuidar a aquellos que necesitan más contención. En las tutorías o clases complementarias se hace hincapié en la necesidad del esfuerzo personal y de un plan para organizar las tareas y se refuerzan los contenidos que no han sido comprendidos o estudiados por los alumnos. También se explica la importancia de pedir los temas dados y las actividades desarrolladas cuando no asisten a las clases, ya que ésto origina un retraso considerable y una falta de contenidos para el abordaje de los temas de la clase siguiente. El alumno ausente se encuentra inevitablemente perdido en la clase posterior.

Del mismo modo se controla la presentación de los trabajos asignados, pues esto beneficia a todo el grupo ya que así se devuelven correcciones y se aclaran dudas. El alumno que no cumple con sus obligaciones se perjudica a sí mismo y afecta también a sus compañeros pues quedan actividades sin corregir.

El docente de primer año de cualquier Facultad debe tener en claro esta situación y enseñar a sus alumnos a estudiar, a pensar, a autoobservar sus procesos propios de aprendizaje y a autocontrolar sus tiempos y sus actividades. El profesor tiene que generar la autoconfiabilidad en el educando pues esta es imprescindible para desarrollar procesos de pensamiento. No sólo enseñar contenidos es la tarea, contener al joven y ayudarlo a aumentar su autoestima es el camino hacia aprendizajes significativos, permanentes y valorativos.

5. El descubrimiento del conocimiento de orden superior:

En todas las disciplinas el conocimiento no se reduce a contenidos y procedimientos convencionales, sino que por el contrario el aprendizaje significativo se logra cuando uno se involucra con la ciencia en cuestión. En Matemática, el contenido de orden superior es más complejo que los simples algoritmos para resolver, por ejemplo, la suma o la multiplicación. Se logra cuando se puede encarar problemas con eficacia, interpretar relaciones, hacer diferencias y analogías, proponer soluciones y seleccionar la óptima.

El conocimiento de orden superior es imprescindible para alcanzar una cultura del pensamiento y el espíritu estratégico.

El conocimiento de orden superior se traduce en la verdadera comprensión de una disciplina y en un compromiso con la misma¹¹⁰. Conocer algo sobre la narrativa contemporánea o sobre célebres poemas no significa conocer y apropiarse de la literatura. Para el mundo de la Matemática, resolver satisfactoriamente operaciones complicadas, ecuaciones cuadráticas o calcular límites de funciones no implica dominar el conocimiento matemático.

En la **experiencia de campo** se ha buscado conducir al alumno hacia los conocimientos de orden superior. De nada sirve que resuelvan correctamente las derivadas de veinte funciones, por complejas que ellas sean, si no pueden conceptualizarla como la pendiente de una recta tangente a una curva en un punto dado, como la razón de cambio entre dos magnitudes que varían en forma relacionada o como la velocidad instantánea. Si bien conocer y aplicar en forma adecuada los algoritmos de derivación es importante, para que los cálculos no resulten erróneos, la interpretación y la transferencia a un problema de Física - como la velocidad de una partícula, o la altura máxima que alcanza una pelota - a un problema de Economía - como el cálculo del costo marginal, o del ingreso marginal - o de Ingeniería - como el momento flector máximo en una viga, o la deformación máxima de una estructura bajo un estado de cargas- es fundamental para la disciplina y su futura vida profesional.

¹¹⁰ Tishman, S.; Perkins, D. ; Jay, E. – 1994 c – Un aula para pensar – Buenos Aires: Aique.

En el nivel universitario, la adquisición del conocimiento de orden superior es la razón de ser del profesional. Un egresado universitario no puede reducir sus conocimientos a la resolución de algoritmos o a la repetición de procedimientos, debe generar soluciones a diferentes problemáticas e incrementar sus propios saberes permanentemente.

Presentar problemáticas de la vida real, ofrecer explicaciones y permitir que los alumnos discutan en pequeños grupos, que agreguen sus comentarios, que interactúen y reflexionen sobre las mismas, son maneras utilizadas en el modelo experimental para orientarlos hacia los conocimientos de orden superior.

Los interrogantes que se plantean dentro del grupo y los que se debaten con todo el grupo – aula, la puesta en común de las soluciones y la mediación del docente para extraer conclusiones, es una forma de retroalimentación que beneficia la adquisición de este tipo de conocimiento.

6. La integración y transferencia de contenidos mediante un enfoque sistémico:

Aprender con un enfoque sistémico implica mirar a cada temática nueva con ojos globalizadores. Esto significa ver a los contenidos que se deben aprender no como una cuestión aislada sino como parte de un todo. Significa hacer evidentes las relaciones existentes, reconocerlas, explicarlas y que cada alumno, mediante sus estrategias de aprendizaje sea capaz de descubrirlas y describirlas.

Cumplir con el carácter sistémico supone:

- **Aprender** los nuevos contenidos teniendo en cuenta conocimientos previos afines con el mismo. O sea descubriendo nexos entre lo sabido y lo que se va a aprender.
- **Planificar** el estudio de cada tema relacionando cada problemática con los conocimientos contenidos en las estructuras mentales para actuar en consecuencia. El estudiante tiene que descubrir las relaciones para poder integrar conocimientos y hacer de la asignatura un todo de significado.

- **Aprender** a elaborar y utilizar estrategias y herramientas para la sistematización (cuadros, gráficos, redes o mapas conceptuales, etcétera.)
- **Relacionar** el estudio de la teoría con la práctica haciendo de ellas una unidad indivisible. Una no tiene razón de ser sin la otra, ya que ambas resuelven cuestiones reales de la vida y la profesión.
- **Organizar** los contenidos en secuencias. En primer año, como ya se ha analizado, el docente debe ordenar en forma lógica los temas a enseñar y hacer evidentes las jerarquías de contenidos en sus actividades áulicas. De esta manera el estudiante aprender a sistematizar y puede luego generar competencias para lograrlo durante su proceso propio de aprendizaje.

El quehacer del docente, en la experiencia realizada, ha perseguido siempre el descubrimiento de relaciones entre temas, para ver a la Matemática como una disciplina integrada, a cada unidad vinculada con las otras y a la asignatura relacionada con otras de la carrera.

Aprender la Matemática en forma significativa, según la visión de Ausubel, o según la teoría de Jerome Bruner en la cual cada alumno construye el “andamiaje” cognitivo que le permite adquirir nuevas ideas o conceptos incorporándolos de forma definitiva a su estructura cognitiva y modificando sus esquemas mentales es lo que hace que el alumno desarrolle su potencial y adquiera nuevas competencias agregando valor a su capital intelectual.

Los estudiantes deben ser capaces de comprender la matemática y poder aplicarla correctamente en cualquier otra situación. El conocimiento verdadero, las habilidades procedimentales y la conceptualización son tres componentes básicos de suma utilidad. Los estudiantes que aprenden por repetición sin conceptualizar los contenidos matemáticos frecuentemente presentan inseguridades en qué, cuándo y cómo aplicar sus conocimientos o sea que no son capaces de transferir lo aprendido a situaciones análogas o diferentes de las estudiadas.

1.2.2 Los estándares a verificar en el modelo

Es necesario consensuar en primer lugar que es un estándar educativo, y al respecto podemos definir:

Estándar educativo: “Enunciado que proporciona definiciones claras y específicas de los conocimientos, habilidades y actitudes que los estudiantes deben adquirir durante el proceso de enseñanza y aprendizaje. Son las metas, en función de logros de aprendizaje, que el sistema educativo espera que alcancen los estudiantes al finalizar el primer nivel de su carrera de grado”

Los estándares se pueden clasificar en forma general como:

1. **Estándares cognitivos:** son los estándares de conocimiento, que especifican qué contenidos deben adquirir los estudiantes durante cada evento educativo. Según Piaget, el aprendizaje de contenidos específicos depende del **desarrollo de estructuras cognitivas**, por lo que los alumnos deben ser capaces de modificar sus estructuras para el logro del equilibrio cognitivo, es decir tomar postura frente a los conflictos que se le presenten, buscar soluciones mediante la asimilación y reacomodar sus estructuras a los nuevos saberes. También adquiere importancia en la satisfacción de estos estándares la llamada por Lev Vigotsky, “**zona de desarrollo próximo**”, es decir que organizaciones cognitivas posee el estudiante para abordar nuevos temas y adaptarse al nivel universitarios, entrando en juego en forma decisiva el docente orientador, los tutores y los pares más aventajados para guiar al alumno del primer año en su tarea de descubrimiento y construcción del conocimiento. En ellos se establece qué debe ser incorporado por lo alumnos a su memoria de largo plazo y según el modelo de Robert Gagné, descrito en el capítulo correspondiente, es allí donde se produce el anclaje significativo de los contenidos, se alcanzan los niveles más profundos de procesamiento de la información y desde allí surgen

los organizadores previos ausubelianos para relacionar conocimientos ya incorporados con los nuevos, esto señala la “apropiación del conocimiento” por parte del educando.

Los **estándares de contenido** pretenden determinar los **conceptos** que deben formar parte del “**saber matemático**” de los estudiantes que cursan el nivel en análisis. En ellos se incluyen diversas actividades como por ejemplo las de definición de conceptos, de reconocimiento de definiciones correctas entre muchas dadas, de detección de analogías y diferencias entre conceptos similares, de transferencia de conceptos de un evento educativo a otro similar u opuesto. En general, se puede afirmar que dichos estándares tienen como objetivo principal detectar el grado de apropiación de los conocimientos y de transformación de sus esquemas cognitivos que el alumno ha podido lograr, para ser usados posteriormente como organizadores previos en la adquisición de nuevos contenidos.

- 2. Estándares de procedimiento:** son los estándares que determinan qué **habilidades** o **destrezas** deben lograr los **estudiantes** en el aprendizaje de la asignatura. No sólo los conocimientos hacen a la formación matemática de un alumno universitario ya que, las técnicas motrices, los algoritmos y el crecimiento exponencial de las herramientas computacionales han dado fin al aprendizaje enciclopédico de la matemática. El “saber hacer” es tan importante como el “saber” y estas dos clases de contenidos no pueden separarse, ya que uno de los requisitos profesionales básicos es aportar soluciones a los problemas que originan y dan razón de ser a la profesión.

Actualmente, uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta en el diseño de las actividades matemáticas es proporcionar herramientas a los alumnos para modelizar situaciones concretas, por lo que resulta de innegable significación la enseñanza de contenidos procedimentales.

La correspondencia entre los estándares de contenidos y los procedimentales pretende optimizar la relación entre teoría y práctica, entre conocimiento y aplicación para que los aprendizajes sean significativos, se conozcan los procedimientos en profundidad, se los use en el contexto adecuado y se conviertan en instrumentos de adquisición de nuevos aprendizajes.

Los estándares de procedimiento pretenden determinar los **contenidos** que deben formar parte del “**saber hacer matemático**” de los universitarios. En ellos están involucradas destrezas y habilidades que cada educando debe acreditar para garantizar no sólo el “saber qué”, sino también el “saber cómo”. Mediante estos estándares se verifican competencias tales como: calcular, algoritmizar, computar, trazar, modelizar, demostrar, comparar, resolver, graficar y todas las destrezas relacionados con los softwares específicos de uso cotidiano en el aula, el Mathematica, el Derive, el Maple, el Matlab o cualquier otro recomendado por el docente.

En conjunto, se puede decir que dichos estándares tienen como objetivo primordial garantizar que el alumno adquiera métodos para estructurar sus conocimientos procedimentales y lograr una base sólida de habilidades profesionales buscando el aseguramiento del éxito en su futura vida laboral. En toda actividad profesional, el individuo se verá obligado a usar herramientas tecnológicas, computacionales, gráficas o multimediales que no puede desconocer, ya que así lo impone la sociedad del conocimiento en la que estamos inmersos.

- 3. Estándares de actitud:** son los estándares que valoran los componentes afectivos y conductales de una persona. En ellos se ponen en juego los sentimientos, las preferencias y los comportamientos de cada alumno ya sea en forma individual o como parte integrante de un grupo.

Coll (1987) considera a las actitudes, valores y normas como una clase de contenidos que deben ser enseñados. El docente debe observar los marcos actitudinales de los alumnos que ingresan a la universidad, conocerlos, identificar las actitudes positivas para incentivarlas y remarcarlas, así como aquellas negativas para abocarse al logro de un cambio actitudinal, si fuere necesario.

La enseñanza de las actitudes no es un proceso espontáneo y, de la misma forma que se planifica la enseñanza de los contenidos, debe programarse y adaptarse al contexto áulico existente, es decir a cada grupo humano. Los contenidos actitudinales son tan importantes como los conceptuales y los procedimentales para la formación de un profesional como ser social. En el primer año de una carrera universitaria deben desarrollarse actitudes éticas y morales que formen al individuo dentro del marco normativo para la convivencia y se incorporen como conocimientos significativos agregando valor a su persona.

La responsabilidad, el respeto, la actitud positiva hacia el aprendizaje de las ciencias, el compromiso con las obligaciones contraídas, la curiosidad, la reflexión crítica, el razonamiento flexible son algunos de los valores que los jóvenes deben adquirir durante su vida universitaria para actuar en forma ética y desempeñarse correctamente en su vida como profesionales.

1.3 Conclusión

De acuerdo a las opiniones de especialistas en la problemática de la enseñanza de la Matemática en primer año de las carreras de grado y a las observaciones de la realidad áulica, se han elaborado principios generales, los que se concretan en los principios particulares de enseñanza y de aprendizaje. Cada uno de ellos rescata conceptos esenciales de las teorías

pedagógicas y los modelos resumidos en el Capítulo 2, así como también se fundamenta en las pautas de calidad descritas en el Capítulo 1.

Para poder verificar el cumplimiento de dichos principios se elaborarán estándares, los que se categorizan en estándares de contenidos, de procedimiento y de actitud.

Todo lo antes expuesto sirve de basamento al diseño del modelo de calidad.

CAPÍTULO 5

TRABAJO DE CAMPO: DISEÑO DEL MODELO DIDÁCTICO

En este capítulo se inicia el análisis del trabajo experimental propiamente dicho y se desarrolla la metodología seguida para su puesta en práctica.

En primera instancia se expone el procedimiento utilizado para la realización de la evaluación diagnóstica del grupo - aula, lo que permite conocer las características del mismo y detectar sus fortalezas y debilidades.

Tomando como fuente los resultados de esta evaluación, la información recabada en los escenarios reales y el marco teórico elaborado en los cuatro primeros capítulos, se presenta un cuadro resumen del modelo didáctico sugerido para la educación matemática y se explican posteriormente cada una de sus etapas.

Se aplica luego el modelo para la enseñanza de dos unidades temáticas “Derivadas” y “Aplicaciones de las derivadas” correspondientes al programa de la asignatura Análisis Matemático I del primer de las carreras que se dictan en la Facultad Regional Concepción del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional, institución donde se realiza la investigación.

1.1 Trabajo de campo - Aspectos Metodológicos

La presente investigación se focaliza específicamente en la problemática del proceso instruccional, es decir que se avoca a la indagación sistémica de los factores que tienen mayor peso en la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática. Se pretende generar un modelo didáctico de calidad, para mejorar la manera de presentar los contenidos matemáticos a los alumnos y efectivizar su rendimiento, utilizando elementos emergentes de otros campos

de la Educación Matemática, como son las teorías psicopedagógicas y modelos didácticos: todo ello sin perder de vista las aptitudes y competencias de los estudiantes y las necesidades curriculares.

1.1.1 Evaluación diagnóstica

Se efectúa, en primera instancia, el *test* denominado *Learning And Study Strategies Inventory (LASSI)* para determinar las características del grupo en su totalidad y detectar debilidades.

El **Inventario de Estrategias de Aprendizaje y Técnicas de Estudio** fue desarrollado por *Claire E. Weinstein, Ann C. Schulte* y *David R. Palmer*, integrantes del Departamento de Psicología Educacional de la Universidad de Texas (*Austin, U.S.A.*). Es una herramienta diseñada para medir el uso de Estrategias de Aprendizaje y Técnicas de Estudio por parte de los alumnos y resulta ser un instrumento de diagnóstico y orientación que se focaliza en la evaluación de pensamientos y conductas implícitas y explícitas que conducen a aprendizajes exitosos y que pueden ser modificados a través de intervenciones educacionales.

Estos procesos de pensamiento y conductas contribuyen fuertemente en los aprendizajes logrados en la educación post – secundaria, pues los alumnos en este nivel estudian en forma independiente. Sus hábitos pueden ser optimizados mediante estrategias áulicas que tengan como meta principal la mejora en el rendimiento de los estudiantes y el enriquecimiento de sus competencias.

El inventario contiene diez escalas -Anexo III-, destinadas a evaluar diferentes grupos de estrategias de aprendizaje y a detectar fortalezas y debilidades de los educandos.

1.1.2 Diseño del modelo

Basándose en el marco teórico elaborado en la presente investigación, en el cual se ha examinado en profundidad la problemática de la Calidad en el Capítulo 1; los avances históricos acerca del proceso educativo en el Capítulo 2; las características de la Matemática como disciplina en el Capítulo 3 y los principios y estándares requeridos como indicadores de logros en el Capítulo 4, se presenta en este Capítulo el modelo didáctico.

Se trabaja siempre destacando la conveniencia de la verificación de la Calidad de proceso frente a la inspección final, tendiendo ésto a la planificación e implementación de medidas correctivas que sean en su esencia medidas preventivas.

Con el objetivo de asegurar la calidad a través del tiempo se adopta la filosofía de *Edwards Deming*, quien resume que el ciclo de mejora continua está constituido por cuatro fases:

La planificación, que en este caso implica el diseño de cada episodio educativo o de cada clase, sus objetivos, los recursos materiales a utilizar, los estándares a verificar para constatar el cumplimiento de los mismos.

La acción: es decir poner en práctica lo planificado.

La verificación continua: de los avances del proceso para ser usados como *feedback* tanto para el alumno como para el docente.

La ejecución: del nuevo proceso con las medidas correctivas planificadas para validarlo o volver a detectar nuevas debilidades que aparezcan cuando hayan desaparecido las primeras.

Este círculo hacia la mejora continua se pone en práctica en la tarea cotidiana en el aula, en la corrección de tareas extra - áulicas, y sobre todo en la verificación mediante *test* de los estándares mínimos requeridos. Estos *test* permiten reforzar los conocimientos de los alumnos que no alcanzan el nivel de dominio deseado mediante tutorías, lo que se orienta a la planificación e implementación de medidas correctivas.

Asimismo tomando la teoría de Armando Feigenbaum, se juzga a la *calidad como el trabajo de todos y cada uno de los involucrados en las etapas del proceso* en este caso el proceso instruccional:

- Responsables directos: docentes y alumnos.
- Responsables indirectos: universidad, nivel medio, familia, empleadores y sociedad en general.

De la filosofía de la calidad total se han adoptado los siguientes aspectos.

- **Orientación al cliente:** directos e indirectos. En especial a los estudiantes como “clientes” principales de la Institución.
- **Orientación al logro de resultados:** previa estipulación de objetivos, se consta el cumplimiento de los mismos mediante *test* de verificación de estándares mínimos lo que permite tomar decisiones a partir de una herramienta concreta.
- **Liderazgo y compromiso de todos:** el docente actúa como líder, es decir como personaje generador de acciones y motivador; y los alumnos más aventajados son líderes en sus pequeños grupos de trabajo. También, tanto el profesor como los alumnos, deben comprometerse en la tarea. Cobra aquí importancia el “**contrato didáctico**”, ya que el educador debe asignar actividades a sus estudiantes, proporcionar todas las explicaciones que se requieran, y devolver las correcciones de cada una de las tareas asignadas para que cada uno analice sus errores, aprenda de ellos y no los comenta en otra oportunidad. El alumno, por su parte, debe entregar en tiempo y forma dichas tareas y presentar posteriormente las correcciones o asistir a las clases de refuerzo en horario extra - áulico si resulta necesario.
- **Perseverancia tras el logro de objetivos:** muchas son las dificultades a salvar sobre todo cuando se trabaja con personas, pero sólo la constancia y el convencimiento orientan al éxito la tarea.

- **Desarrollo y capacitación permanente:** del docente como gestor del modelo y de los estudiantes como personas que ingresan a un nuevo nivel para el cual no posee desarrolladas todas las competencias indispensables.
- **Respeto y compromiso:** respeto del docente hacia sus estudiantes, respeto en el trato cotidiano y en la atención de sus preguntas y devolución de trabajos. Respeto de los alumnos hacia el profesor en cuanto al cumplimiento de lo solicitado, al aporte del material requerido y a la asistencia a tutorías informáticas y clases de apoyo al estudio.

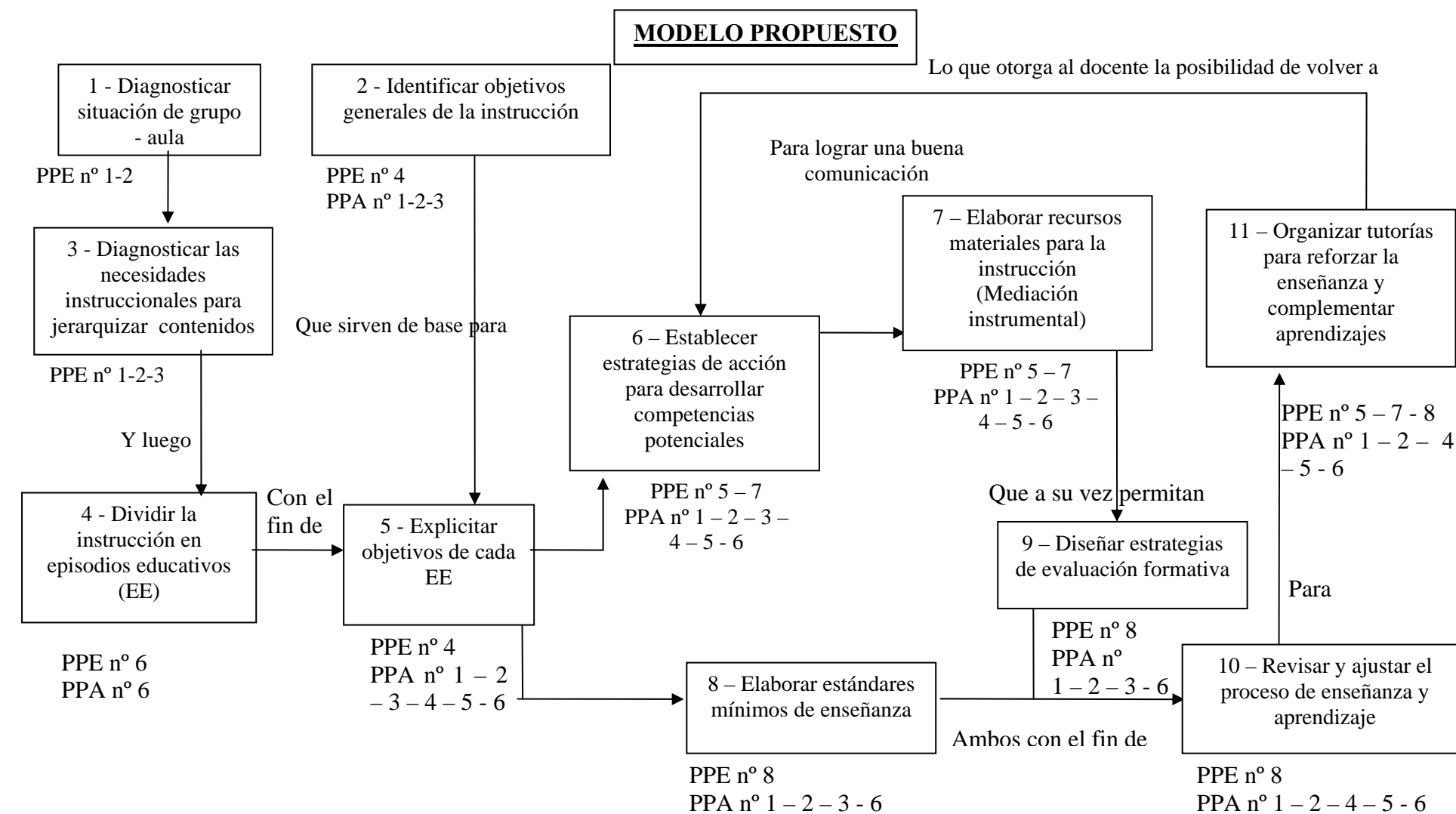
Muchos son los factores que actualmente impulsan hacia la búsqueda de la **calidad**: según se analizó en los Capítulos 1 y 3: la globalización, las nuevas formas de adquirir el conocimiento, las demandas laborales, la calificación y asignación de méritos por competencias, y en general las exigencias de la sociedad del conocimiento.

La norma IRAM 30000, como interpretación de la norma ISO 2000 para la educación, define un vocabulario específico para este sector e identifica procesos centrales. En este modelo los procesos centrales son el diseño, la implementación y el chequeo de las estrategias áulicas, con la misión de elevar el rendimiento de los alumnos, motivarlos y disminuir la deserción, que es justamente uno de los indicadores de eficacia citados por la norma.

La Matemática, para ser entendida significativamente, necesita ser enseñada de tal forma que muestre a los estudiantes su utilidad, su relación con situaciones de la vida cotidiana y su aplicación directa para la resolución de problemáticas de diferentes disciplinas, tiene que poder relacionarse en los esquemas mentales de los estudiantes con sus organizadores previos para asimilar nuevos contenidos y lograr la acomodación de sus estructuras cognitivas, debe poder comunicarse en forma oral o escrita, ya sea entre pares o entre alumnos y docente con el objetivo de concretar una verdadera mediación social y tiene que brindar la posibilidad al alumno de alcanzar el pensamiento estratégico para organizar y planificar sus acciones cada vez que deba resolver un problema.

La Matemática como ciencia formal, requiere del razonamiento deductivo, de un gran poder de abstracción por parte de los estudiantes, pero sin embargo tiene una aplicación tan concreta que, según la teoría antropológica de *Yves Chevallard*, es una actividad inherente a todo ser humano. También *Howard Gardner*, en su teoría de las inteligencias múltiples señala que en la sociedad de hoy se privilegia la inteligencia lógico - matemática, pues la ciencia y la tecnología tienen en ella una de las aliadas más grandes.

También en la mediación social, en la organización de tareas grupales, en la exposición frente a compañeros y en la presentación de trabajos, tanto áulicos como extra áulicos, se pretende desarrollar la inteligencia interpersonal, es decir aquella que permite a las personas relacionarse y formar equipos de trabajo exitosos.



1.1.3 Descripción de cada una de las fases que componen el modelo

1. Diagnosticar la situación del grupo – aula:

En esta etapa el docente realiza una evaluación de las características del curso para poder planear sus estrategias didácticas y determinar sus objetivos instruccionales.

En la experiencia de campo se efectuó la misma mediante el uso del *Learning And Study Strategies Inventory* (LASSI), una herramienta de diagnóstico y orientación, que se focaliza en la evaluación de pensamientos y conductas que conducen a aprendizajes exitosos y ayudan a determinar las dificultades que predominan en el grupo.

De acuerdo a los resultados del *test*, el profesor planifica su metodología de acción en el proceso de enseñanza y aprendizaje y los objetivos generales a lograr en la instrucción. Es una manera de jerarquizar las debilidades de los estudiantes y poder así atacar con mayor fuerza las de mayor incidencia. Se ordenan, mediante un diagrama de barras, las dificultades de mayor a menor con lo que se hacen evidentes las causas principales de los fracasos estudiantiles y se planean medidas correctivas desde el principio de las actividades áulicas para prevenir futuros inconvenientes.

En esta evaluación se analizan diez escalas, tales como la motivación, la concentración, el dominio en el procesamiento de la información, la ansiedad, las habilidades de los alumnos para estudiar y preparar exámenes, entre otros. Así el profesor tiene una visión de los inconvenientes que predominan en cada grupo de alumnos y define una línea de acción.

En el **trabajo realizado** se detectó que la falta de motivación fue la dificultad número uno, la que se relaciona directamente con otras causas de fracasos como la ansiedad y la concentración, que aparecieron en segundo y tercer puesto. La falta de motivación, según las encuestas realizadas se debe a diferentes causas como:

- No estar al día con los estudios.
- Buscar excusas para justificar la falta de estudio.
- No fijar metas altas para abordar las labores académicas.
- No repasar lo dado en cada clase antes de asistir a la siguiente
- No averiguar lo que se dio en las clases en las que el alumno estuvo ausente.
- No esforzarse por estudiar los temas más difíciles, sino que, por el contrario, los abandonan, dedicándose solamente a los simples y sencillos.
- No prestar atención a los temas que no les gustan.
- Falta de responsabilidad en sus tareas académicas como presentación de trabajos en tiempo y forma, llevar carpetas ordenadas y prolijas, resolución de actividades propuestas, entre otras.
- Falta de disciplina en la distribución de sus tiempos.
- Tendencia a estudiar por apuntes y no dedicar tiempo a la lectura de libros de texto específicos.
- Escasez de vocabulario para la comprensión significativa de las explicaciones del docente, de los libros o de cualquier otro recurso disponible. Ésto entorpece la comunicación y desvirtúa cualquier estrategia docente.

La carencia de motivación genera desconcentración, pues no se puede estudiar significativamente aquello que no se entiende, que no se sabe para qué sirve o que está incompleto y desconectado de las estructuras mentales que el alumno posee. Este problema genera un círculo en el cual los estudiantes se pierden inevitablemente y los conduce al fracaso.

El profesor tiene que buscar fuentes de motivación para atraer el interés y la atención del alumno, sobre todo en el primer año del nivel universitario, ya que éste no tiene todavía hábitos de estudio ni la responsabilidad necesaria para dicho contexto. Está sufriendo un

proceso de transición entre la enseñanza media y la universidad que no alcanza a absorber y abordar con madurez. Es un adolescente con todos los dilemas de dicha etapa, no un adulto como muchas veces se cree.

Un estudiante motivado se puede concentrar con mayor facilidad y así, con un sólido conocimiento de los temas de la materia, disminuye su ansiedad frente a obstáculos tales como exámenes parciales, finales, etcétera. Esto indica que tratando de aumentar la motivación del alumno se pueden a su vez modificar otros ítems de la escala LASSI, íntimamente ligados a ella.

2. Identificar los objetivos generales de la instrucción:

Los objetivos generales de la instrucción son aquellos indicadores de competencias a lograr en el proceso de enseñanza y aprendizaje completo. Tienen como función fijar metas para definir el éxito del proceso en su totalidad. Permiten establecer propósitos claros para solucionar las problemáticas detectadas mediante el test diagnóstico.

En la experiencia realizada se determinan los objetivos generales al comienzo de la unidad, pueden también hacerse al iniciar cada unidad cuando se trabaja con el dictado integral de la materia.

3. Diagnosticar las necesidades instruccionales para jerarquizar contenidos:

En esta fase se analiza, de acuerdo al perfil del egresado y al diseño curricular al cual pertenece la asignatura, qué es lo que necesita el alumno. Acotar qué contenidos son los que deben enseñarse y con qué nivel de profundidad; examinar los tiempos disponibles para la enseñanza de los mismos y señalar cuáles son las habilidades procesales y actitudinales a lograr.

Asimismo se determina hasta qué punto se desarrollarán demostraciones, teoremas, etcétera, y en qué casos conviene enseñar en forma significativa conceptos, sin detenerse en

explicaciones excesivamente largas, dado que la materia se dicta en un cuatrimestre y las incumbencias profesionales no son las de un licenciado en Matemática.

4. Dividir la instrucción en episodios educativos (EE):

De acuerdo a las etapas anteriores se particiona cada unidad en grupos de temas afines, no sólo para enseñarlos, sino también para elaborar objetivos y evaluar estándares mínimos que miden el nivel de dominio alcanzado por cada estudiante.

En el **trabajo de campo** se tomó, por ejemplo, la unidad de derivada y se la dividió en cuatro fases:

- Revisión de organizadores previos.
- Presentación del tema por parte del profesor e inicio de la enseñanza de la derivada.
- Profundización en el estudio de las derivadas.
- Transferencia del concepto de derivada a la noción de diferencial, a la teoría de errores, a la derivación sucesiva y a las derivadas de funciones expresadas paramétricamente.

Se desarrolló cada fase estableciendo objetivos, seleccionando estrategias didácticas y evaluando el grado de dominio y competencias alcanzadas por los alumnos mediante trabajo áulico, presentación de actividades y evaluación de estándares para determinar el logro de los objetivos prefijados.

5. Explicitar objetivos para cada evento educativo (EE):

Los objetivos específicos de cada EE están relacionados directamente con los estándares a comprobar. El docente señala en cada conjunto temático qué desea que sus alumnos aprendan y con qué nivel de profundidad, así como también los procedimientos y destrezas a desarrollar en forma particular con la enseñanza de los contenidos que integra a dicho EE.

En la experiencia realizada con las derivadas se fijó, por ejemplo, como objetivo conceptual:

- Conocer el concepto de derivada, entendiendo el significado de sus definiciones, de la terminología específica y de la simbología, con la meta de incentivar en los alumnos el uso del lenguaje del pensamiento para que se expresen con mayor precisión e inteligencia.

Y como objetivo procedimental:

- Calcular derivadas por definición.

Ambos son objetivos propios del episodio educativo número dos: “Presentación del tema a cargo del profesor y comienzo de la enseñanza de las derivadas y su conceptualización”.

6. Establecer estrategias de acción para desarrollar competencias potenciales:

En esta etapa el profesor pone en juego diversas metodologías para poder concretar sus objetivos e intervenir en el desarrollo de las competencias potenciales de sus alumnos.

En el **diseño experimental** se utilizaron diferentes formas de acción:

- Uso de redes conceptuales como herramientas preinstruccionales, es decir para repasar organizadores previos y detectar el grado de afianzamiento de ciertos contenidos en las estructuras mentales de los estudiantes.
- Elaboración de cuadros, gráficos, y expresiones simbólicas en el lateral derecho del pizarrón, las que quedan como herramientas de repaso, durante toda la clase.
- Empleo de redes conceptuales como instrumentos postinstruccionales, para verificar el nivel de transferencia, de generalización y de integración de contenidos por parte de los alumnos.

- Explicaciones y exposiciones del docente al presentar un tema nuevo o al enseñar una técnica para abordar y resolver problemas, así como por ejemplo, el pensamiento estratégico.
- Coloquios durante el desarrollo de la clase para detectar alumnos que perdieron el hilo de la misma o para verificar respuestas a actividades asignadas.
- Trabajo en pequeños grupos de alumnos para discutir y consensuar problemas.
- Resolución de ejercicios, problemas y cuestiones teóricas en el pizarrón por parte de los grupos para luego realizar una puesta en común.
- Lectura e interpretación de cuestiones desarrolladas en los Módulos Orientadores del Aprendizaje (MODA) y resolución de las actividades presentadas en ellos mediante iconos.
- Análisis de textos específicos para ampliar y complementar los contenidos adquiridos mediante el uso de los MODA.
- Extracción de un texto listas de palabras conocidas y desconocidas para detectar el nivel de dominio de las conocidas e investigar el significado de las que no lo son.
- Presentación, por parte de los alumnos de tareas asignadas como trabajo extra áulico.
- Elaboración de estándares mínimos y ejecución de *test* de constatación de los mismos.
- Organización de clases de refuerzo para los alumnos que no alcanzan el mínimo estándar establecido.
- Devolución de los *test* a todos los estudiantes para que reconozcan errores y descubran interpretaciones incorrectas, las que deben corregir en el aula y volver a presentar para ser nuevamente corregidas, sin que ello signifique un cambio en la nota. Esto obliga al alumno a formalizar su lenguaje, ya sea escrito en palabras o en símbolos, a dar definiciones completas y coherentes, a razonar desarrollos y

algoritmos, a completar ideas que en numerosas ocasiones las expresan incompletas o sin claridad de pensamiento.

- Desarrollo de competencias procesales al graficar funciones y sus derivadas, al interpretar conceptos geoméricamente, al aplicar pasos para hallar derivadas de diferentes funciones y al elaborar figuras de análisis en la resolución de problemas concretos de otras disciplinas, entre otros.

7. Elaborar recursos materiales para la instrucción:

En esta etapa se debe prestar atención a lo que el grupo necesita para poder trabajar en armonía y ordenadamente.

Antes del inicio de cada clase el docente debe preparar el material que será útil a los estudiantes y favorecerá el aprovechamiento del tiempo disponible. El programa está formado por un excesivo número de contenidos y el tiempo áulico es escaso como para perderlo en la organización del material.

En **este modelo didáctico** el docente ha usado:

- Guías de actividades para cada episodio educativo que organizan la tarea.
- Módulos que permiten una primera aproximación a cada tema y permiten usar una terminología y simbología uniforme, para que los alumnos interpreten todos lo mismo cuando nos referimos a una propiedad en especial, a una letra griega como ε o π o un símbolo como el infinito ∞ .
- Ejercicios sugeridos en los módulos en cada uno de los temas y posteriormente problemáticas integradoras señaladas con el icono “reciclar” para ver el grado de transferencia y generalización de los alumnos.
- *Test* para verificación de estándares mínimos de dominio como parte de la evaluación formativa y la retroalimentación.

8. Elaborar estándares mínimos de instrucción:

Esto significa establecer las competencias mínima que los alumnos debe alcanzar para poder avanzar con el desarrollo del programa. De no suceder ésto se deben planificar e implementar medidas correctivas antes de que los fracasos se hagan evidentes el día del parcial. Es decir establecer una línea de medidas preventivas. Los estándares están estrechamente ligados con los objetivos de cada EE, ya que los *test* de comprobación son una forma de medirlos y transformarlos en valores numéricos a manera de indicadores de conformidad. El docente puede así decidir si un alumno está en condiciones de continuar con el desarrollo temático o si se encuentra en inferioridad de condiciones frente a sus compañeros y necesita clases de refuerzo para tener las mismas oportunidades de aprender.

En esta experiencia se verifica en cada *test*, uno o más estándares, de acuerdo a los contenidos estudiados, a la extensión de los mismos y a las interrelaciones jerárquicas que entre ellos se presentan.

9. Diseñar estrategias de evaluación formativa:

Esto se relaciona con la actitud del docente hacia la verificación constante y permanente del proceso lo que implica asegurar la calidad a través del tiempo. Cada EE merece ser examinado cuidadosamente como cualquier etapa de un proceso y ser ajustado de acuerdo a las situaciones que se presenten.

No se puede perder de vista la orientación hacia el aprendizaje significativo, hacia el desarrollo del pensamiento estratégico en el alumno, hacia la enseñanza del aprendizaje autónomo y el logro de conocimientos de orden superior con una visión sistémica. Todos estos principios que son la base de los objetivos y que se comprueban diariamente en el quehacer áulico y mediante *test* de prueba de estándares no debe dejarse de lado y caer, con el paso del tiempo, en una enseñanza tradicional plagada de desinterés con clases magistrales sin comunicación y participación de todos.

En el **presente trabajo** se han usado:

- Coloquio informal durante la instrucción.
- Discusión en grupo de problemáticas, tanto teóricas como prácticas, a partir de la lectura del material elaborado por la cátedra, con la consiguiente puesta en común y verificación de los conocimientos alcanzados.
- Resolución de ejercicios y problemas de aplicación en el pizarrón.
- Discusión de definiciones, simbología e interpretaciones gráficas en el pizarrón con la participación de todos.
- Presentación, por parte de los alumnos, de actividades sugeridas por el docente para ser corregidas y que sirvan de base de estudio para futuras evaluaciones.
- Deducción de reglas en el pizarrón para verificar el grado de comprensión de los estudiantes.
- Evaluación de *test* de estándares mínimos de verificación del dominio.

10. Revisar y ajustar el proceso de enseñanza y aprendizaje:

Las respuestas de los alumnos a los interrogatorios informales en el aula, el seguimiento de los pequeños grupos, los coloquios grupales, el debate generalizado para poner en común una problemática investigada, la resolución de cuestiones en el pizarrón, la corrección de los *test*, las conversaciones con los alumnos con dificultades en las tutorías, etcétera, han servido como herramientas para el replanteo de las situaciones didácticas y la reestructuración de líneas de acción en el **trabajo de campo realizado**.

Este paso está íntimamente ligado con el anterior, ya que las estrategias de evaluación formativa son los cimientos de la reestructuración de las acciones didácticas. De esta manera se logra un plan de medidas preventivas tendientes a evitar futuros fracasos y a mejorar la calidad del proceso.

11. Organización de tutorías para reforzar la enseñanza y complementar el aprendizaje:

Las clases de refuerzo de contenidos se orientan a mantener la equidad en la enseñanza, ya que su objetivo es salvar las diferencias personales existentes entre los alumnos. Del trabajo cotidiano en el aula y la corrección de los *test* de prueba de estándares mínimos, se detectan las deficiencias de los estudiantes y así se organiza un plan de intervención para ayudar a los estudiantes con mayores dificultades atendiendo a sus necesidades particulares.

En el **trabajo experimental** se repasó la teoría, se enfatizó en la formación y asimilación de conceptos, se hizo especial hincapié en la relación entre contenidos y se reafirmó la práctica con ejercicios adicionales. Se plantearon problemas de aplicación para averiguar el nivel de transferencia de conceptos a las situaciones prácticas y se les hizo resolver nuevamente el *test*, no para colocar una nota, sino para cotejar las evaluaciones y medir los avances logrados.

1.1.4 Contrastación del modelo: apreciaciones de los expertos

Las opiniones de los expertos se pueden categorizar desde diferentes perspectivas:

1) Focalización en competencias profesionales

En la enseñanza universitaria el estudiante necesita adquirir **competencias profesionales**, tanto en el campo del saber, así como de su propia actividad futura; por lo que el modelo requeriría fijar objetivos que se orienten a la consecución de las mismas.

Los estudiantes deben asumir el compromiso de alcanzar el nivel de educación que la sociedad requiere, no es responsabilidad exclusiva del profesor lograrlo. El alumno tiene que aceptar el protagonismo de su propio aprendizaje, siendo, por lo tanto la autonomía, una de

las competencias más importantes a desarrollar en ellos. En caso de no conseguirlo, el educando tendrá que repetir el curso. (Godino, 2005)¹¹¹.

La consecución de esta competencia está contemplada dentro de los principios de aprendizaje; en la búsqueda del pensamiento estratégico, la autonomía en el procesamiento de la información y la transferencia de los contenidos para el descubrimiento de orden superior.

El modelo didáctico emergente de esta investigación - que considera como unidad de análisis a los cursos de Matemática de primer año solamente - se basa en la calidad de proceso y no en la verificación de calidad por inspección final. Por ello se otorga un rol fundamental, no exclusivo, al docente. Se lo define como tutor durante todo el proceso de enseñanza y aprendizaje, o sea como facilitador en el logro de competencias y guía del discente en su adaptación al contexto de las aulas universitarias. No resta importancia al protagonismo del estudiante, pero reconoce muchas dificultades y obstáculos que ellos deben superar para alcanzar el éxito académico. En el inicio de la vida universitaria no se puede tratar a los educandos como al resto de los estudiantes de años superiores. Son un caso particular y se le deben transferir paulatinamente las responsabilidades y, sobre todo, enseñarles como hacerse cargo de los compromisos. Esto se contempla en la planificación e implementación de tutorías.

2) Explicitación de los objetivos

Un aspecto sobresaliente del modelo propuesto es la explicitación de los objetivos de cada uno de los episodios educativos, ya que allí es donde se tratan aspectos relevantes para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática (Gómez i Urgellés, 2005)¹¹².

¹¹¹ Comunicación personal (ver anexo IV). El Dr. Juan Díaz Rodino es catedrático e investigador de la Facultad de Educación de la Universidad de Granada. Este experto en Didáctica de la Matemática ha opinado que el trabajo cubre con los principios destacados del proceso de enseñanza y aprendizaje de la disciplina, ya que el profesor es el agente principal de la transposición didáctica facilitando a los alumnos contextualizar los conocimientos.

¹¹² el Dr. Joan Gómez i Urgellés es Licenciado en Matemática, Doctor en Ciencias de la Educación e investigador de la Universidad Politécnica de Cataluña.

3) Inclusión de nuevos enfoques

En la didáctica actual de la matemática existen dos teorías muy reconocidas, la “Teoría de las Situaciones Didácticas” de Guy Brousseau y el análisis de las prácticas docentes desde la “Teoría Antropológica de lo Didáctico” de Yves Chevallard, las son un aporte muy valioso para la temática de la investigación (Berlanda, 2005)¹¹³

La inclusión del análisis de estudios contemporáneos, como las teorías de Guy Brousseau y de Yves Chevallard de la escuela francesa, y las publicaciones sobre cognición matemática de la escuela española, favorecen la reflexión de la adecuación del proyecto con las corrientes modernas en el contexto general de la educación matemática y, en especial, de la Didáctica de la Matemática. (Godino, 2005).

4) Orientación hacia la problematización

La elaboración de modelos, como representaciones matemáticas de las situaciones - problemas, es trascendental; ya que el planteamiento de problemas es muy común en la actividad matemática. Se entiende como tal a aquellas situaciones y aplicaciones que promueven al quehacer matemático, o sea que impulsan al individuo a realizar tareas de matematización y, de ellas surgen los conceptos y significados. En las estrategias utilizadas se necesita motivar a los alumnos a la resolución de distinto tipos de problemáticas ya sea intramatemáticas - descubrimiento y construcción del saber matemático - así como también extramatemáticas - relacionadas con su futura actuación profesional (Godino, 2005).

¹¹³ Prof. en Matemática - Master en Ciencias de la Educación (Salamanca-España). Docente Titular de "Matemática y su enseñanza" 1º, 2º y 3º año de los niveles Inicial, EGB 1 y 2, en Institutos Superiores de Formación Docente de la Provincia de Buenos Aires. Titular de la misma materia en el profesorado de matemática para EGB 3 y polimodal, Titular en el profesorado de Ciencias Naturales en matemática instrumental I y matemática instrumental II. Autor y Coautor en las Editoriales: Fin de Siglo, Magisterio del Río de La Plata, A-Z, Edicial, Ediciones La Obra, Suma Cultural, Master Cursos.

Capacitador Área Matemática para Escuelas de Jornada Completa, Ateneos de Nivel Inicial, Trayectos Formativos para EGB1 y 2. Docente de las Universidades: UNQUI, UTN y UNLZ .1989-1994 Coordinador del Postítulo de Especialista Superior en Matemática con Orientación en Didáctica de la Matemática para Docencia de Nivel Superior. Universidad Tecnológica Nacional Regional Avellaneda, provincia de Buenos Aires.

En la resolución de las situaciones-problemas son importantes los procesos de simbolización, representación y argumentación (Godino, 2005). Estos procesos se tienen en cuenta en distintas instancias del desarrollo y secuenciación de los episodios educativos.

La **simbolización** es un aspecto fundamental y que ha sido profundizado en el principio de enseñanza número siete, que trata el aspecto comunicacional entre el docente, el discente y el saber matemático pretendido.

En la verificación mediante estándares, el docente puede apreciar que grado de dominio de los contenidos, ya sean conceptuales o procedimentales ha alcanzado el discente y las **representaciones** que ha elaborado del mismo. Las representaciones mentales del alumno reflejan el nivel de significado y comprensión, siendo por ende, sinónimos de conocimiento matemático.

El proceso de **argumentación** se lleva a cabo cada vez que un alumno o un grupo de alumnos justifica las acciones llevadas a cabo para resolver una problemática, ya sea un ejercicio de aplicación, una práctica con software o una demostración analítica de un tema que ha sido asignado para la investigación.

Es beneficioso también incorporar en la enseñanza de procedimientos la modelización y, en la enseñanza de actitudes, el trabajo en proyectos. Ambos enfoques representan una actividad muy útil para el alumno universitario, ya que visualiza la aplicación concreta a casos reales de los contenidos matemáticos aprendidos y los obliga a trabajar como profesionales (Gómez i Urgellés, 2005).

El trabajo en proyectos grupales transdisciplinarios (Gómez i Urgellés, 2005), resulta muy difícil de plasmar en el contexto áulico en que se inserta esta investigación. En condiciones en que la asignatura tiene una duración de cuatro meses, con una carga horaria muy concentrada - diez horas semanales - y se dicta en simultáneo con otras materias y talleres de informática, el tiempo didáctico no es suficiente para desarrollar los contenidos propios de la materia. Por ello resulta muy complejo motivar al alumno para que se involucre en proyectos integradores, no por que no resulten interesantes y provechosos sino porque

sobrecargaría a los estudiantes con obligaciones que no podrían cumplir con el nivel y profundidad que requieren estas cuestiones. Sí se podría aspirar a implementarlos en un año superior de la carrera universitaria.

5) Análisis de los obstáculos y dificultades de los estudiantes

Se debe hacer un estudio exhaustivo de los obstáculos y/o bloqueos posibles de los alumnos, los que pueden tener diferentes orígenes. Una dificultad puede tener su génesis en problemas de orden afectivo, cognoscitivo, cultural o ambiental. Todos estos aspectos son condicionantes del rendimiento de los educando en el nivel universitario. No sólo la escasa base de conocimientos dada por el nivel medio, que es un problema generalizado, pone al alumno en situación de riesgo dentro del sistema. Existe un cambio importante en la modalidad de vida y el nuevo contexto genera ansiedad en los jóvenes, quiénes en su gran mayoría suman un nuevo conflicto: el desarraigo. El docente debe ser capaz de aportar herramientas útiles en el análisis de los distintos tipos de errores de los alumnos y sus causas (Berlanda.2005).

4) La especificidad de la disciplina

En la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática no se puede dejar de lado el alto grado de especificidad de la disciplina. Los principios y estándares que se diseñen para la verificación del proceso tienen que reflejar este aspecto. Al hablar, por ejemplo, de “adquirir el conocimiento de orden superior”, es necesario especificar qué se entiende como tal. Al hablar del logro del “aprendizaje significativo” se requiere de una clara definición de dicho concepto y explicar qué es aprender significativamente Matemática. (Rodríguez,2005)¹¹⁴

¹¹⁴ Licenciada en Ciencias Matemáticas (UBA) y Doctora de la Universidad de Buenos Aires (área Ciencias Matemáticas). Profesora adjunta de la Universidad Nacional de General Sarmiento a cargo de la Coordinación del Curso de Aprestamiento Universitario. Investigadora en Matemática y en Educación Matemática. Directora de tesis de grado y posgrado. Evaluadora de reportes de investigación y jurado de concursos.

1.2 DISEÑO PARA LA UNIDAD TEMÁTICA “DERIVADAS”

1.2.1 Objetivos pedagógicos como indicadores de competencias

Objetivos Conceptuales:

Para incorporar los conceptos de la unidad de derivadas a la estructura cognitiva del estudiante, el docente pondrá en práctica diferentes estrategias según la necesidad de cada evento educativo:

- Detectar los organizadores previos presentes en su estructura cognitiva y compararlos con aquellos que necesita para asimilar el nuevo conocimiento o sea reconocer el grado de *dominio* que posee de las funciones y de la teoría de límite de funciones, para utilizarlos en la internalización de la noción de derivada.
- Conocer el concepto de derivada, entendiendo el significado de sus definiciones, de la terminología específica y de la simbología, con la meta de incentivar en los alumnos el uso del lenguaje del pensamiento para que se expresen con mayor precisión e inteligencia.
- Comprender la interpretación geométrica de la derivada y su relación con la recta tangente a una curva para optimizar el pensamiento gráfico acerca de las funciones.
- Analizar los diferentes tipos de derivadas, relacionándola con la teoría de límites, es decir reconocer la existencia o la no existencia de la derivada de una función en un punto, según el tipo de límite que se presenta.
- Analizar la importancia de la derivada como razón de cambios para la resolución de problemas reales de diferentes disciplinas y en especial de la ingeniería.
- Interpretar la noción de diferencial, su relación con el incremento de la función y su análisis geométrico.
- Reconocer a la derivada como una nueva función, la que puede ser derivada n veces, para comprender el concepto de derivadas sucesivas y extenderlo a las diferenciales de orden superior.

- Analizar la importancia de la diferencial en la resolución de problemas concretos (cálculo de errores absolutos, medios y porcentuales) y en la deducción de las derivadas de funciones expresadas paramétricamente.

Objetivos Procedimentales:

En el campo del “saber cómo”, o sea de las destrezas y habilidades el docente pondrá en juego distintas técnicas para ayudar al alumno a:

- Calcular derivadas por definición y reglas.
- Clasificar los puntos ordinarios y singulares de una función según la derivada.
- Explicar los algoritmos que son necesarios para demostrar reglas de derivación.
- Adquirir destreza en el manejo de tablas.
- Resolver problemáticas afines a su futura profesión con la derivada como modelo matemático.
- Usar el software Mathematica para el cálculo de las derivadas y sus gráficas.

Objetivos Actitudinales

En lo que respecta a las conductas y valores a desarrollar en la tarea áulica para abordar con éxito el aprendizaje, el docente inducirá a sus alumnos a:

- Lograr el hábito mental hacia el pensamiento estratégico y el razonamiento productivo, es decir planificar la búsqueda de soluciones a los problemas que se les presenten, analizar la factibilidad de las mismas y formar criterios para la selección del modelo apropiado.
 - Organizar el material de estudio y la forma de procesar la información para mejorar su concentración y motivación.
 - Adquirir responsabilidad en el cumplimiento en tiempo y forma de las tareas asignadas, ya sean individuales o grupales.
 - Inculcar el comportamiento ético y el compromiso como ser social.
-

1.2.2 Etapas de la instrucción

I. REVISIÓN DE ORGANIZADORES PREVIOS

En el comienzo, como primera actividad se presentará una **red conceptual** que los alumnos tendrán que completar, en la que se señalarán los **organizadores previos**¹¹⁵ de la teoría de límites necesarios para abordar el estudio de las derivadas.

El procedimiento áulico para esta revisión consistirá en dividir al curso en pequeños grupos de cuatro ó cinco personas y distribuir a cada grupo una red conceptual con espacios en blanco, que deben ser llenados de acuerdo a conceptos adquiridos en unidades anteriores.

Se presenta a los estudiantes la siguiente red conceptual para ser completada:

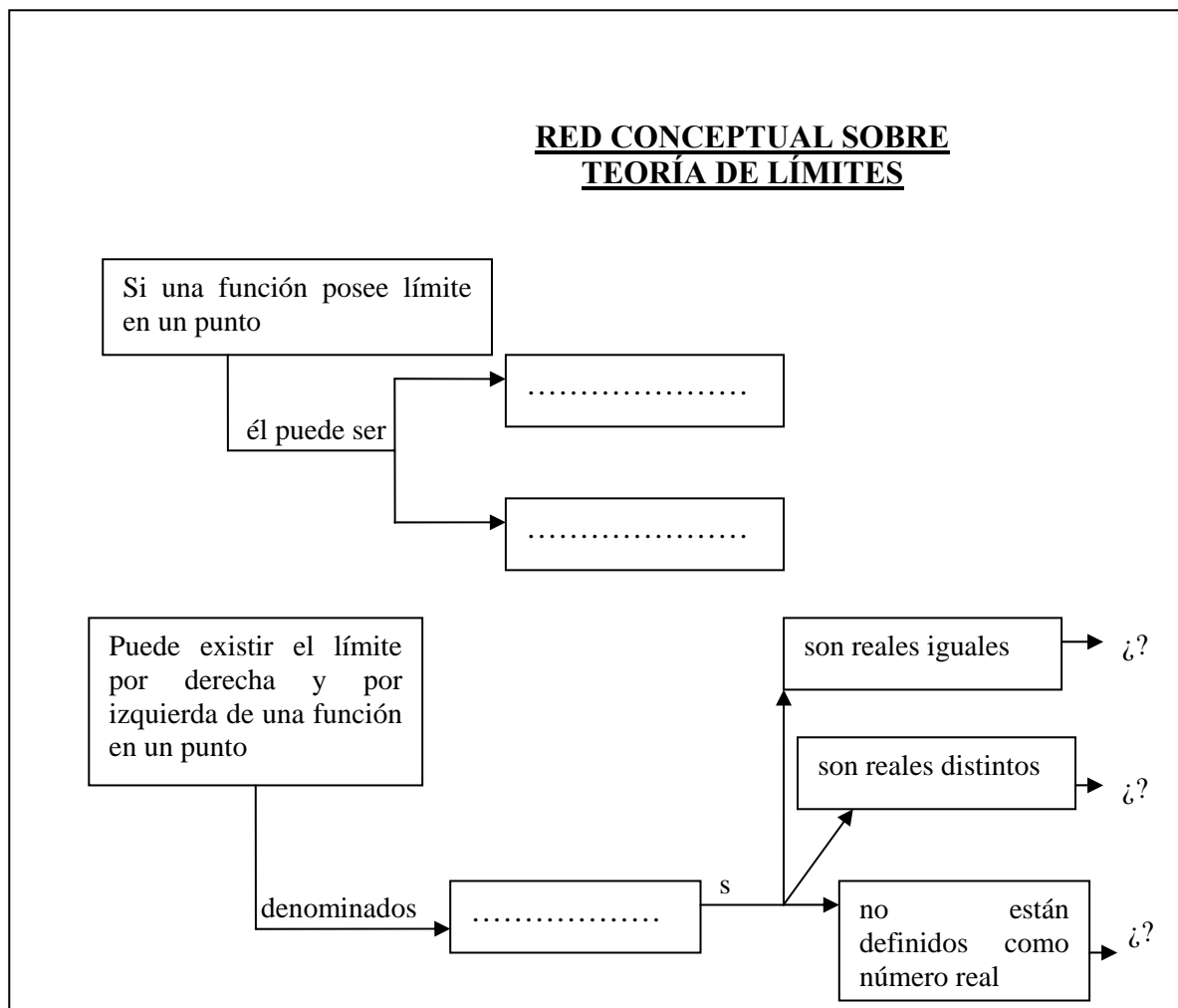
¹¹⁵ Como breve fundamentación de la importancia de los organizadores previos citamos a Ausubel, quién en su teoría prioriza el concepto de que los mismos brinden una base firme que otorgue significado y comprensión al nuevo tema. Para este psicólogo estadounidense la adquisición del conocimiento es un proceso dinámico que enlaza los conceptos nuevos con los pertinentes que ya existen en la estructura mental del educando, pudiendo realizarse un aprendizaje subordinado, superordinado o combinatorio, según lo explicado en el marco teórico al resumir esta teoría.

Asimismo, en la fase de asimilación de la propuesta piagetiana, el sujeto interpreta nueva información en función de sus estructuras mentales previas, las que deben ser adecuadas para integrar los nuevos contenidos y comprenderlos.

También Bruner define al aprendizaje como un proceso activo en el cual cada estudiante construye o descubre nuevas ideas o conceptos basándose en el conocimiento pasado.

George Polya, conocido como “el padre de las estrategias para la solución de problemas”, enfatizó la construcción del aprendizaje por descubrimiento y en su método de cuatro pasos incluye actividades como:

- la comparación del problema a resolver con situaciones similares afines, o ya resueltas en el pasado,
 - la búsqueda de reglas o teoremas ya conocidos que pueda ser útil como herramienta para abordarlo,
 - reconocer la adaptación de algún plan ya utilizado en la resolución de problemas similares que pueda ajustarse a la nueva cuestión.
-



La red presentada permite al profesor constatar como han adquirido y procesado cada uno de los educandos los conceptos elementales de la teoría de límite, ya que la derivada es un límite. Estos conocimientos son básicos y poseen una trascendencia fundamental como facilitadores de la asimilación del nuevo contenido y la acomodación y ampliación de los esquemas mentales del alumno. La información adquirida en la unidad de “Límite de funciones” puede ser recuperada sólo si ha sido significativamente registrada y comprendida por los educandos y este es el momento de realizar una verificación ya que de lo contrario es muy poco probable que se incorpore con éxito a la derivada como un conocimiento verdadero.

Una vez completada la red conceptual como una actividad grupal, uno de los grupos la realizará en el pizarrón y se debatirá acerca de los signos de interrogación que aparecen como conclusión a la derecha de cada caso. Se discutirá, en conjunto, el concepto de límite, de límite finito e infinito, de límites laterales y la relación que se establece entre la existencia del límite y los límites laterales. Todo esto tiene como objetivo revisar la estructura de conocimiento interna de los jóvenes sobre contenidos básicos adquiridos anteriormente para detectar si están en condiciones de recibir la nueva información, recuperar desde la memoria de largo plazo conceptos que los educandos deben haber fijado y almacenado y transferirlos a la memoria a corto plazo para que estén disponibles en el momento de utilizarlos. En esta fase se sigue el modelo de **Gagné**, del “procesamiento de la información”.

II. PRESENTACIÓN DEL NUEVO TEMA POR PARTE DEL DOCENTE Y COMIENZO DE LA ENSEÑANZA DE LAS DERIVADAS Y SU CONCEPTUALIZACIÓN

Terminada la etapa de revisión y verificación de esquemas previos, se efectuará una presentación del Módulo orientador del aprendizaje elaborado por la cátedra. Para realizar la primera aproximación a los nuevos conceptos, se divide a los estudiantes en pequeños grupos y se asigna la lectura de las primeras páginas del mismo. Se da cierto tiempo para que los alumnos realicen una tarea grupal de lectura, de selección de palabras claves para la interpretación de texto, de análisis de problemas planteados, de la terminología y simbología. Se recomienda hacer dos listas paralelas: una con términos matemáticos fundamentales reconocidos dentro del texto y otra con todos los conceptos desconocidos, la terminología que no se comprende y la simbología nueva. Posteriormente el docente comienza a recorrer el material con los estudiantes en una tarea común, realizando preguntas en general al conjunto de los alumnos para que cada grupo explique su postura, lo que ha entendido y lo que se ha discutido con o sin consenso en cada pequeño grupo. Se anotan en el pizarrón las ideas que son conocidas por la mayoría y las que no se han comprendido y que resultan de difíciles para los alumnos. Se razonan los problemas motivadores que se han presentado y se van resolviendo los iconos planteados como actividades.

En esta instancia, la lectura del material crea un nuevo desequilibrio de las estructuras mentales de los alumnos los que se enfrentan a la interpretación de problemas físicos, a una nueva simbología, como son los incrementos de la variable independiente Δx y de la función Δy , el cociente incremental.

En esta etapa se realiza la Actividad número 1, la que se presenta a manera de ejemplo:

ACTIVIDAD 1:

Comprende desde página 3 hasta página 13 del Módulo.

1. Describa en pocas palabras los conceptos que se manejan en el problema de Física que introduce el tema.
2. ¿Qué indica la expresión $s = f(t)$?
3. ¿Cómo define a Δs y a Δt ? ¿Qué significan? ¿Y el cociente $\frac{\Delta s}{\Delta t}$?
4. ¿Qué diferencia existe entre la velocidad media y la velocidad instantánea?
5. Responda a la actividad del icono de la página 5 y extraiga una breve conclusión.
6. Defina: Δx , Δy , y $\frac{\Delta y}{\Delta x}$. Explique con sus palabras el concepto que usted tiene de cada uno.
7. Grafique una función cuadrática cualquiera e indique Δx y Δy .
8. Resuelva el icono de la página 7 y escriba una conclusión.
9. Defina derivada de una función en un punto según lo planteado en la página 7 e interprete mediante un gráfico ambas definiciones. Preste atención a la simbología usada. Reconozca qué es cada una de las partes de la expresión.
10. Lea “Interpretación geométrica de la derivada” y “Clasificación de puntos”. Confeccione dos listas de palabras, una con los términos conocidos y otras con los nuevos.

11. Encuentre en página 10 otra forma de expresar la derivada. ¿Cómo puede declararse la derivada de una función?
12. Resuelva el icono de página 11.
13. Analice las derivadas laterales e infinitas y establezca relaciones con la red conceptual realizada al revisar contenidos previos.
14. Resuelva ejercicios del icono de página 12.
15. Analice la continuidad y la derivabilidad resolviendo las actividades.
16. Es hora de repasar. Resuelva los ejercicios integradores del icono “Reciclar” de la página 13.
17. Confeccione una red conceptual, semejante a la proporcionada al comienzo de la unidad por el docente, en la cual se expliciten las relaciones entre los límites finitos, infinitos y laterales y las derivadas de cada tipo. Además en la red se debe mostrar la interpretación geométrica mediante el concepto de pendiente de recta tangente lo que se relaciona íntimamente con la clasificación de puntos. Las conexiones que usted presenten en la elaboración de la red serán un parámetro para medir la claridad de contenidos adquiridos e interrelacionados y el nivel de apropiación logrado.

Los objetivos fundamentales de esta actividad son guiar el estudio del nuevo tema, solicitar la resolución de ejercicios de aplicación y posteriormente integrar los contenidos aprendidos en la elaboración de una red conceptual con las derivadas, análoga a la que se dio para resolver en el comienzo del tema. El debate de cada punto permite desarrollar el lenguaje, el pensamiento y las actitudes críticas y reflexivas de los estudiantes mejorando la relación docente – alumno, alumno – alumno y alumno – material de apoyo. La resolución de ejercicios en pequeños grupos permite a los alumnos generar soluciones y discutir las comparando las mismas con las realizadas posteriormente en el pizarrón. La presentación de la red obliga a los estudiantes a ver a la derivada con enfoque sistémico.

III. ANÁLISIS DE LAS REGLAS DE DERIVACIÓN

El profesor, avanzando en el Módulo, en esta etapa pide a sus alumnos que comiencen con el estudio de las reglas de derivación y se presenta la Actividad número 2, que figura en el anexo III.

Algunas de las reglas son desarrolladas por el docente en el pizarrón para dar una introducción al tema y el resto queda a cargo de los alumnos, quienes realizan su interpretación o demostración, según las propuestas del módulo.

También se presentan problemas en los que se aplican dichas reglas y se hace hincapié en la derivada como velocidad, como pendiente de recta tangente y como razón de cambio.

IV. GENERALIZACIÓN DEL TEMA A DIFERENCIALES, DERIVADAS SUCESIVAS Y DERIVADAS DE FUNCIONES PARAMÉTRICAS

En esta etapa se conceptualiza la diferencial de una función y se aplican las reglas de derivación para hallarla. Se extiende el conceptos de derivada primera a derivadas de orden superior y se aplica en las derivadas de funciones paramétricas. Siempre se relaciona con los temas ya vistos y se deja una parte del pizarrón para escribir todo lo que se debe “Recordar”.

Se realiza luego la actividad número 3, que se muestra en el anexo III.

Finalizada esta actividad se induce a los alumnos a realizar una búsqueda bibliográfica de la unidad de “derivadas” para comparar lo aprendido con el contenido de los textos, detectar otro tipo de problemáticas e interpretar otra simbología. La meta de esta etapa es que el estudiante se familiarice con los libros, cosa que generalmente no está acostumbrado a hacer. Como guía se da al alumno la Actividad 4.

En todas las etapas el profesor trabaja en forma conjunta con sus alumnos y el material de apoyo para de esta manera lograr una articulación fluida y poder ejercer una influencia positiva como facilitador del aprendizaje. El aprendizaje propicia el desarrollo cognitivo de un individuo y, a su vez este desarrollo intelectual favorece al aprendizaje, según la teoría

propuesta por Vygotsky y descripta brevemente en el marco teórico. Esta interacción entre desarrollo y aprendizaje se potencia en la conocida “zona de desarrollo próximo” que distingue a la teoría vygotskiana y que permite establecer un nexo casi inseparable entre evolución cognitiva y adquisición del conocimiento. El docente basa la construcción de nuevos saberes en el nivel de desarrollo real de sus alumnos, en lo que se detecta como conocimientos y habilidades previos e interactúa con ellos para que ese desarrollo favorezca el aprendizaje de la nueva información. A su vez la mediación de los otros alumnos del curso permite que el educando, que inicialmente no podía realizar las actividades solo, las resuelva con ayuda externa, es decir con la guía del docente, trabajando en grupo, con el material didáctico requerido y una instrucción adecuada. La meta de la experiencia educativa es lograr no solo el aprendizaje de contenidos matemáticos sino también beneficiar la maduración cognitiva del alumno con la ayuda del docente, de sus compañeros, del material editado por la cátedra para una primera aproximación a los temas, de los libros específicos como instancia generadora de contenidos, de procesos y de actitudes y en última instancia con el soporte tecnológico brindado por la computadora.

También es de destacar la valiosa influencia que ejerce en los alumnos la posibilidad de desempeñar un rol activo en el aula, de construir sus propios saberes a partir de la exploración de sus conocimientos pasados, de la detección de sus debilidades y fortalezas y de la interacción con otros compañeros, los que le brindan un ámbito de expresión y comunicación sumamente motivadores. El trabajo del docente en la ZDP de sus alumnos conduce al aprendizaje exitoso y favorece el proceso evolutivo del individuo guiándolo al aprendizaje significativo.

Las estrategias propuestas están también de acuerdo con la teoría de Jerome Bruner, que contiene puntos en común con la posición de Vygotsky, ya que para ambos, la interacción y el diálogo son puntos clave y la instrucción es un proceso que genera el desarrollo cognitivo. Bruner sostiene que el desarrollo intelectual se caracteriza por una creciente capacidad para comunicarse con otros y con el mundo mediante herramientas lingüísticas y simbólicas, siendo por ello conocida como una teoría social. Persiguiendo la mejora en la comunicación

del docente con sus alumnos, de los alumnos entre sí y de los alumnos con los recursos materiales disponibles (módulo, libros, PC) se motiva a los estudiantes a participar activamente en la construcción del conocimiento y en el refuerzo de los aprendizajes. Según él la enseñanza tiene como fin primordial motivar a los jóvenes a autosuperarse y generar nuevos conocimientos que amplíen su estructura cognitiva y para ello es indispensable que entre el profesor y los alumnos exista un diálogo y un compromiso que fortalezca el vínculo. La función del docente es traducir la información de manera que el alumno pueda entenderla fácilmente y esto se logra mediante una primera aproximación a los temas guiada por el material de cátedra. Posteriormente, cuando el alumno ha comprendido las ideas y el idioma que el docente pretende que entienda y procese se pueden presentar contenidos más complejos o más elaborados, y conducirlos a bibliografía que complementen los aprendizajes básicos y refuercen las habilidades alcanzadas.

1.2.3 Estándares a verificar como parte de la evaluación formativa

Es importante que el docente realice una verificación y seguimiento continuo del proceso, tal como lo indica la implementación de un sistema de calidad. Esta evaluación formativa mediante la comprobación de estándares tiene una doble finalidad:

- ⇒ Para el docente implica un control permanente de la marcha del proceso de enseñanza y aprendizaje y la identificación de eventuales fallas que merezcan una revisión del mismo o la implementación de medias correctivas.
- ⇒ Para el alumno significa una manera de autoevaluarse, es decir de reconocer hasta que punto ha logrado el dominio de los conocimientos aprendidos, cómo los ha asimilado, cómo los ha fijado en sus estructuras cognitivas y de qué forma se han acomodado sus nuevos esquemas al nuevo campo de contenidos. Puede detectar si es capaz de transferir los contenidos matemáticos a la solución de problemas y a la investigación de nuevos temas relacionados con las

derivadas. En esta instancia, sin llegar al final del curso, puede detectar posibles errores de interpretación o falta de internalización de los conceptos, lo que lo responsabiliza frente al futuro de sus avances. Puede, aquí, replantear el nivel de sus aprendizajes y buscar la forma de salvar los obstáculos que, más tarde lo conducirán inevitablemente al fracaso.

Los objetivos predefinidos sirven como base para la elaboración de estándares de dominio del conocimiento fijándose como indicadores, que **el alumno pueda resolver como mínimo el 70% de las cuestiones planteadas** para la verificación de cada uno de ellos. Los estándares se dividen en **estándares de contenidos**, es decir todo aquello que el estudiante “debe saber” y **de procedimiento**, o sea lo que debe aprender “cómo hacer”.

1.2.3.1 Estándares de contenidos

I. Revisar los conceptos esenciales de la teoría de las funciones, sus límites y las aplicaciones.

Este requisito es mínimo indispensable como organizador previo ausubeliano, ya que si no existe en la mente del alumno un conocimiento bien arraigado de las **funciones** y de la **teoría del límite de funciones**, es imposible que pueda abordar con éxito la comprensión de las derivadas y la clasificación de puntos a través del cálculo de la derivada en los mismos.

Para efectuar la verificación de este estándar se presenta al alumno una red conceptual para ser completada e interpretada grupalmente y explicada individualmente en la primera etapa del desarrollo de la instrucción.

Del análisis de las interrelaciones encontradas por los alumnos se determina el grado de organización cognitiva que han realizado y puede inferirse el enlace que podrán realizar con los nuevos contenidos. Ningún alumno puede introducirse en el ámbito de las derivadas sin tener un claro concepto de las cuestiones básicas de la teoría de límite y de las funciones, es

decir acreditar el dominio de conocimientos anteriores, que son las cimentaciones para el aprendizaje del nuevo contenido.

Este estándar verifica la acreditación del primer objetivo conceptual.

II. Conceptualizar la derivada para los diferentes tipos de funciones interpretándola como razón de cambios y en forma geométrica.

El estudiante debe comprender el concepto de derivada como límite del cociente entre dos incrementos, es decir entre dos magnitudes que varían en forma relacionada. Debe poder explicar la simbología que la denota y poder definir los nuevos términos incorporados como “incremento de la variable independiente”, “incremento de la función” y “cociente incremental”. Para la acreditación de este ítem el alumno debe ser capaz de:

- ⇒ Exponer los conceptos básicos
- ⇒ Definir la derivada de una función en un punto
- ⇒ Reconocer a la derivada como una nueva función
- ⇒ Resolver ejercicios en los cuales se obtengan las derivadas de diferentes tipos de funciones aplicando las definiciones
- ⇒ Aplicar la derivada en un problema de otra disciplina tomando como modelo el ejemplo motivador que se presenta en la introducción del Módulo.

Debe también poder explicar el concepto geométrico de la derivada y aplicarlo para definir y clasificar puntos ordinarios y singulares de diferentes funciones, señalando derivadas finitas, infinitas y laterales, estableciendo una relación conceptual entre funciones continuas y funciones derivables.

La contestación correcta de los puntos teóricos y la resolución adecuada de ejercicios y de problemas de aplicación, permitirán al docente verificar la apropiación de los nuevos

conceptos por parte del educando, el que estará habilitado para pasar a los temas de mayor complejidad.

Con la acreditación de este estándar se verifica el cumplimiento del segundo, tercer y cuarto objetivo conceptual.

III. Analizar las diferentes reglas de derivación, demostrarlas y aplicarlas para la obtención de derivadas de distinto tipos de funciones

Para acreditar este estándar el estudiante debe poder justificar y demostrar las reglas de derivación de funciones y transferirlas para el cálculo de derivadas de funciones compuestas, e inversas.

El docente otorgará la confirmación de este ítem si los educandos son capaces de resolver con éxito ejercicios de aplicación, desde los sencillos hasta los más complejos, con funciones compuestas, inversas e implícitas. Deberán también poder calcular derivadas numéricas en puntos asignados en cada función y reconocer si las derivadas son funciones continuas o discontinuas, es decir si existen en todos los puntos del dominio de la función dada o si dejan de estar definidas en alguno de ellos, para así asegurar que es un punto singular y, en tal caso, clasificarlo.

En esta etapa de verificación el alumno debe poder transferir los conocimientos adquiridos en la teoría de derivada para resolver problemáticas concretas de otras disciplinas, es decir lograr una aplicación del conocimiento de orden superior para descubrir soluciones alternativas y seleccionar la óptima.

En este estándar se verifica el cumplimiento del quinto objetivo conceptual.

IV. Extender el análisis de la derivada a la diferencial de una función, para comprender la importancia de la diferencial en la resolución de problemas.

El alumno debe recordar, en esta etapa de su aprendizaje de las derivadas, la teoría de infinitésimos, ya vista en la unidad de límite de funciones para, combinándola con la definición de derivada como función, llegar a la conceptualización de la diferencial de una función y su interpretación geométrica. El docente habilita al alumno a continuar con el avance del tema cuando pueda fundamentar qué entiende por diferencial de una función, su relación con las derivadas y con el incremento de la función, transfiriendo y aplicando dichos conceptos a la teoría de errores.

El docente verificará si cada estudiante puede definir a la diferencial de una función, calcularla e interpretar su significado geométrico; asimismo tendrá que poder calcular errores absolutos, medios y porcentuales en problemáticas de aplicación a la física, a la economía, etcétera.

Se comprueba en este estándar el objetivo sexto de los conceptuales.

V. Reconocer que la derivada primera de una función es otra función, que puede ser derivada nuevamente y así adquirir el concepto de derivadas sucesivas o de orden superior.

En este estándar el alumno tiene que identificar claramente a la derivada de una función como una nueva función. Este organizador previo debe estar anclado firmemente en su estructura mental, según lo acreditado en el punto II, ya que es la base del dominio de las derivadas sucesivas o de orden superior y que servirán de pilares de apoyo a la unidad siguiente de aplicaciones de las derivadas.

El docente constatará el grado de dominio de las derivadas sucesivas mediante un test sobre el tema y la presentación de ejercicios de aplicación para que sean resueltos por los alumnos.

Se constata en este estándar el séptimo objetivo conceptual.

VI. Relacionar la teoría de las derivadas con la diferencial de una función para la resolución de problemas y para el desarrollo de las derivadas de funciones expresadas paramétricamente.

El alumno debe lograr un manejo claro de las variables que aparecen en las funciones paramétricas para poder operar con ellas y, sobre todo, derivarlas en forma correcta. Para ello debe traer a su memoria de corto plazo los conceptos de “funciones dadas en forma paramétrica”, de “derivada”, de “diferencial”, los que actuarán como nexos cognitivos de este tema con los conocimientos ya incorporados.

Se verifica en el presente estándar el octavo objetivo conceptual.

1.2.3.2 Estándares de procedimiento

En el ámbito de las habilidades y destrezas, el alumno debe acreditar:

I. Resolver algoritmos mediante la teoría de límite funcional.

En este estándar el docente verifica el grado de destreza de sus alumnos para la aplicación de algoritmos, que permitan obtener las derivadas de distintos tipos de funciones, ya sea aplicando la definición de límite, el cálculo de derivadas en un punto, o las reglas de derivación.

Asimismo se evalúa el grado de habilidades adquirido en la demostración de las reglas de derivación, y en la aplicación de las mismas ya sea en forma manual o mediante el uso del software Mathematica.

En este estándar se constata el primer objetivo procedimental.

II. Algoritmizar las derivadas y trazar las gráficas de las funciones derivadas.

Una vez obtenidas las derivadas por reglas prácticas o por la aplicación de alguna de las definiciones, el estudiante debe interpretar el concepto geométrico de derivada mediante el análisis gráfico, es decir mediante el trazado de las gráficas de las funciones y de sus derivadas, para determinar la pendiente de la recta tangente en distintos puntos y su relación con el comportamiento de la gráfica de la función y de sus derivadas sucesivas.

En el presente estándar se acreditan el segundo, tercer y cuarto objetivo procedimental.

III. Aplicar las derivadas como modelos para la resolución de problemáticas y analizar el comportamiento gráfico de funciones.

El estudiante tendrá que poder resolver problemas reales (de Física, de Biología, de Economía, de Ingeniería, etcétera) mediante la aplicación de las derivadas y el uso de las tablas, graficando las funciones y describiendo su comportamiento. Debe demostrar su destreza en el manejo del Software Mathematica para el análisis completo de la función.

Se verifica aquí el quinto y el sexto objetivo procedimental.

Observación:

Los objetivos actitudinales son verificados en todos los estándares antes explicitados.

El docente, en el trabajo áulico cotidiano, se preocupa por el desempeño de cada estudiante, como individuo, como parte integrante de un pequeño grupo y del curso en su totalidad. En todo momento observa el compromiso y la responsabilidad de los alumnos para con las tareas asignadas, sus hábitos de pensamiento, sus propuestas, sus razonamientos y el proceder frente a las opiniones ajenas, así como también su actitud al defender las posturas que considera válidas.

En este aspecto se valora la actuación del alumno, la participación y el grado de interés demostrado; la presentación en forma y tiempo de las consignas extra - áulicas; la prolijidad y organización del material de estudio, ya sea suministrado por la cátedra o elaborado en forma individual o grupal; la asistencia a las clases de evaluación de estándares y a tutorías y el sentido de pertenencia puesto al servicio de la mejora.

1.2.4 Mediación instrumental

Los **recursos materiales** son sumamente importantes pues tienen múltiples funciones como por ejemplo, apoyar las tareas áulicas, facilitar la internalización de los conocimientos, favorecer la generación de conflictos cognitivos y proporcionar bases para la presentación de alternativas de solución.

1. **Módulo Orientador del Aprendizaje:** La relación docente - alumnos y alumnos – alumnos será guiada, en primer lugar, por la presentación temática por parte del profesor y por el análisis mediante la lectura, interpretación y discusión grupal de dicho material. Este servirá de base a la introducción de los temas. El docente actuará como facilitador del aprendizaje y será un asesor en la adquisición del conocimiento, tanto en la fase instructiva de los estudiantes, es decir mientras se trabaja con el material didáctico, así como también durante la evaluación formativa, la que se realizará en forma continua mediante preguntas, discusión grupal, debate en conjunto y puesta en común, para

detectar errores o falsas interpretaciones, para reconocer falta de comprensión de contenidos.

El Módulo se estructura de la siguiente forma:

- **Introducción a los temas teóricos** mediante un problema motivador que despierte la curiosidad y el interés de los alumnos por el tema y que muestre su utilidad.
 - **Exposición de los contenidos básicos** para el comienzo del estudio de las derivadas, sus definiciones, demostración de reglas, comparación de puntos, etcétera.
 - **Presentación de actividades a realizar por el alumno mediante iconos.**
 - **Tutorial de comandos para resolver aplicaciones mediante el software Mathematica.** En él se presentan los comandos necesarios para hallar derivadas, realizar cálculos con derivadas y graficar las mismas.
2. **Textos específicos de Cálculo:** Según lo expresado en las estrategias detalladas anteriormente, en las ocasiones que el docente considere que el alumno ha incorporado un número de temas importante, realizará un análisis bibliográfico de los mismos con los siguientes objetivos:
- Que el alumno se familiarice con el uso de textos.
 - Que comprenda la importancia de ampliar sus contenidos y profundizarlos mediante una actividad independiente de lectura, comprensión y análisis de libros.
 - Como cada grupo tendrá un texto distinto, deberán luego responsabilizarse por transmitir a sus pares los conocimientos nuevos que se han incorporado y las aplicaciones que les han resultado provechosas.
3. **La computadora:** mediante la aplicación del software Mathematica.

A continuación se muestran el primer *test* de verificación de estándares, los que permiten acreditar contenidos cognitivos - como definiciones y conceptos - contenidos

procesales - como realizar interpretaciones geométricas, demostrar o generar algoritmos para hallar las reglas de derivación, para calcular diferenciales o derivadas sucesivas - y en el aspecto actitudinal - como verificar el grado de compromiso y la responsabilidad puesta tanto en el trabajo grupal como en su actuación individual. Todos los *test* se presentan en el Anexo III.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
 FACULTAD REGIONAL C. DEL URUGUAY
 ANÁLISIS MATEMÁTICO I
 INGENIERÍA CIVIL
 -ACREDITACIÓN DE ESTÁNDAR N° 1-

Nombre:Calificación:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1. Explique el significado de la simbología que se muestra a continuación, es decir enuncie con sus palabras el concepto:

Δx Δy

$\frac{\Delta y}{\Delta x}$

2. La derivada de una función en un punto puede formularse de dos maneras, distintas en su expresión, pero idénticas en su concepto: exprese en símbolos las dos formas de expresarlas y explique la utilidad de cada una de las definiciones.
3. Enuncie la definición de “función derivada”.
4. Aplicándola halle la **función derivada primera** de $f(x) = \frac{2}{x-5}$.

5. Escriba la expresión que permite hallar la derivada como número real e interprétela con un gráfico.

6. Aplicándola encuentre la derivada de la función $f(x) = \sqrt{x-4}$ en el punto $x = 8$.

7. Realice la interpretación geométrica de la derivada y complete:

“La derivada primera de una función en un punto es la pendiente de
.....”

8. Sabiendo que la derivada es un límite dado por: $f'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x}$, complete la siguiente trama con un asterisco donde corresponda:

		Derivada finita Punto ordinario	Derivada infinita Punto cuspidal	Derivada infinita Punto de inflexión	Derivadas laterales finitas y distintas
Límite finito					
Límite infinito	Igual signo				
	Distinto signo				
Límites laterales finitos y distintos					

9. Halle la derivada de la función $\sqrt[3]{x-1}$ en el punto $x = 1$ y clasifique el punto obtenido.

10. Transfiera el concepto de derivada para resolver el siguiente problema:

Un globo esférico está siendo inflado. Exprese la **razón de cambio** de su **volumen** con respecto a su **radio**. Evalúe esta razón de cambio cuando el radio es de 10 centímetros. (Volumen de la

$$\text{esfera: } V = \frac{4}{3} \pi r^3)$$

1.3 DISEÑO PARA LA UNIDAD TEMÁTICA “APLICACIONES DE LA DERIVADA”

De igual manera que en la unidad temática “Derivadas”, se procede en esta unidad a diseñar las estrategias áulicas para la puesta en práctica del modelo didáctico propuesto para la enseñanza y el aprendizaje de las “Aplicaciones de las derivadas”.

Se definen, en primera instancia, objetivos como indicadores de competencias, las que serán verificadas posteriormente mediante *test* de estándares mínimos, para determinar qué grado de dominio han alcanzado los alumnos. Obedeciendo a los objetivos preestablecidos, se divide secuencialmente la unidad en episodios educativos y se planifican actividades que se comportan como orientadoras de la tarea del estudiante y como guía de estudio de cada uno de ellos.

Posteriormente, se establecen los estándares a verificar, tanto en lo relacionado a contenidos conceptuales, así como también a procedimientos y actitudes.

Se elaboran, además, los recursos materiales a utilizar durante el proceso instruccional, tanto para el trabajo áulico, así como también, las actividades extra-áulicas y los instrumentos de evaluación formativa.

1.3.1 Estándares a verificar como parte de la evaluación formativa

Como es el espíritu del diseño, el docente realiza una verificación y un seguimiento continuo del proceso, tal como lo aconseja la implementación de un sistema de calidad. Dicha evaluación, denominada formativa o continua, se realiza mediante la propuesta de estándares como verificación de desempeño, tanto del docente como del alumno.

1.3.1.1 Estándares de contenidos

I. Interpretación del concepto de recta tangente y normal a una curva y descripción del crecimiento de una función según la pendiente de su recta tangente.

Para efectuar la verificación de este estándar el alumno resolverá individualmente el *test* para detectar el nivel de dominio y de transferencia alcanzados. El docente realizará el ajuste de su modelo de instrucción, en caso de resultar necesario.

El alumno deberá:

- ⇒ Comprender el concepto de recta tangente y recta normal a una curva en un punto.
- ⇒ Analizar el paralelismo y la perpendicularidad entre la recta tangente a una curva y otras funciones lineales.
- ⇒ Transferir el concepto de derivada a la pendiente de la recta tangente a la gráfica de una función en un punto.
- ⇒ Analizar el crecimiento y el decrecimiento de función en un punto y en un intervalo mediante la determinación del signo de su derivada primera, o sea de la pendiente de su recta tangente en dicho punto.

Este estándar verifica la acreditación de los dos primeros objetivos conceptuales.

II. Analizar en forma completa el comportamiento gráfico de una función.

Es importante que el alumno transfiera lo estudiado en el tema derivadas resolviendo problemas concretos que contengan a las funciones como modelos matemáticos. Cada

estudiante tendrá que ser capaz de elaborar el modelo óptimo, es decir generar la función que representa a un problema para luego poder darle solución.

Entran en juego aquí conceptos de suma utilidad, como los extremos de una función, que permiten dar respuestas a problemas de: minimizar el costo de una cerca, maximizar el ingreso por venta de un producto, optimizar el diseño de un recipiente, hallar el punto de deformación máxima de una viga, el tiempo óptimo de venta, nivel máximo de contaminación del aire, dimensiones óptimas de un recipiente para gastar la mínima cantidad posible de material, minimización del costo de construcción, etcétera.

Se comprueba en este estándar el objetivo tercero y cuarto de los conceptuales.

III. Conceptualizar las propiedades de las funciones derivables y explicar su trascendencia en la resolución de límites indeterminados.

El estudiante debe comprender el significado de las propiedades de las funciones que admiten derivadas en un intervalo, interpretarlas geoméricamente y aplicarlas a problemáticas diversas.

Para ello debe poder:

- ⇒ Identificar los conceptos básicos que surgen de las propiedades.
 - ⇒ Aplicar las propiedades para el estudio y descripción de las funciones.
 - ⇒ Resolver ejercicios en los cuales se apliquen dichas propiedades.
 - ⇒ Reconocer los puntos del dominio de una función que verifican dichos teoremas.
 - ⇒ Relacionar dichas propiedades con la teoría de extremos absolutos de las funciones.
 - ⇒ Transferir las propiedades a la resolución de límites indeterminados, mediante la aplicación de la regla de L'Hospital.
-

⇒ Distinguir los distintos casos de indeterminación para señalar la estrategia correcta de aplicación de la regla de L'Hospital.

Con la acreditación de este estándar se verifica el cumplimiento del quinto y sexto objetivo conceptual.

IV. Aproximar funciones de cualquier clase mediante la fórmula de Taylor y Mac Laurin.

Para acreditar este estándar el estudiante debe poder justificar y demostrar el polinomio y la fórmula de Taylor, así como también el caso particular de Mac Laurin.

En esta etapa de verificación el alumno tendrá que transferir los conocimientos adquiridos sobre derivadas sucesivas o de orden superior para resolver problemáticas que involucren el polinomio y la fórmula de Taylor o, en el caso de contacto en el origen de coordenadas, el polinomio y la fórmula de Mac Laurin.

En este estándar se verifica el cumplimiento del octavo objetivo conceptual.

1.3.1.2 Estándares de procedimiento

En el ámbito de las habilidades y destrezas, el alumno debe acreditar:

I. Calcular ecuaciones de las rectas tangente y normal a una curva plana y determinar puntos de una gráfica en los que las rectas cumplen condiciones especiales.

En este estándar el docente verifica el grado de destreza de sus alumnos para la obtención de la recta tangente, el cálculo de su pendiente, el análisis de su signo, y la interpretación geométrica de cada uno de los problemas a resolver.

Asimismo se evalúa el grado de habilidad adquirido en la demostración de dichas ecuaciones y en las condiciones de perpendicularidad y paralelismo de las mismas.

Se valorará el dominio del software Mathematica para la interpretación de las variaciones de la función en su dominio y el trazado conjunto de la recta tangente en diferentes puntos.

En este estándar se constata el primer objetivo procedimental.

II. Hallar puntos en los cuales las funciones crecen o decrecen e identificar crecimiento en intervalos.

Con este estándar se observa el grado de dominio en el cálculo de derivadas primeras y sus valores numéricos.

También se evaluarán los algoritmos seguidos para determinar el crecimiento y el decrecimiento de una función en un punto y en un intervalo, así como el nivel de manejo algebraico para resolver situaciones problemáticas.

Con este estándar se constata el segundo objetivo procesal.

III. Graficar funciones mediante el uso de las derivadas para el cálculo de sus puntos extremos y de inflexión, así como la identificación de los intervalos de crecimiento, de decrecimiento y de concavidad y convexidad.

Se constatará en esta etapa si el alumno es capaz de seguir la secuencia de los pasos necesarios para encontrar los puntos que definen características importantes de la gráfica de las funciones; como son los extremos, que se usan en problemas de maximización y minimización, o los puntos de inflexión que determinan la curvatura de la misma.

Se evaluará también el manejo del software para la obtención de estos puntos y la determinación de intervalos de crecimiento, de decrecimiento, de concavidad y de convexidad.

Con este estándar se verifica el tercero, cuarto y quinto objetivo procedimental.

IV. Calcular puntos que verifiquen las propiedades de las funciones derivables y aplicarlas para la resolución de límites indeterminados.

El alumno tendrá que salvar las indeterminaciones de los límites, en cualquiera de sus casos, mediante el uso de la regla de L'Hospital. Esta aplicación de las derivadas permitirá un repaso del cálculo de límites y de las técnicas de resolución.

Acreditará también el uso de estrategias para despejar puntos que verifiquen los teoremas de Rolle, Lagrange y Cauchy en distintos tipos de funciones.

En el presente estándar se acreditan el sexto y séptimo objetivo procedimental.

V. Desarrollar funciones mediante polinomios persecutorios y fórmula de Taylor y comprar las gráficas de las funciones con las de los polinomios hallados.

Se verificará la capacidad para hallar derivadas sucesivas de las funciones y reemplazarlas en la fórmula de Taylor o de Mac Laurin, según el caso.

También se resolverán prácticas mediante el Mathematica para constatar el dominio de los alumnos de las sentencias necesarias para su ejecución.

Se verifica aquí el quinto y el sexto objetivo procedimental.

Observación:

Los objetivos actitudinales son verificados en todos los estándares antes explicitados.

1.4 Conclusión

Cada una de las unidades del trabajo experimental han sido divididas en episodios educativos, agrupando temas afines para poder, no sólo fijar en forma clara y precisa los objetivos a lograr en cada una de las etapas educativas, sino también para poder evaluar los *test* de estándares al finalizar cada una de ellas y así hacer un seguimiento concreto y medible del avance de los estudiantes y el nivel de dominio alcanzado. En cada ocasión se evalúa individualmente a los alumnos para determinar si tienen conocimientos significativos sobre el tema y han adquirido las destrezas necesarias para continuar avanzando, es decir si han conseguido las competencias mínimas requeridas.

El trabajo áulico es guiado por las Actividades, cuyo fin es dar a conocer al alumno qué tarea se realizará en cada clase y organizar sus trabajos. Asimismo, si un día está ausente a clase, puede hacer los puntos desarrollados en forma individual, preguntando las dudas que pudieran surgirle. En cada Actividad se presentan los puntos más importantes y los problemas a resolver por los estudiantes, así como redes que sintetizan contenidos. En ellas se plantean una serie de tareas, ya sea de desarrollo de temas teóricos, de investigación, de resolución de ejercicios, de solución de problemas o de integración de conocimientos. Una Actividad cumple una doble función, de guía organizadora de contenidos y de “*check list*”, o sea de lista de verificación y autoevaluación para el alumno. Al finalizar la Actividad el estudiante debe tener una visión sistémica del episodio educativo correspondiente, que sirve de plataforma para el episodio siguiente. No conviene comenzar con el estudio de la Actividad número dos, sin tener resuelta y comprendida la Actividad uno y aprobado con el mínimo porcentaje establecido, o sea del 70%, el *test* correspondiente, si se quiere lograr aprendizajes significativos, organizar estructuras mentales duraderas, relacionar y secuenciar jerárquicamente contenidos y conquistar un enfoque sistémico de los saberes.

Al finalizar cada Actividad se evalúa el *test* de estándares pertinente para comprobar la eficacia del proceso de enseñanza. Si se detectan dudas o errores generalizados se planifican clases de apoyo para todo el curso; si en cambio, sólo algunos alumnos son los que no han

alcanzado los porcentajes mínimos establecidos - 70% - de puntos correctamente resueltos, ellos deben asistir a tutorías de refuerzo.

Los estándares permiten a su vez al docente modificar las estrategias utilizadas y adaptarlas a las necesidades del grupo - aula, pues son a su vez, indicadores de logro de los objetivos preinstruccionales planteados.

En las investigaciones solicitadas a los estudiantes, áulicas o extra - áulicas, en la elaboración de redes y mapas conceptuales, en la búsqueda bibliográfica llevada a cabo en pequeños grupos, en las exposiciones frente a sus pares, en el manejo de los tutoriales del software Mathematica y la presentación de trabajos realizados con el mismo, se busca dar a los jóvenes herramientas para “aprender a aprender”. El docente enseña a los estudiantes qué instrumentos existen y cómo utilizarlos para estudiar mejor. De esta manera su rol no es sólo el del profesor que enseña Matemática, sino también que piensa en voz alta, que reflexiona con sus alumnos y que muestra como usar elementos para la ayuda en el estudio.

Permanentemente el docente muestra a sus alumnos cómo se piensa estratégicamente, tanto en la resolución de los problemas propios de la asignatura como problemas motivadores que integran conocimiento de otras materias paralelas afines a su futuro título profesional.

Poco a poco el profesor va cediendo la responsabilidad a los estudiantes, para que logren la autonomía que imprescindiblemente requieren los ciclos superiores de su carrera. Esto significa que desde el comienzo de la asignatura, donde se considera al alumno un adolescente, lleno de dudas, de temores, con una base no adecuada del nivel medio, y con muchos obstáculos por salvar; se intenta generar situaciones didácticas o adidácticas que permitan transferir la responsabilidad y el compromiso de la tarea a los alumnos.

En esta devolución del problema a los jóvenes está implícita la aspiración del educador de que sus alumnos logren el desarrollo del conocimiento de orden superior, es decir la aplicación en forma correcta, estructurada y organizada de los conocimientos adquiridos en el momento en que resulten necesarios y una base sólida para la asimilación de nuevos conocimientos durante su actividad profesional.

Seres críticos, con confianza en sí mismos, que sepan autoevaluarse, resolver problemas y criticar positivamente alternativas de solución propuestas por sí mismo o por su grupo de trabajo. Respetar y ser respetado. Confiar y generar confianza. Sólidos conocimientos anclados en su memoria a largo plazo. Todos estos aspectos guían al modelo basado en pautas de calidad y al diseño de cada una de las unidades tomadas para el trabajo experimental.

CAPÍTULO 6

TRABAJO DE CAMPO: ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos en ambos trabajos de campo.

En primera instancia se resumen las conclusiones de la primera experiencia, la que corresponde a la puesta en práctica del modelo didáctico propuesto, en el curso de primer año de la carrera Licenciatura en Organización Industrial que se dicta en la Facultad Regional Concepción del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional, en la asignatura Análisis Matemático.

En segundo lugar se presentan los resultados obtenidos en la validación del modelo, la que se ha efectuado en el primer año de la carrera Ingeniería Civil de la misma institución.

Se establecen además, comparaciones entre los grupos: grupo control contra grupo experimental, en la primera oportunidad; y del curso de Ingeniería Civil contra el de Ingeniería Electromecánica; en la segunda ocasión.

Mediante un análisis estadístico del proceso se muestra que existen diferencias significativas entre la nueva metodología y las estrategias tradicionales de enseñanza utilizadas hasta el momento en la realidad cotidiana del aula y que esta diferencia no es azarosa sino que, por el contrario, se debe al nuevo tratamiento: el modelo didáctico emergente de la investigación.

Asimismo, para realizar un análisis gráfico de la problemática, se utilizan histogramas y polígonos de frecuencias que muestran la forma y el comportamiento de los resultados de la evaluación sumativa, o sea de los parciales. En los dos casos la poligonal obtenida dista mucho de la habitual campana de Gauss y toma la forma de una letra Jota, lo que justifica su nombre: Pedagogía Jota. (Birzea, 1982) Esta forma en la distribución visualiza una mayor cantidad de alumnos con notas elevadas y muy pocos con nota de desaprobación, lo que muestra una perspectiva alentadora y orienta al modelo hacia el éxito.

1.1 Trabajo de campo - Experimentación del modelo

El trabajo experimental consiste en la puesta en práctica del nuevo diseño de estrategias áulicas para la enseñanza de la Matemática en el primer nivel de las carreras universitarias basado en principios y estándares de calidad. El mismo se realizará en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, en el primer año de la carrera Licenciatura en Organización Industrial, la que se dicta durante el segundo cuatrimestre con una carga horaria de diez horas de cátedra semanales.

La experiencia se iniciará el día 14 de octubre de 2004, entre el segundo y tercer parcial de la materia y las unidades temáticas a abordar serán: “Derivada” y “Aplicaciones de la Derivada”.

El curso completo está compuesto por sesenta y un alumnos, de edades comprendidas entre dieciocho y treinta y un años, de los cuales treinta y seis son recursantes.

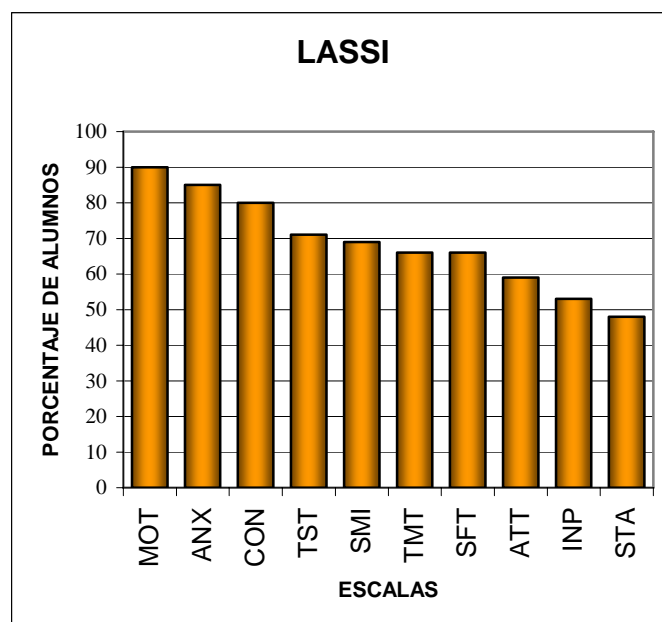
Para la realización de la investigación se dividirá el alumnado en dos grupos, **el de control y el experimental**.

1.1.1 Evaluación diagnóstica: Descripción del grupo - aula en la primera experiencia

En la primera clase, el día martes 14 de septiembre de 2004, se realiza la evaluación diagnóstica de Hábitos y Estrategias de estudio *LASSI*¹¹⁶, para determinar las características del curso.

¹¹⁶ que fue presentada en el párrafo 1.1.1. de la página 254 y explicado en extenso en el Anexo III.

En el siguiente gráfico se vuelcan los resultados obtenidos:



El gráfico de barras, ya explicado en el capítulo referente a Calidad, como una de las siete herramientas utilizadas para detectar las causas de mayor incidencia en un proceso nos permite observar la jerarquización de las mismas ya que se encuentran ordenadas de mayor a menor grado de debilidad.

En primer lugar se advierte que la motivación (MOT) es el ítem de más peso en lo que respecta al fracaso de los alumnos de este curso.

De un total de sesenta y un alumnos, sólo seis se encuentran por arriba del percentil setenta, considerado como nivel mínimo aceptable. Esto resume que el 90% de ellos presenta deficiencias en este aspecto.

En segunda instancia se encuentra la escala que corresponde a la Ansiedad (ANX) en la cuál sólo nueve estudiantes están por sobre el percentil mínimo. Por ello el 85% no alcanza dicho valor.

La tercera causa de aprendizajes defectuosos es la concentración (CON) ya que solamente 12 alumnos alcanzan el mínimo recomendable, lo que implica que el 80% está por debajo del percentil setenta.

En la siguiente tabla se muestran los porcentajes de alumnos que presentan deficiencias:

Motivación	Ansiedad	Concentración	Preparación para exámenes	Selección de ideas Principales
90%	85%	80%	71%	69%

Manejo del tiempo	Autoevaluación	Actitud	Procesamiento de la información	Uso de ayudas para el estudio
66%	66%	59%	53%	48%

1.1.2 Aportes del inventario de estrategias y hábitos de estudio al diseño del modelo de enseñanza basado en principios de calidad

Las estrategias docentes aplicadas en el modelo didáctico para la enseñanza de las unidades de Derivada y Aplicaciones de la Derivada están diseñadas con el fin de **motivar** a los alumnos, acompañándolos y brindándoles el soporte requerido durante toda la cursada, ya que la motivación resultó, en este grupo, el principal factor de inconvenientes en los jóvenes.

1. **Se plantean los objetivos del aprendizaje desde el primer momento**, pues el alumno encuentra motivación al estudiar cuando sabe exactamente lo que se espera obtener del estudio. Una persona esta motivada para hacer cualquier trabajo cuando sabe lo que espera y se da cuenta de por qué debe hacerlo. Es fundamental que se sepa qué se está buscando y lo provechoso que será lograrlo, lo que se consigue determinando lo que debemos comprender durante un evento educativo y cómo esto nos ayudará en nuestro futuro, es decir en nuestra carrera y nuestra vida profesional.

Según Torshen en su teoría “La Instrucción basada en las Competencias”¹¹⁷ la presentación de los objetivos da al alumno una visión clara de lo que se aspira con la instrucción y de los que el docente espera de él. Los objetivos pedagógicos son indicadores de competencia y están fuertemente relacionados con los estándares a acreditar en una etapa posterior a la enseñanza. Este es un de los pilares de la *pedagogía de dominio*, entendiéndose como tal aquella que considera al “*dominio*” como “el cumplimiento efectivo de los objetivos de aprendizaje por los alumnos”. El *dominio* es entendido como la realización de una actividad con el nivel de rendimiento previsto, por lo que debe ser definido mediante objetivos pedagógicos claros y precisos y expresado por intenciones educativas planificadas.¹¹⁸

2. **Se trabajará en la “Zona de desarrollo próximo” de cada uno de los estudiantes** y, tanto el profesor como los mismo estudiantes, interactuarán en la resolución de actividades grupales para la discusión de conceptos, la interpretación de definiciones, la explicación de la simbología matemática y el debate acerca de las aplicaciones a problemáticas concretas.

Posteriormente el docente realiza una identificación de diferencias individuales de aprendizaje mediante los *test* para acreditar estándares, lo que permite una permanente retroalimentación tanto para las prácticas del docente como para asegurar la calidad del proceso de aprendizaje del alumno. Estos brindan la base para el avance temático o para implementar una pedagogía correctiva con el fin de garantizar para todos el nivel de dominio previsto. Esta implementación de medidas correctivas pretende evitar el fracaso en las evaluaciones sumativas o globalizadoras y se transforman, por lo tanto, en medias preventivas.

3. **El docente evaluará en forma continua el nivel de organizadores previos existentes** en las estructuras cognitivas de sus alumnos para implementar todas las

¹¹⁷ Birzea, C. 1984 a. La pedagogía del éxito. Barcelona: Gedisa. (pág. 43 - 44)

¹¹⁸ Birzea, C. 1984 b. La pedagogía del éxito. Barcelona: Gedisa. (pág. 70)

medidas correctivas que resulten pertinentes y lograr que ellos reconozcan la utilidad de anclar la nueva información en los esquemas anteriores. Ningún alumno abordará un tema nuevo sin haber identificado su nivel de conocimientos pasados pues es la única forma de que pueda incorporar contenidos significativamente y se evite la falta de comprensión que genera la desmotivación.

La revisión de estructuras mentales existentes antes de abordar la solución de un conflicto cognitivo asegura un *nivel mínimo de dominio* para cada alumno. Esto se hará en el inicio de cada grupo temático nuevo mediante una red conceptual, preguntas y situaciones problemáticas sencillas a resolver por los estudiantes. Las mismas serán corregidas en el aula, con la intervención de los educandos para que realicen aportes y reconozcan sus errores. De esta manera cada alumno tendrá una devolución de su tarea para detectar las necesidades de **asistir a instancias educativas complementarias**.

4. **El docente estará muy atento al grado de avance del curso en general y de cada alumno en particular** mediante el seguimiento en el aula y la corrección de trabajos extra áulicos, lo que permitirá un acercamiento individual trascendental para identificar posibles causas que interfieren en el aprendizaje y advertir las diferencias entre los alumnos.
 5. **Los alumnos tendrán una primera aproximación a los temas mediante el uso del material didáctico preelaborado por la cátedra**, lo que significa tener una forma sencilla y ya estructurada de abordar los temas. Esa mediación instrumental facilita la tarea, lograr consensuar la simbología matemática y genera una base para los conflictos cognitivos. En el Anexo I se adjuntan los Módulos Orientadores del Aprendizaje para el desarrollo de cada una de las unidades temáticas. Cada alumno contará con dicho material.
 6. **Terminada la etapa de análisis del material de apoyo, los alumnos tendrán la responsabilidad de transferir lo aprendido para la interpretación y**
-

comprensión de libros de texto lo que le permitirá complementar y ampliar sus conocimientos y debatir en conjunto con sus pares la información brindada por diferentes autores. El docente verificará el trabajo la bibliografía sugerida.

7. **Cada alumno será sometido en forma periódica a un test para verificar los estándares previstos**, los que forman parte de la evaluación formativa, junto con las herramientas de detección de contenidos previos. Ningún estudiante podrá avanzar al tema siguiente si no ha resuelto el 70% de las actividades en forma correcta.
8. **Los tests para acreditar estándares serán considerados como desaprobados o aprobados**. Los segundos serán a su vez jerarquizadas como “aprobados con el nivel mínimo de dominio” (los que alcancen el 70%) o aprobados superando el nivel mínimo de dominio” (los que superen el 80%).

Esta evaluación mediante estándares pretende aumentar la **motivación** del alumno, pues permite que cada estudiante conozca su situación y descubra tanto sus fortalezas como sus debilidades. Además evita el avance de los alumnos sin los contenidos previos requeridos, permitiéndole mediante situaciones áulicas complementarias salvar dichos obstáculos lo que hace que no se desmoralice frente al compañero más aventajado. El alumno que acredita los estándares superando el dominio mínimo exigible tendrá la oportunidad de realizar actividades extras que enriquezcan su instrucción y de avanzar a su propio ritmo llegando a obtener niveles más altos de aprendizaje.


En cuanto al ítem **ansiedad**, la evaluación de estándares permite que los educandos vayan conociendo la metodología de evaluación, aprendiendo a **interpretar consignas** y a **expresar en forma correcta sus respuestas**. El alumno sabe que la evaluación mediante *test* sólo implica una instancia para corroborar su nivel de conocimientos y que en nada involucra la desaprobación de la materia. Si no alcanza el 70% demandado para poder continuar con el desarrollo temático, tendrá la oportunidad de asistir a tutorías o clases de apoyo obligatorias hasta que logre salvar los obstáculos. Sólo podrá rendir el examen parcial aquel alumno que



haya acreditado los seis estándares de la unidad de derivada, lo que indica que ha alcanzado un nivel de contenidos mínimo exigible para tal fin. Esto hace que se familiarice con la metodología de evaluación, generando un sentimiento de confianza y un pensamiento positivo frente a las tareas académicas.

La mejora en los porcentajes de la escala de **concentración** está íntimamente ligada con el logro de la motivación, pues el alumno debe sentir curiosidad e interés por lo que está estudiando. El docente tratará de relacionar los contenidos temáticos con aplicaciones concretas de la vida cotidiana y de la futura profesión para mostrar la aplicabilidad de los mismos. El interés es, además, una consecuencia del conocimiento, sólo se despierta el deseo de aprender y se logra una verdadera concentración si se comprende significativamente lo que se está estudiando y se lo puede anclar firmemente con contenidos previos modificando en forma sustancial nuestra estructura cognitiva. El repaso de contenidos anteriores es imprescindible para el abordaje de los nuevos temas y es muy útil en estos casos.

El profesor debe también ayudar a sus alumnos a organizar sus conocimientos y el material de apoyo que consultan, informando a los estudiantes la secuencia de los contenidos para que puedan seguir el desarrollo de la clase y de las ideas principales que se le transmiten ligándola con sus saberes y con los temas estudiados.

Si un alumno no organiza o planifica su estudio y la forma mediante la cual afrontará su trabajo, difícilmente llegará al éxito en el aprendizaje. Es decir que no existe una adecuada concentración y verdadera atención sin organización. El material, los contenidos y los pensamientos deben organizarse en forma lógica para ser interpretados y aprendidos en profundidad.

El comienzo de la instrucción mediante los **Módulos Orientadores del Aprendizaje**, tiene como fin dar un instrumento que guía al alumno durante su proceso de aprendizaje y lo organiza en su labor mediante el uso de iconos. Estas imágenes están relacionadas con las actividades propuestas, como por ejemplo el **signo de pregunta (?)** implica una cuestión a investigar, reflexionar, buscar y responder; el **portalápices** () implica una actividad

eminentemente práctica con ejercicios o problemas de aplicación referidos a un tema; el icono de **reciclar** () indica que es el momento de abordar problemas integradores de los temas anteriores lo que permitirá tener una visión global del mismo y obligará al repaso y nuevo estudio de lo que no se ha entendido. Asimismo la **imagen de una computadora** () indica la presencia de ejercicios para resolver mediante el uso de un software específico. El lenguaje icónico sirve para que el estudiante conozca las intenciones del docente en cada tarea planteada y le brinda un material organizado básico para luego pasar a la investigación en libros de texto y transferir conocimientos.

La **concentración** y la **motivación** son dos fuerzas que van de la mano en la búsqueda del aprendizaje significativo. El estudiante que se interesa por lo que aprende puede concentrarse con mayor facilidad y es menos disperso.

La cuarta escala en orden decreciente de dificultad es la relacionada con **las estrategias usadas por los alumnos para prepararse para los exámenes** (TST). De los sesenta y un alumnos del curso sólo 18 considera que sabe cómo encarar una evaluación y tiene un buen desempeño en dichas instancias. Esto implica que el 71% de los jóvenes no sabe como afrontarlas, no sabe interpretar consignas, no tiene una expresión oral o escrita acorde con el nivel exigido y no tiene un plan efectivo para rendirlos. Aquella falencia se relaciona con la ansiedad antes analizada y la verificación de estándares por medio de evaluaciones formativas previas a la evaluación parcial dará a los alumnos la oportunidad de que conozcan las características de las mismas y aprendan a resolverlas con éxito.

En lo que respecta a las estrategias de los alumnos para **detectar las ideas principales** de un texto, el *test LASSI* indica que el 69% de ellos no es capaz de identificar las cuestiones relevantes y dispersa su atención en cuestiones secundarias. El estudio dirigido en el aula y la evaluación formativa contribuirán a que los estudiantes mejoren sus habilidades en este punto. El docente enseñará a extraer en cuadros, tablas o redes las ideas troncales de un tema para que sean visualizadas con claridad y el alumno completará posteriormente estos cuadros con información propia.

En los otros ítems se observa que el 66% de los alumnos no **administra bien su tiempo** de estudio por lo que el docente tendrá que adecuar permanentemente las actividades áulicas y planificar en forma realista los eventos educativos y los plazos para cada uno de ellos. Esto se realizará en forma continua durante la instrucción.

El 66% de los estudiantes presenta deficiencia en sus **métodos de autoevaluación**, el 59% tiene un nivel bajo de aspiraciones y una actitud negativa, el 53% no sabe **procesar la información** que se le presenta para alcanzar el aprendizaje significativo y el 48% no sabe elaborar **herramientas de apoyo** al estudio como cuadros, mapas conceptuales, gráficos, resúmenes, etcétera.

El diseño de la instrucción y las estrategias áulicas pretenden que mediante:

- ⇒ la presentación de objetivos desde el comienzo de cada clase,
- ⇒ la iniciación del estudio dirigido por el material de apoyo,
- ⇒ la transferencia de conocimiento para la interpretación de bibliografía sugerida por el docente,
- ⇒ las exposiciones de los estudiantes a sus compañeros,
- ⇒ la discusión grupal y el debate en conjunto,
- ⇒ la evaluación individual formativa y las medidas correctivas que se vayan implementando para salvar obstáculo y evitar errores,
- ⇒ la acreditación de estándares previo al avance de los alumnos a temas de mayor complejidad para determinar el *grado de dominio* alcanzado,
- ⇒ el entrenamiento de los alumnos para rendir exámenes,
- ⇒ la corrección de los trabajos áulicos, ya sean herramientas de diagnóstico pre-instruccionales o ejercicios y resolución de problemas post-instruccionales que sirvan de *feedback* para las prácticas de enseñanza, es decir para el docente, y para las actividades de aprendizaje, o sea de los alumnos, se mejoren los porcentaje y

mayor cantidad de educandos alcancen los niveles mínimos exigidos para la promoción de la materia y adquiera conocimientos, estrategias y hábitos de estudio elevándose la cantidad de estudiantes contenidos por sobre el percentil setenta, tomado por la cátedra como límite inferior de satisfacción.

Luego de realizada la experiencia instruccional se recabarán nuevamente datos de ambos grupos, el control y el experimental, para comparar los logros en el cumplimiento de los objetivos específicos, es decir relacionados con la adquisición de contenidos matemáticos y en la obtención de las competencias previstas.

Mediante la acreditación de los estándares basados en principios de calidad, propuestos en el diseño, cada alumno tendrá una permanente **evaluación de desempeño durante el proceso de enseñanza y aprendizaje** tendiente a evitar el fracaso y asegurar la calidad final de la instrucción. El parcial, como **evaluación sumativa e integradora de competencias** complementará la valoración de las mejoras en las características cognitivas y procedimentales de los alumnos dando lugar a las conclusiones correspondientes, a la validación del diseño o a la planificación e implementación de medidas correctivas.

1.1.3 Resultados de la evaluación sumativa

Previo al inicio de la experiencia con el nuevo modelo didáctico, los alumnos del primer año de la carrera Licenciatura en Organización Industrial habían ya rendido dos parciales. El primero correspondiente a las unidades uno y dos del programa, es decir “conjuntos numéricos” y “funciones” y el segundo correspondiente a la “teoría de límites”.

En el **primer parcial** fueron examinados 69 alumnos de los 75 inscriptos en el curso. De ese total aprobaron el parcial con nota de promoción, es decir 6 o más (considerando a 6 como la nota mínima requerida para estar en condiciones de promocionar) 34 alumnos. Esto equivale al 49%. En el recuperatorio de dicho parcial alcanzaron nota de promoción (6 o más) 3 alumnos, o sea el 4%. Regularizaron con nota superior a 4, 13 estudiantes (19%) y no alcanzaron la aprobación (nota inferior a 4) 19 de ellos (28%).

En el **segundo parcial**, fueron examinados 57 alumnos resultando con nota 6 o mayor, 16 de ellos (28%), y en el recuperatorio correspondiente 11 (19%). Lograron nota 4 o superior, 16 alumnos (28%) y resultaron desaprobados con nota inferior a 4, 16 estudiantes (28%).

Se observa que al haber avanzado la materia, la complejidad de los temas se incrementó y el porcentaje de promocionados en la primera instancia se redujo del 49% al 28%. También aumentó el número de alumnos que fueron a recuperatorio en este segundo examen, y en esta instancia alcanzaron nota de promoción el 19%. Al haber disminuido la cantidad de alumnos con nota mínima de promoción, aumentó la cantidad de regularizados de 19% a 28%, manteniéndose estable la cifra de desaprobados.

Resumiendo:

Parcial uno y su recuperatorio		
Examinados	69	
Promocionados en parcial	34	49%
Promocionados en recuperatorio	3	4%
Regularizados (entre 4 y 6)	13	19%
Desaprobados (menos de 4)	19	28%

Promocionados en total: 53% aproximadamente.

Parcial dos y su recuperatorio		
Examinados	57	
Promocionados en parcial	16	28%
Promocionados en recuperatorio	11	19%
Regularizados (entre 4 y 6)	16	28%
Desaprobados (menos de 4)	16	28%

Promocionados en total: 47%.

Se observa que el total de alumnos que resultaron promocionados en el segundo parcial fue menor que en el primero, ya que la cifra descendió del **53%** al **47%**. Además es importante destacar que hubo una cantidad mayor de estudiantes que requirieron del recuperatorio para alcanzar la promoción. En el parcial uno, promocionaron mediante recuperatorio el **4%** y en el parcial dos el **19%**.

Una vez evaluado el parcial dos, se comenzó con el trabajo de campo dividiendo al grupo en dos partes mediante un sorteo aleatorio. Se realizó un listado completo de los alumnos en Excel adjudicándose a cada uno el número de orden correspondiente y, mediante una tabla de números aleatorios, se seleccionó al grupo experimental. Una vez informados los estudiantes de la situación, se les permitió que pudiesen cambiar de grupo, si tenían una razón que justifique tal actitud, solicitándoles que consigan otro estudiante que los reemplace para que ambos grupos tengan un número semejante de alumnos.

Según el sorteo los grupos quedaron conformados de la siguiente manera:

Grupo control: 36 alumnos – 21 recursantes y 15 ingresantes.

Grupo experimental: 33 alumnos – 18 recursantes y 15 ingresantes.

Una vez realizada la consulta a los chicos permitiéndosele el pasaje de un grupo a otro y la reacomodación según cuestiones justificadas, los grupos quedaron conformados por:

Grupo control: 35 alumnos – 20 recursantes y 15 ingresantes.

Grupo experimental: 33 alumnos – 19 recursantes y 14 ingresantes.

1.1.4 Observaciones y conclusiones

Revisando la asistencia que se ha tomado en cada una de las clases, después del 04 de noviembre, fecha en la que se entregaron las notas del recuperatorio del segundo parcial, nueve alumnos dejaron de cursar la materia, pues no alcanzaron la nota de promoción.

Los alumnos que regularizan la asignatura, ya no pueden volver a cursarla al año siguiente para intentar promocionarla. Deben esperar que la misma se venza por tiempo o desaprobar 4 veces mediante examen final. Para evitar esta espera, dejan de cursarla, quedan libres por faltas y pueden, al no regularizar, inscribirse nuevamente al año siguiente. De esta forma pierden menos tiempo y tiene la oportunidad de aprobarla por promoción el año siguiente.

Por el motivo explicado nueve alumnos del grupo experimental dejaron de asistir a clases, según muestra la siguiente tabla:

ALUMNO	Parcial 1	Rec. Parcial 1	Parcial 2	Rec. Parcial 2
BIDONDO, MARIO	2,5	3,5	ausente	1
BONDAZ, ENRIQUE	4	3,5	4	ausente
DE MIGUEL, NORBERTO	3	3	1	3
HEIN, MARÍA	5	4	2	ausente
HEUBACH, NADIR	6	4	1	ausente
OSUNA, JORGE	3	2,5	1	ausente
RODRIGUEZ, PEDRO	1	ausente	1	ausente
TORRES POLO, GERVASIO	2,5	1	1	ausente
TURIN, ROBERTO	4	3	1	ausente

Es evidente que la mayoría de ellos tomó la decisión de dejar de cursar la materia antes del recuperatorio del segundo parcial, ya que estuvieron ausentes al mismo.

Al entrevistar a algunos de ellos, que continuaban cursando otras asignaturas y que fue posible encontrarlos en la Facultad, todos respondieron con el mismo argumento y expresaron el deseo de que la división en dos grupos menos numerosos y la atención personalizada debiera haber comenzado al principio del cuatrimestre.

Esto significa que cuando se inicia el trabajo experimental y se aplica el nuevo modelo basado en calidad, muchos de los estudiantes ya habían definido su futuro por las notas logradas en los dos primeros parciales y sus correspondientes recuperatorios. Esto fue motivo de deserciones en el grupo experimental por causas ajenas al diseño.

El nuevo modelo basado en pautas de calidad incluye la revisión de contenidos previos como premisa de partida para el abordaje de cualquier tema nuevo y la concientización de los jóvenes acerca de la importancia que reviste este hecho. El obligarlos a traer a la memoria activa todo aquello que deben tener presente para la comprensión significativa de un concepto nuevo, fue una de las tareas con las que se inicia cada una de las clases. Sabiendo, según el diagnóstico que los estudiantes no leen, ni repasan lecciones anteriores antes de ir a clase, es tarea del docente elaborar actividades de revisión mediante cuadros, coloquios, redes conceptuales, o cualquier otra herramienta que muestre qué y cuáles son los contenidos pasados imprescindibles.

Las redes conceptuales propuestas por el docente y completadas por los alumnos dan pie a la discusión de temas anteriores y permite detectar a aquellos que no los recuerdan, que no los comprendieron y que deben esforzarse para lograrlo. Si dentro de sus esquemas cognitivos no aparece afianzado el concepto de límite de una función y los distintos casos que pueden presentarse, el alumno jamás podrá construir nuevos esquemas mentales o modificar mediante acomodación sus estructuras cognitivas. Asimismo, se muestra al estudiante una herramienta que puede usar e incorporar a sus técnicas de estudio, y si ya la posee puede mejorarla o ayudar a sus pares en la tarea, actuando, según la postura de Vigotsky, en la zona de desarrollo próximo de sus compañeros.

Con el mismo objetivo, cada una de las clases se comienza con una revisión de temas anteriores. Se divide el pizarrón y se deja en el lateral derecho una parte en la que se escribe el título “Para recordar”. Allí se sintetizan los conceptos previos necesarios para iniciar el nuevo tema, se hacen cuadros sinópticos, pequeñas redes conceptuales, se escriben definiciones simbólicas, etcétera. Esta parte del pizarrón contiene y muestra a lo largo de toda la clase, ya que no se borra, los ideas principales a rescatar y se hace referencia permanentemente a las nociones allí exhibidas.

Esta modalidad obliga a que los estudiantes se ubiquen en el tema, repasen lo dado anteriormente y, sobre todo, aquellos que estuvieron ausentes en la clase anterior adquieran

una idea de lo dado. En las conversaciones con los estudiantes se detectó que cuando faltan no estudian ni leen lo dado ese día y no resuelven las actividades realizadas. Es un problema generalizado, la falta de conciencia y responsabilidad frente a este hecho. Si están ausentes un día pierden un cúmulo de contenidos importante, ya que cada clase consta de tres horas cátedra, lo que equivale a dos horas y quince minutos de reloj, tiempo en el que desarrollan muchos temas y se resuelven ejercicios y problemas, los que son básicos y fundamentales para los contenidos siguientes. Al preguntárseles el por qué de esta falta de interés o de compromiso, argumentan que no tienen tiempo de dedicarse a la asignatura como quisieran, pues la mayoría de ellos cursa materias de segundo año, en el caso de los recursantes o las materias propias del primera año, para los ingresantes y esto les pide un nivel de exigencia que no pueden cumplir. Algunos han faltado justamente porque tienen parciales de otras asignaturas y dedican esos últimos días al estudio para dicho parcial pues de lo contrario no llegan a ver todos los contenidos.

Este es un problema que cualquier docente debe tener en cuenta al planificar sus clases, pues la realidad en el aula muestra que los alumnos que faltaron a la clase anterior desconocen lo que se dio. Se debe siempre introducirlos en el nuevo tema haciendo previamente un repaso de los conceptos imprescindibles y si se detectan casos que no los han visto, implementar medidas de corrección y superación de este obstáculo.

Si un alumno está ausente a una clase se le indica cuáles fueron los puntos de la actividad que se hicieron y hasta dónde se avanzó ese día. Se le pide resuelva todo los puntos indicados y que los presente para su corrección, de esta forma se lo obliga a estudiar los temas y a resolver los ejercicios y problemas que de mínima debe saber.

Si los alumnos no pueden abordar el problema solos, pueden asistir a las tutorías planeadas en horario fuera de clases, para que el docente los ayude en la tarea.

Uno de los obstáculos encontrados en esta experiencia ha sido la coordinación de las actividades cuando existen alumnos que estuvieron ausentes a clase. Exige ésto un fuerte

compromiso del profesor para seguir de cerca a los alumnos, ya que ellos no tienen aún la responsabilidad, ni el espíritu de sacrificio que el nivel universitario impone. El estudiante falta, no lee ni pregunta que se dio en ese día y a la clase siguiente se sienta en su banco sin ningún sentimiento de culpa y espera que el docente cubra esta falencia con una estrategia mágica. Esta es una dificultad que en muchas oportunidades, por falta de tiempo, o por el gran número de alumnos, el profesor no tiene en cuenta, no valora, y a veces ni detecta.

Si se continúa con un tema nuevo, basado en las nociones de las clases anteriores, en las que el chico no estuvo, es como hablar en un idioma ilegible para él. No sólo desconoce lo anterior, sino que no comprende nada de lo que se está diciendo ni explicando, lo que agrega más inconvenientes a su aprendizaje. El final de esta historia es por todos conocido, el alumno acumula dudas y más dudas, las que lo guían a un estado de desinterés, desmotivación y la frase muy popular “no entiendo nada”. Esto finaliza con la deserción.

El alumno de primer año no tiene la madurez ni la responsabilidad necesarias para ponerse al día con sus estudios y esto también surge de las respuestas del *LASSI*, donde una de las causas de frustración y desmotivación es no poner esfuerzo y sacrificio en sus tareas. El facilismo de decir “no entiendo”, “no me gusta”, “no me acuerdo” está presente cotidianamente en este nivel.

Hablando con los jóvenes que han estado ausentes a alguna de las clases, ellos reconocen que están obrando mal, que es falta de compromiso no indagar que se dio en las clases y estudiarlo y que no es obligación del docente salvar esta dificultad, pero aún así argumentan que no tienen tiempo para llevar todas las materias al día y que eso genera esta irregularidad.

Es, de todas maneras una causa de fracaso a tener en cuenta si se desea rescatar a la mayoría de los jóvenes. Resulta necesario primero resolver el problema en el aula mediante la revisión y el uso de estrategias que permitan relacionar el tema del día con lo visto en la clase anterior y en segundo lugar convencer a los alumnos de que esto los perjudica enormemente y

formar en ellos la responsabilidad de preocuparse por cubrir los contenidos del día en que estuvieron ausentes.

Resulta muy beneficiosa la verificación mediante evaluaciones continuas el nivel de dominio de los alumnos de cada uno de los temas o grupos temáticos. Cada evaluación está diseñada y planificada para comprobar si cada estudiante alcanza los estándares mínimos de aprendizaje. En el caso de acreditar el estándar un alumno puede continuar con el avance de las unidades y de no hacerlo debe asistir a tutorías donde se le brinda una enseñanza individual, se le permite preguntar todas sus dudas, se revisan los conceptos teóricos y se le asignan problemáticas para resolver que complementen las ya realizadas, se corrigen las tareas hechas en las carpetas y se terminan puntos de las actividades que el alumno no es capaz de resolver solo.

El docente puede, de acuerdo al número de alumnos que necesitan tutorías, determinar la magnitud del problema y ver si hace falta una clase de apoyo para todos, es decir rever el tema en forma general con todo el curso, o si solamente se requiere una ayuda para pocos estudiantes que no alcanzan el nivel deseado de dominio de cada tema.

La realización de tutorías para aquellos que no alcanzaban el nivel de sus compañeros, es decir que no lograban resolver en forma satisfactoria el 70% de las actividades propuestas en cada *test* de medición del estándar, da a los estudiantes la posibilidad de lograr la equidad y tratar de salvar las diferencias existentes en sus estilos de aprendizaje, sus tiempos, o su nivel de contenidos previos.

1.1.5 Análisis estadístico de resultados

Se considera como población a todos los alumnos que cursan Análisis Matemático I en las carreras de nuestra Facultad Regional Concepción del Uruguay, de la Universidad Tecnológica Nacional. Para optimizar el rendimiento de los alumnos, se aplicarán dos

procesos instruccionales diferentes, el tradicional y el que se basa en el modelo didáctico emergente de la investigación.

Tomando un diseño de dos muestras independientes, se ha tomado el curso de primer año de la carrera Licenciatura en Organización Industrial, por ser el único que dicta la asignatura completa en el segundo semestre y se lo divide mediante sorteo aleatorio en un grupo control y un grupo experimental, según lo explicado en el Capítulo 6, página 327.

Para determinar si existe diferencia significativa entre las notas obtenidas en el parcial tres por los alumnos del grupo control, en el que se ha aplicado la metodología tradicional de clase y del grupo experimental, en el cual se ha empleado el modelo basado en pautas de calidad, se realiza una prueba de hipótesis acerca de la diferencia entre las medias de los dos grupos. En este caso, por ser muestras pequeñas, es decir con menos de treinta individuos cada uno, se utiliza la distribución *t* de *Student*, bajo la suposición de que las notas de la población presentan una distribución normal.

Las tablas que se adjuntan en el **Anexo VI - tabla 1 y tabla 2** - muestran las notas obtenidas por los estudiantes, en la evaluación sumativa, es decir el parcial correspondiente a las dos unidades temáticas tomadas para la experiencia de campo. Sus promedios han sido 4,46 para el grupo control y 6,47 para el grupo experimental.

La hipótesis establecida es que “el promedio del parcial de los alumnos del grupo experimental es mayor que el promedio general del grupo control”.

Se simboliza con μ_1 al promedio de notas del grupo experimental, en el que se ha implementado el modelo didáctico de calidad y con μ_2 al promedio del grupo control.

Hipótesis nula: $H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$

Se considera que no existe diferencia significativa entre las medias de los grupos.

Hipótesis alternativa: $H_1 : \mu_1 > \mu_2$

Se establece que sí existe diferencia entre los promedios de ambos grupos, siendo el promedio del grupo experimental mayor que el del grupo tomado como control.

En la tabla se muestran los valores característicos de cada grupo:

	Tamaño	Promedio	Desviación estándar
Grupo experimental	$n_1=17$	$\bar{X}_1=6,47$	$s_1=2,18$
Grupo control	$n_2=26$	$\bar{X}_2=4,46$	$s_2=2,36$

El estimador de varianza combinada es:

$$s^2 = \frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2} = \frac{16 \cdot 4,75 + 25 \cdot 5,57}{17+26-2} = 5,25$$

El estadístico de prueba es:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{s^2 \cdot \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} = \frac{6,47 - 4,46}{\sqrt{5,25 \cdot \left(\frac{1}{17} + \frac{1}{26} \right)}} = 2,81$$

Entrando en la tabla t con 41 grados de libertad y un nivel de significación $\alpha=5\%$, el valor de t que deja a la derecha el 5% del área de la campana que representa a la distribución es: $t_{41} = + 1,683$.

Si queremos hacer una estimación con un 99% el valor de t es: $t_{41} = + 2,421$.

Se evidencia que el estadístico de prueba está contenido en la zona derecha de rechazo de la hipótesis nula, por lo que, según la evidencia muestral se puede rechazar la misma.

Esto implica que si existe diferencia en los promedios de ambos grupos y que las mismas no son debidas al azar.

Conclusión: Podemos asegurar con un 95% y hasta con un 99% de confianza, que la diferencia entre los promedios del tercer parcial, de los alumnos del grupo control y del grupo experimental son significativas, en ventaja del grupo del experimental y atribuibles al nuevo modelo aplicado.

Asimismo, en el grupo control de LOI, promocionaron 9 alumnos de un total de 26, lo que da un **coeficiente de promoción** de 0,35, mientras que en el grupo experimental el mismo fue de 0,76, ya que promocionaron 13 estudiantes de 17.

1.1.6 Análisis de la Encuesta realizada al grupo experimental

A los alumnos que formaron parte del grupo experimental se les pidió que contestaran una encuesta para conocer su opinión acerca de la nueva metodología de enseñanza utilizada durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de las Derivadas, en lo que respecta a la distribución de tiempos, a la implementación de tutorías, al cumplimiento en tiempo y forma con la entrega de trabajos extra-áulicos -Anexo IV-.

Todos los alumnos estuvieron de acuerdo con la nueva metodología de verificación de estándares, considerándola beneficiosa por razones diferentes expuestas en la respuesta dos - Anexo VI. La mayoría considera que la cantidad de prácticas resueltas en el pizarrón fueron suficientes, que la teoría se desarrollo con estrategias que le permitieron entenderla, que manejaron el tiempo en forma adecuada y que pudieron realizar y entregar las tareas extra áulicas sin problemas. No hubo en ningún caso sugerencias que se opongan al modelo didáctica usado.

1.1.7 Conclusiones de la experiencia de campo: propuestas de mejora

FORTALEZAS:

1. Se cuenta con una herramienta de diagnóstico para conocer las características del grupo – aula, no sólo en lo que concierne a conocimiento matemáticos, sino también a hábitos, actitudes y técnicas de estudio.
2. Se puede elaborar un plan de acción para atacar las causas de mayor incidencia de fracasos teniendo una base que permite ponderarlas.
3. Se determinan contenidos de acuerdo a las necesidades del alumno, a las exigencias de las materias de los cursos superiores y al perfil de su futuro título.
4. Se establece un orden jerárquico, para el caso de la Matemática, en la distribución de contenidos en los diferentes episodios educativos.
5. Se explicitan objetivos de cada episodio educativo de acuerdo a diagnósticos previos.
6. Se planifican estrategias didácticas para ayudar al alumno en su transición y adaptación al nuevo nivel.
7. Se repasan todas las clases los organizadores previos.
8. Se muestran las relaciones y secuencias de los temas usando cuadros, redes, etcétera. Esto no sólo favorece la asimilación de contenidos conectándolos con los que el alumno “ya sabe” sino que también enseña a elaborar y utilizar herramientas facilitadoras del estudio.
9. Se permite que el alumno, dentro de sus posibilidades comience a elaborar sus propios esquemas de conocimiento y a adquirir pensamiento estratégico y crítico.
10. Genera en los estudiantes autonomía en el procesamiento de la información.
11. Se corrigen todas las actividades propuestas para corroborar sus resultados y evaluar los mecanismos de resolución. Ésto hace que el estudiante no fije en sus esquemas mentales soluciones incorrectas o interpretaciones erróneas, creyéndolas verdaderas.
12. Se controla mediante la evaluación de estándares mínimos los avances de cada uno de ellos.

13. Se permite que los que alcanzan y superan dichos estándares continúen con el desarrollo de contenidos, mientras que no lo han logrado deben asistir a clases de refuerzo para gozar de las mismas oportunidades de aprender, manteniendo así la equidad en la instrucción.
 14. El docente tiene un *feedback* permanente para evaluar la marcha del proceso de enseñanza y aprendizaje pudiendo realizar ajustes como medidas preventivas y no como correctivas.
 15. El estudiante cuenta con evaluaciones periódicas que, sin significar la aprobación o desaprobación de la materia, es decir que no ponen en juego su nota final, sirven de ensayos de exámenes. Esto los beneficia ya que aprenden a rendir, a administrar sus tiempos, a leer e interpretar consignas y disminuyen así su ansiedad frente a las pruebas.
 16. Los obliga a llevar la teoría al día, estudiándola junto con la práctica; pues los *test* de evaluación de estándares son integradores de conocimientos. De lo contrario, como ellos mismos lo aseguran en las encuestas, mecanizan sólo la práctica dejando la teoría para la fecha del parcial, momento en el cual el tiempo no les alcanza para estudiarla.
 17. No se separa la teoría de la práctica, ni en el aula, ni en las evaluaciones lo que permite que los alumnos razonen con un enfoque sistémico, relacionando ambas partes y con temas anteriores, ya sean teóricos o prácticos.
 18. Se aplica el método de resolución de problemas en la investigación de temas que el alumno está capacitado para hacerlo sólo. Así se genera la base para la adquisición de confianza en sí mismo y la autogestión del conocimiento en forma gradual.
 19. Se cuida en todo momento la comunicación con los estudiantes, ya sea durante una exposición del docente, con un coloquio informal, o durante el trabajo en pequeños grupos, recorriendo y revisando qué hace cada grupo y cómo discuten las situaciones presentadas.
 20. Se logra un lenguaje uniforme, ya sea de texto y, en especial, simbólico al trabajar con material básico elaborado por la cátedra. Esto ayuda a hablar “todos el mismo idioma”.
 21. Los módulos de cátedra presentan un lenguaje icónico que orienta al estudiante en su uso; por ejemplo un portalápices indica ejercicios y problemas a resolver, un signo de
-

pregunta indica la realización de actividades de razonamiento o de investigación de contenidos.

22. Se favorece el acercamiento de los jóvenes a los textos mediante clases de búsqueda bibliográfica para complementar contenidos y resolver nuevas aplicaciones. Esto los ayuda a vencer el obstáculo del estudio mediante uso de libros de texto, muy generalizado hoy en día.

DEBILIDADES:

1. El tiempo para desarrollar una materia cuatrimestral es escaso. El cuatrimestre cuenta con 16 o 17 semanas, lo que implica que en dos semanas se debe desarrollar toda la unidad seis correspondiente al tema “Derivadas” y en otras dos semanas el tema “Aplicaciones de la derivada”, que es la unidad siete.

Propuesta de mejora: Disminuir las demostraciones analíticas y dar preferencia a significados, conceptos e interpretaciones que permitan transferir los contenidos a la resolución de problemas de la asignatura y de otras disciplinas afines, así como también a la resolución de ejercicios de aplicación. Siguiendo el principio expresado por el Profesor Ruggero Ferro – “dedicarse a la enseñanza de los significados y verificar que sean comprendidos en forma correcta”. La asimilación de los contenidos, ya sean de índole conceptual o procedimental es la base de la construcción de esquemas mentales valaderos que se fijan en la memoria a largo plazo y pueden ser recuperados en cualquier momento para ser usados en situaciones análogas.

2. Este modelo, como controla en forma permanente a los alumnos enfocando sus esfuerzos hacia la mejora continua, demanda más tiempo áulico que el modelo tradicional. En este último no se resuelven todos los ejercicios de aplicación del módulo, no se controlan ni se corrigen actividades asignadas a los alumnos, se dejan muchos temas para que los estudiantes los estudien solos sin verificar después si lo hicieron o no y si se ha llegado a una comprensión significativa de los mismos. En el grupo experimental se terminó la enseñanza de las dos unidades temáticas el día 25 de noviembre, mientras que en el

grupo control, que trabajó con metodología convencional se terminó el día 16 de noviembre.

Propuesta de mejora: Este punto se relaciona íntimamente con el anterior, ya que la revisión de las actividades realizadas por los alumnos solos, implica tiempo adicional de trabajo áulico. Pero la ayuda y el control de los trabajos por parte del docente son imprescindibles y de “gran valor”. Se han detectado muchos ejercicios o problemas de aplicación mal resueltos y que los estudiantes creían correctos, y peor aún es el caso de los alumnos recursantes que en sus cursadas anteriores habían cometido errores que nadie corrigió y de esas tareas equivocadas estudiaban, fijando aún más los falsos conceptos y los algoritmos incorrectos.

Para evitar el exceso de tiempo áulico en la revisión de actividades se propone la organización de clases de apoyo o tutorías de corrección para poder atender a cada alumno y a sus necesidades específicas.

3. La evaluación de los *test* insume tiempo adicional por lo que también deben ser contemplados en la planificación y no pueden ser tomados en horario extra - clases pues hay alumnos que trabajan o que viajan diariamente.

Propuesta de mejora: los *test* deben ser exámenes cortos y concisos que permitan evaluar el grado de dominio y la concreción de un objetivo en forma clara y certera.

4. Por falta de tiempo no se ha podido realizar la enseñanza del software específico. En la última etapa de la enseñanza de cada una de las unidades se había planificado, con el objetivo de integrar y reforzar contenidos un anexo para resolver con PC. Esta actividad no se ha podido poner en práctica, y por lo tanto no se pudo evaluar contenidos procedimentales que respondían a objetivos de los episodios educativos antes mencionados.

Propuesta de mejora: como con la carga horaria de la materia – 10 horas semanales de clase – no se puede enseñar el uso del software y este es una herramienta muy importante para agilizar cálculos y realizar representaciones gráficas se propone solicitar al Departamento de Materias Básicas un becario. El mismo puede ser un alumno de los cursos avanzados que tenga aprobada la materia para que, mediante el uso de tutoriales

elaborados por la cátedra, oriente a los estudiantes en el análisis de las sentencias y los procedimientos. El profesor preparará a dicho becario con un asesoramiento previo para consensuar objetivos y estrategias de enseñanza y de evaluación. Asimismo actuará en todo momento como nexo entre el becario y los alumnos para coordinar tareas.

El software no será, como hasta hoy, evaluado en examen final, sino mediante la presentación de trabajos individuales correspondientes a una o a varias unidades temáticas según la relación existente entre los contenidos. La aprobación de esos trabajos será condición necesaria para la promoción o regularización de la materia.

1.2 Trabajo de campo - Validación del modelo

El trabajo experimental, en esta segunda oportunidad, consiste en la puesta en práctica del modelo didáctico para la enseñanza de la Matemática en el primer nivel de las carreras de grado, diseñado siguiendo pautas de calidad. La experiencia se realiza en la asignatura Análisis Matemático I, con el grupo de alumnos del primer año de la carrera Ingeniería Civil, que se dicta durante el primer cuatrimestre con una carga horaria de diez horas de cátedra semanales.

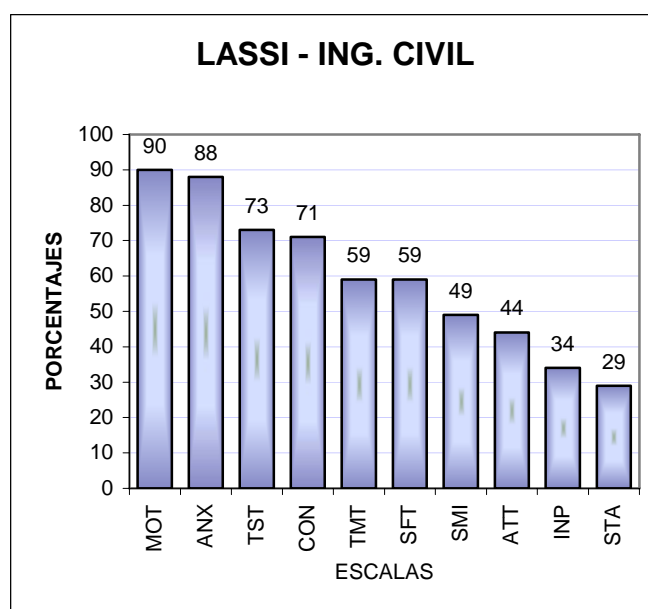
La experiencia se inicia el día 04 de mayo de 2005, comenzando después del segundo parcial y finalizando con la evaluación del tercer parcial y las unidades temáticas a abordar serán: “Derivada” y “Aplicaciones de la Derivada”.

El curso completo está compuesto por cuarenta y un alumnos, de edades comprendidas entre diecisiete y veinticuatro años, de los cuales treinta y tres son ingresantes y ocho son recursantes.

1.2.1 Evaluación diagnóstica: Descripción del contexto áulico en la segunda experiencia

Se efectuó, en primera instancia, el *test* denominado *Learning And Study Strategies Inventory* para determinar las características del grupo en su totalidad y detectar debilidades.

La evaluación fue efectuada el día lunes 02 de mayo de 2005 y en el siguiente gráfico se vuelcan los resultados obtenidos:



El gráfico de barras que antecede muestra que la **motivación** (MOT) es el ítem de más peso en lo que respecta al fracaso de los alumnos de este curso.

Del total de alumnos, sólo cuatro se encuentran por arriba del percentil setenta, considerado como nivel mínimo aceptable. Esto resume que el 90% de ellos presenta deficiencias en este aspecto.

Esta escala evalúa respuestas a situaciones tales como:

- ¿Estoy al día con mis estudios?
- Aún cuando lo que tenga que estudiar sea aburrido, sigo trabajando hasta terminar.

- Voy a las clases sin haber estudiado o leído.
- Me esfuerzo en obtener buenas notas aunque no me guste la materia.
- Cuando no estudio, trato de buscar excusas.
- Cuando la tarea es difícil, la abandono o sólo hago las partes fáciles.
- Leo los textos que me indican en las clases.

Del análisis de estas cuestiones se evidencia que la mayoría no lleva las materias al día, no lee lo dado en las clases anteriores, no consulta bibliografía y lo que no entiende lo ignora, lo deja de lado y continúa sólo con lo que le gusta o le parece fácil.

Cabe aquí preguntarse; ¿si el alumno tiene dudas, no entiende un tema o no sabe como enfrentar una situación problemática, a quién acude? Es posible que en su entorno no haya personas capacitadas para ayudarlo a superar los conflictos; por ello el docente debe organizar en forma periódica revisiones formativas que permitan a los estudiantes reflexionar sobre su situación, verificar la comprensión de conceptos y probar el buen uso de procedimientos, con el fin de planificar instancias reparadoras y suplementarias para reforzar aprendizajes y corregir falsas interpretaciones o cotejar resultados de los problemas prácticos. Las tutorías o clases de apoyo son un instrumento muy importante a la hora de acompañar a los alumnos en sus avances cognitivos.

En segunda instancia se encuentra la escala que corresponde a la **Ansiedad** (ANX) en la cuál sólo cinco estudiantes están por sobre el percentil mínimo. Por ello el 88% no alcanza dicho valor.

La tercera causa de aprendizajes defectuosos se relaciona con la **Preparación para los exámenes** (TST), escala que mide la manera en que los estudiantes enfocan los exámenes y pruebas de evaluación. Los estudiantes que obtienen un puntaje bajo en esta escala necesitan aprender más acerca de cómo se preparan los exámenes, cómo generar estrategias para rendirlos, cómo interpretar consignas y cómo razonar y redactar respuestas.

En la siguiente tabla se muestran los porcentajes de alumnos que presentan deficiencias en cada una de las escalas, ordenados dichos porcentajes de mayor a menor, es decir desde el ítems que presenta mayor dificultad hasta el que muestra ser un menor inconveniente.

Motivación	Ansiedad	Preparación para exámenes	Concentración	Manejo del tiempo
90%	88%	73%	71%	59%

Autoevaluación	Selección de ideas principales	Actitud e interés	Procesamiento de la información	Uso de ayudas para el estudio
59%	49%	44%	34%	29%

En los otros ítems se observa que el 59% de los alumnos no **administra bien su tiempo** de estudio por lo que el docente tiene que adecuar permanentemente las actividades áulicas y planificar en forma realista los eventos educativos y los plazos para cada uno de ellos. Esto se realiza en forma continua y permanente durante la instrucción.

El 59% de los estudiantes presenta deficiencia en sus **métodos de autoevaluación y uso de estrategias de repaso**, es decir que no saben monitorear su proceso de aprendizaje ni detectar sus errores. No consideran importante realizar revisiones mentales, repasar apuntes o textos o elaborar guías de preguntas para preparar un examen, instrumentos muy valiosos para consolidar los conocimientos y determinar la necesidad de buscar ayuda o asistir a instancias educativas adicionales.

En lo que atañe a la **detección de las ideas principales** de un texto, el *test LASSI* indica que el 49% de ellos no es capaz de identificar las cuestiones relevantes y dispersa su atención en cuestiones secundarias.

Además, el 44% tiene un nivel bajo de aspiraciones y una **actitud** negativa, lo que implica que deben replantearse cuáles son sus verdaderas intenciones como personas pertenecientes a una Institución de nivel universitario.

El 34% no sabe **procesar la información** que se le presenta para alcanzar el aprendizaje significativo y el 29% no sabe interpretar ni elaborar **herramientas de apoyo** al estudio como cuadros, mapas conceptuales, gráficos, resúmenes, etcétera. Estas dos últimas escalas son las que presentan menor incidencia en los fracasos del grupo - aula en estudio. El estudio dirigido en el aula y la evaluación formativa pretenden contribuir a que los estudiantes mejoren sus habilidades en estos puntos.

Todo lo expuesto se orienta hacia la mejora, para que una mayor cantidad de educandos alcancen los niveles mínimos exigidos para la promoción de la materia y adquiera conocimientos significativos, logre una sólida motivación y adquiera estrategias y hábitos de estudio.

Mediante la acreditación de los estándares basados en principios de calidad, propuestos en el diseño, cada alumno tendrá una permanente **evaluación de desempeño durante el proceso de enseñanza y aprendizaje** tendiente a evitar el fracaso y asegurar la calidad final de la instrucción. El parcial, como **evaluación sumativa e integradora de competencias** complementará la valoración de las mejoras en las características cognitivas y procedimentales de los alumnos, dando lugar a las conclusiones correspondientes, a la validación del diseño o a la planificación e implementación de medidas correctivas.

1.2.2 Resultados de la evaluación sumativa

Previo al inicio de la experiencia con el nuevo **modelo didáctico**, los alumnos del primer año de la carrera Ingeniería Civil habían rendido el primer parcial, correspondiente a las unidades dos y tres del programa, es decir “funciones” y “teoría de límites”.

En el **primer parcial** fueron examinados 34 alumnos de los 44 inscriptos en el curso. De ese total aprobaron el parcial con nota de promoción, es decir 6 o más (considerando a 6 como la nota mínima requerida para estar en condiciones de promocionar) 9 alumnos. Esto equivale al 26%. En el recuperatorio de dicho parcial alcanzaron nota de promoción (6 o más)

13 alumnos, o sea el 38%. Regularizaron con nota superior a 4 pero menor que 6, 9 estudiantes (26%) y no alcanzaron la aprobación (nota inferior a 4) 7 de ellos (23.5%).

En el **segundo parcial**, fueron examinados 32 alumnos resultando con nota 6 o mayor, 24 de ellos (75%). Lograron nota igual o mayor que 4 pero menor que 6, 6 alumnos (19%) y resultaron desaprobados con nota inferior a 4, 2 estudiantes (6%). Se señala que estuvieron ausentes 12 alumnos (37.5%) de los cuales 11 habían dejando de cursar la materia.

1.2.3 Análisis estadístico de resultados

Para determinar si la mejora en el rendimiento de los alumnos se debió a la nueva metodología, se compararon las notas obtenidos en el parcial de derivadas y sus aplicaciones por los alumnos del grupo correspondiente a la carrera de Ingeniería Civil con el grupo de Ingeniería Electromecánica, que ha cursado con su docente con estrategias tradicionales.

Las tablas que se presentan en el Anexo VI muestran las notas de los alumnos de Ingeniería Civil - tabla 3 - especialidad en la que se desarrolló la experiencia de campo - y de Ingeniería Electromecánica - tabla 4 - curso que continuó con la metodología tradicional de enseñanza - en la evaluación sumativa de las unidades “Derivadas” y “Aplicaciones de las Derivadas”.

Los alumnos de Ingeniería Civil alcanzaron un promedio general de 6,75; mientras que los pertenecientes al curso de primer año de Ingeniería Electromecánica de 4,04.

Las hipótesis establecidas son:

Hipótesis nula: $H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$

Esto significa que los promedios de las notas de los parciales de las unidades temáticas “Derivada” y “Aplicaciones de la derivada”, rendidos por los alumnos de Ingeniería Civil y de Ingeniería Electromecánica, no presentan diferencia significativa entre ellos. Se simboliza con

μ_1 al promedio de notas del grupo de Civil y con μ_2 al promedio del grupo de Electromecánica.

Hipótesis alternativa: $H_1 : \mu_1 > \mu_2$

Es decir que sí existe diferencia entre los promedios de ambos grupos.

La siguiente tabla muestra los valores que caracterizan a cada grupo:

	Tamaño	Promedio	Desviación estándar
Grupo Ingeniería Civil	$n_1 = 32$	$\bar{X}_1 = 6,75$	$s_1 = 2,17$
Grupo Ingeniería Electromecánica	$n_2 = 41$	$\bar{X}_2 = 4,04$	$s_2 = 3,09$

El estadístico de prueba es:

$$z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} = \frac{6,75 - 4,04}{\sqrt{\frac{4,71}{32} + \frac{9,55}{41}}} = 4,396$$

El valor de Z crítico extraído de la tabla de la distribución normal estándar, pues en este caso se trata de muestra grande (con tamaño de muestras mayor que 30) es para $\alpha = 5\%$:

$Z = +1,65$; y para $\alpha = 1\%$: $Z = +2,32$.

En ambos casos el valor de cálculo se encuentra en la zona de rechazo de la hipótesis nula y, mediante la evidencia muestral, no se acepta dicha hipótesis.

Conclusión: Podemos asegurar con un 95% y con un 99% de confianza, que la diferencia entre el promedio del parcial correspondiente a las derivadas de los alumnos del grupo de Ingeniería Civil, y del grupo de Ingeniería Electromecánica, es significativa y atribuibles al nuevo modelo aplicado.

Por otro lado, en el **grupo control** de Civil promocionaron 24 alumnos de un total de 32, lo que da un **coeficiente de promoción** de 0,75, mientras que en el **grupo de Electromecánica** el mismo fue de 0,34, ya que promocionaron 14 estudiantes de 41.

1.2.4 Análisis de la Encuesta realizada a los alumnos de Ingeniería Civil

A los alumnos del primer año de la carrera Ingeniería Civil se les pidió que contestaran la misma encuesta realizada a los estudiantes de la carrera Licenciatura en Organización Industrial al finalizar el trabajo de campo - Anexo VI-.

De veintisiete alumnos encuestados, veintiséis estuvieron de acuerdo con la nueva metodología y la consideraron beneficiosa, a tal punto de solicitar en forma voluntaria continuar con la misma durante el desarrollo de las unidades restantes del programa.

Ellos aseguraron que les facilitaba la tarea a la hora de preparar el parcial, los obligaba a llevar la materia al día y les permitían afrontar con mayor seguridad y menor ansiedad las evaluaciones.

Sólo siete de los estudiantes contestaron que el tiempo dedicado a cada tema fue suficiente, el resto -20 alumnos- opinó que le hubiese resultado muy útil poder dedicar más tiempo áulico para el desarrollo de los contenidos y, a su vez tener más tiempo disponible para el estudio. Este curso de primer año tiene dos asignaturas con un gran número de temas y muy complejos: Análisis Matemático y Álgebra y Geometría Analítica. Ambas son materias

que le insumen al educando mucho esfuerzo y eso hace que deban repartir sus horas de estudio.

1.2.5 Análisis de la entrevistas a alumnos de primer año de Ingeniería Civil - Estudio de casos

NUÑÉZ, PATRICIA¹¹⁹

Se comienza analizando junto con la alumna el resultado del *test* de diagnóstico *LASSI*, presentado en la tabla 1 del Anexo VII. En este caso todas las escalas dieron porcentajes elevados, por arriba del percentil 80, lo que indica que es una estudiante preparada para afrontar el nivel universitario.

Tiene una escala por debajo del 30% (nivel bajo) y las otras nueve superan el 70%. Es una evaluación de alta puntuación.

Si se analiza su rendimiento en las evaluaciones sumativas, se observa que ha tenido un excelente desempeño, según se muestra en la siguiente tabla.

	Parcial 1	Parcial 2	Parcial 3	
NUÑÉZ PATRICIA	7	8,5	8	a promoción

En un todo de acuerdo con el diagnóstico de estrategias y hábitos de estudio, sus aptitudes le han permitido aprobar los parciales sin necesidad de recuperatorios y alcanzar las calificaciones para la promoción.

En la entrevista se le plantea que el único ítem que resultó con puntuación baja fue el que mide el nivel de **ansiedad**, lo que señala su necesidad de incorporar técnicas para controlar la preocupación frente a los exámenes. Ella dice al respecto, que estudia todos los temas, pero a la hora del examen no se siente segura. Teme no recordar lo estudiado o que le

¹¹⁹ Obviamente, por razones de ética de investigación, los nombres han sido cambiados para reserva de identidad.

tomen algún tema o ejercicio que no pueda responder. También le preocupa no darse cuenta de la resolución de los problemas de aplicación. No es un obstáculo para ella el manejo del tiempo en el examen, o sea que no le inquieta no poder terminarlo. Su preocupación pasa por los contenidos, no se siente segura de recordar todo lo estudiado.

Opina que la evaluación mediante estándares la ayudó sobre todo en la práctica, pues tenía a quién preguntar dudas y presentar ejercicios para que se los corrijan. Ella no tiene dificultad en el estudio de la teoría pero sí se le presentan muchas dificultades en la resolución de ejercicios.

El segundo parcial le pareció mucho más fácil que el primero, pues fue sólo un repaso de lo ya estudiado para cada *test* de verificación de estándares. Para el primer parcial debió estudiar mucha teoría y hacer también práctica, y considera que estudiar todo junto fue para ella más complicado. Para el segundo parcial se sintió más segura, pues fue avanzando en los contenidos paso a paso.

Para el tercer parcial sugiere seguir con la modalidad de evaluaciones de estándares, pero con más práctica que es lo que más le cuesta, ya que la teoría no es problema para ella pero si los ejercicios y problemas de aplicación. Aunque la metodología de estándares le insume más tiempo, ella piensa que es mejor, ya que a la hora del examen parcial es mucho menor el tiempo dedicado al estudio de los temas. Frente al segundo parcial ella afirma haberse sentido mucho más segura y haber manejado mejor su ansiedad.

Considera también beneficiosas las tutorías extra clases en las cuales un becario, designado para esa tarea, enseñó el manejo del Software Mathematica. En la unidad anterior, correspondiente a funciones, no había tenido tiempo de asistir al laboratorio para practicar con la PC. Además como no tiene experiencia en el manejo de los softwares, le resultaba difícil hacerlo por sí sola. No sólo asistió a las clases del becario, sino que también se quedó tiempo extra para poder resolver completo los anexos que debía presentar como trabajo de elaboración propio.

Para las unidades siguientes, correspondientes al tema integrales, sugiere continuar con la modalidad de evaluación de estándares, pues le genera una obligación de llevar la materia al día, y a su vez, le brinda la posibilidad de preguntar sus dudas, ya sea en trabajos áulicos o

para actividades propuestas de resolución fuera del aula. Le da más seguridad corroborar lo que ha elaborado por su cuenta y sobre todo poder corregir las resoluciones de los problemas. Considera importante tener a quién preguntar y además que se le devuelvan las correcciones para autoevaluarse.

MARTÍN, FRANCISCO

Este alumno ha obtenido muy buenas puntuaciones en el *test* de estrategias y hábitos de estudio, según se observa en la tabla 2 del Anexo VII.

La motivación tiene puntuación mínima y las otras nueve altas, o sea que superan el 70%, lo que indica que es un caso de *test* de elevado nivel.

Si se analiza su rendimiento en las evaluaciones sumativas, se observa que ha tenido un excelente desempeño, según se muestra en la siguiente tabla.

	Parcial 1	Parcial 2	Parcial 3	
MARTÍN FRANCISCO	7	9	8	a promoción

Ante el planteo de los excelentes niveles obtenidos por él en el *LASSI*, él responde que maneja bien su ansiedad, ya que estudia mucho y antes de presentarse a un examen, sabe si va a salir bien o mal, es decir que sabe cómo autoevaluarse. En Álgebra, para el primer parcial, el había estudiado y sabía que iba a salir bien, en cambio, para el segundo parcial le faltaron estudiar algunos temas, y era consciente que saldría mal. Así sucedió y tuvo que recuperarlo. Para estudiar hace resúmenes, subraya mucho las ideas que considera importante y hace cuadros sinópticos. Para la teoría dada en Análisis, luego de estudiarlas, intenta desarrollar sólo las demostraciones, es decir sin mirar bibliografía hasta lograrlo. Detecta cuáles son los desarrollos más importantes, por ejemplo para las reglas de derivación, estudia las principales, como las de la suma, del producto, del logaritmo y de la función potencial, y las demás las deduce de igual forma, siempre aplicando procedimientos análogos. También estudió la del seno y la del coseno, pues las de las otras funciones trigonométricas se demuestran a partir de ellas y las de las funciones hiperbólicas salen de la derivada de e^x . En sus comentarios se

evidencia una interrelación comprensiva de temas y un amplio manejo de la selección de conceptos y demostraciones principales, para luego, por analogía obtener las demás. Señala que en la derivada de la función seno, lo más importante es recordar el seno del ángulo duplo y los infinitésimos. Siempre trata de razonar y saber por qué se hacen los pasos de una demostración y no memorizarlos.

Él considera que hubo una gran diferencia entre la forma de enseñanza de las dos primeras unidades del programa, es decir antes del primer parcial, y las dos unidades siguientes. Éste último método, en el que se controlaba el avance de los alumnos en el estudio de cada grupo de temas le pareció muy beneficioso. Sugiere se haga lo mismo para el parcial siguiente. Debido a estas exigencias, él estudiaba día a día y así se obligaba a llevar la asignatura al día, lo que lo benefició a la hora de preparar el parcial. Para la evaluación parcial debió reforzar teoría, pues considera que con las prácticas que se resolvieron durante las tareas áulicas, y las que debió presentar desde su casa, ya tenía una buena base práctica. A pesar que no tuvo necesidad de asistir a las tutorías, piensa que si hubiera tenido una nota que no alcanzaba el estándar hubiera venido. Trataba de estudiar lo máximo para alcanzar la aprobación y no tener que venir a contraturno a las tutorías, pues eso requiere tiempo extra. De todas maneras hubiera asistido.

Comenta que cuando resuelve ejercicios en su casa no siempre está segura de la exactitud de las resoluciones. Las evaluaciones de estándares le parecieron muy útiles pues, al tener una nota que no incidía en la promoción de la materia, le permitía resolver sin ansiedad y luego comprobar si sus resoluciones eran o no correctas para corregir lo que se hizo mal.

Propone para encarar el tema integrales el mismo método, porque las integrales, no son difíciles, pero hay muchas clases diferentes y le cuesta reconocer a cuál pertenecen para encarar su resolución. Dice que hablando con los compañeros, a todos les ha beneficiado esta técnica de evaluar los estándares mínimos para llevar los temas al día.

CHINATTO, DAMIÁN

Los porcentajes del *test* para este alumno son altos, como se puede observar en la tabla 3 del Anexo VII.

Tres de las escalas han dado puntuación media y las otras siete alta, o sea que en la mayoría se han dado porcentajes superiores a 70. Es un *test* de muy buen nivel.

Si se analiza su rendimiento en las evaluaciones sumativas, se observa que debió recuperar el primer y tercer parcial y no el segundo, en el que tuvo nota de promoción, según se muestra en la siguiente tabla. Su *performance* durante la cursada **no evidencia** el resultado del *test*.

	Parcial 1	Parcial 2	Parcial 3	
CHINATTO DAMIÁN	3/6.50	8	4/8.50	a promoción

Se le pregunta por qué piensa que tiene una puntuación tan baja, cómo maneja su ansiedad. Él piensa que es un problema de tiempos. Él estudia, pero no le alcanza el tiempo para terminar, por ejemplo frente a un parcial, reconoce que no puede terminar de estudiar todos los contenidos y por eso, se pone muy nervioso. En la primera media hora del parcial, no hace nada, pasa del ejercicio uno al cinco y luego al dos y nada le sirve, Luego se tranquiliza y comienza a resolver. También tiene muy baja la puntuación en la escala de autoevaluación y repaso para las pruebas. Le da prioridad a la teoría y cuando comienza con las prácticas se da cuenta que le falta tiempo para poder hacer muchos ejercicios y eso lo pone nervioso. Reconoce que con la teoría sola no puede aprobar el parcial. Tampoco puede hacer repaso para las evaluaciones porque no le alcanza el tiempo. Para poder cumplir con las dos asignaturas más difíciles del primer cuatrimestre que son Análisis y Álgebra, debe descuidar una para dedicarse a la otra a la hora de rendir parciales. Cuando ya ha pasado el parcial de Álgebra, retoma Análisis, pero ya ha perdido la oportunidad de llevar al día los temas de Análisis. Esto le pasa siempre y al no sentirse seguro de sus conocimientos enfrenta las pruebas con muchos nervios. Esto juega en su contra y no le permite autoevaluarse y repasar.

En el primer parcial obtuvo nota tres, y en el segundo parcial sacó nota 8 ocho. Considera que este cambio se debe a los “parcialitos”. Se veía obligado a estudiar y llevar al día la materia, a practicar continuamente. Como las evaluaciones tenían teoría y práctica se obligaba a estudiar todo, aunque la nota no definía la promoción de la materia, le interesó

hacerlos para estudiar inconscientemente para el parcial, siendo que además tenía el parcial de Álgebra. Piensa que alcanzó la calificación ocho por la constancia puesta en el estudio.

En lo que respecta a la resolución de problemas con PC asegura que le resultaron útiles las explicaciones del becario sobre el uso del programa. En cuanto a la resolución de los ejercicios para presentar los hacía en su casa pues tiene PC con el software Mathematica, pero en los exámenes casi no los usa pues teme equivocarse en el ingreso de los datos y que la máquina le dé una respuesta equivocada y eso lo pone nervioso. Considera que las evaluaciones para verificar contenidos, a pesar de ser beneficiosas, le insumen tiempo y debe por ello dejar un poco las otras asignaturas. El problema está en cursar Álgebra y Análisis en el mismo cuatrimestre.

Para el tema que sigue, o sea el estudio de las integrales, propone seguir con los “parcialitos”; los que, en su opinión, deben estar estructurados como los parciales, con algo de práctica, ejercicios y problemas de aplicación.

Considera que, en la primera parte del año, en la cual se resolvían algunos ejercicios en clase y el resto quedaba como tarea para resolver en la casa y no eran controlados, le quedaba la duda acerca de sus resoluciones. Todo esto sumado al cambio de nivel, es decir la incertidumbre que le provocaba el ingreso a la universidad. Reconoce que, acostumbrado a las exigencias del nivel medio, al principio se sintió asustado y con muchas dudas, ya que muchas cosas quedan sin controlar y a veces sin hacer. Los *test* de estándares le permitieron reconocer su situación, ver qué debía estudiar más o corregir, rehacer los ejercicios o rever demostraciones y falsas interpretaciones de la parte teórica.

BORDET ROBERTO

Sus escalas se muestran en la tabla 4 del Anexo VII.

Una escala se encuentra por debajo del percentil 30, siete escalas se encuentran por entre el 30% y el 70% mínimo y dos superan en mínimo exigido. Puede decirse que es un *test* de nivel intermedio.

Si se analiza su rendimiento en las evaluaciones sumativas, se observa que se ha superado, pues comenzó con un desempeño bajo pero a medida que transcurría el cuatrimestre, elevó su nivel, según se muestra en la siguiente tabla. Su desempeño ha sido bueno pero no de excelencia, cosa que concuerda con el nivel del *test*.

	Parcial 1	Parcial 2	Parcial 3	
BORDET ROBERTO	3/7	7.50	7	a promoción

Él, como alumno recursante, considera que le cuesta estudiar si no tiene un buen grupo de compañeros que le ayuden en la tarea. Si estudia sólo, a la menor dificultad, se bloquea y no puede continuar; en cambio, si estudia con compañeros, cada uno propone su interpretación, la discuten y así llegan a salvar los obstáculos. Necesita de un buen grupo de pares para tomar la materia con actitud positiva e interés, de lo contrario no puede encarar con confianza y autoestima el estudio.

Reconoce que no sabe administrar su tiempo, que se distrae con cualquier cosa, que hasta que no está bajo presión, no estudia a conciencia. Unos días antes del parcial, siente la presión de la evaluación y se pone realmente a estudiar. Siempre deja para último momento y esto no favorece su rendimiento. Para el primer parcial, tuvo un problema personal y no pudo prepararse bien, por lo que sacó tres, pero en general, para los parciales no se preocupa tanto pues sabe que tiene un recuperatorio, en cambio para los recuperatorios está muy nervioso, pues sabe que es la última oportunidad y eso hace que se exija más. Esto indica que siempre actúa frente a situaciones límites, y no es capaz, de elaborar por sí sólo un plan de acción.

En las evaluaciones, al comenzar, observa primero todos los puntos y comienza a desarrollar el que le parece más sencillo, o el que sabe más. No tiene problemas con el manejo del tiempo en los exámenes, su principal dificultad pasa por los contenidos teóricos y sobre todo por las definiciones simbólicas. Según argumenta, es lo que más le cuesta - la expresión simbólica- y, en gran parte, la ansiedad que le generan las pruebas se debe a la falta de lenguaje simbólico.

En el diagnóstico de hábitos de estudio tuvo una puntuación muy baja en la concentración (45%) lo que coincide con sus expresiones iniciales, en las que asegura que se

dispersa con mucha facilidad y que necesita una continua presión para elevar su rendimiento y sentarse a resolver actividades y estudiar. Esto está también ligado a la necesidad de contar con un grupo bueno de pares para resolver los problemas de la asignatura. Su concentración depende, fundamentalmente de la mediación social.

En lo que respecta a la preparación de exámenes, otra de sus debilidades, él piensa que no sabe utilizar ni cuadros ni redes u otra herramienta de ayuda, sólo hace resúmenes de cada tema y de ellos estudia. Rescata de cada título lo más importante, o lo que él piensa que pueden tomar; sobre todo en la teoría, que es lo que más inconveniente le genera.

Se considera como un alumno ingresante para el estudio de las Derivadas y sus aplicaciones, pues el año anterior sólo cursó hasta terminar la unidad de límite y para esta fecha ya había abandonado la materia. Estima que la nueva metodología de trabajo le ayudó mucho, pues pudo obtener nota de promoción en el parcial, sin necesidad de recuperar. Para el segundo parcial estaba mucho más confiado y seguro pues no dejó para último momento el estudio. Sentía que siempre estaba bajo la presión de “última hora”, ya que los “parcialitos” lo obligaban y le generaban el compromiso de estudiar día a día. En el segundo parcial “había estudiado bien”, en su opinión, y por ello obtuvo nota siete cincuenta, sin necesidad de recuperar. Este parcial le pareció más fácil que el primero y más sencillo de lo que él esperaba. Se sintió conforme con el resultado, no sólo por tener nota de promoción, sino también porque no dejó nada sin resolver o resolvió mal. Sacó 7,50 porque algunos puntos tenían errores u omisiones y fueron calificados por ésto “bien menos”, pero ningún tema le resultó imposible de contestar ni se bloqueó, y ésto le elevó su autoestima.

En general ningún parcial le resultó algo “nuevo” o no dado. El primer parcial el sabía que no estaba bien preparado, pero que los puntos que se le dieron para resolver estaban dentro de lo que él esperaba. Ninguno de los dos parciales le resultó algo diferente a lo desarrollado en clase.

Para el segundo parcial estaba mucho más tranquilo pues reconoce que había estudiado mucho más y con más tiempo.

En lo que respecta al método a utilizar para desarrollar los temas que restan del programa, el sugiere seguir con las mismas estrategias, es decir repasando diariamente los

temas anteriores, controlando todo las actividades, ya sean las resueltas en el aula, así como también las propuestas como tarea extra - áulica y con los “parcialitos”. Opina que deben ser estructurados de igual forma, es decir con teoría y práctica. Si bien el tema “Integrales” no tiene demasiada teoría, eso es lo que a él más le cuesta. Quiere tengan mucha práctica para poder detectar de qué tipo de integral se trata cada ejercicio de aplicación, ya que es una de sus mayores dificultades.

Reconoce que no realiza todos los ejercicios dados en las guías, salvo que se los pidan como actividad a entregar y que sólo resuelve los ejercicios tipo y los que son similares no los hace. En cuanto a las soluciones de las actividades prácticas y los problemas de aplicación, utiliza el software Mathematica para verificarlos y eso le da seguridad. Cómo había bajado de la página de Internet los resultados de los ejercicios podía controlar sus resoluciones.

Considera muy buena la colaboración del becario para aprender a usar el software y poder terminar el trabajo solicitado por la cátedra. Se siente satisfecho por los progresos logrados.

PICINI MARÍA LUZ

Si se observa la tabla 5 del Anexo VII, se comprueba que dos escalas son bajas, considerando como tal menos del 30%, cinco son intermedias y 3 dieron puntuación alta sobre el 70%, siendo un evaluación media.

Si se analiza su rendimiento en las evaluaciones sumativas, se observa que comenzó con un nivel bajo, debiendo recuperar el primer parcial y en segundo alcanzó nota de promoción y, si bien recuperó, copudo subirla. En el tercer parcial debió recuperar para alcanzar la posibilidad de promocionar. Su *performance* ha sido buena, pero no destacada, aunque se evidencia un esfuerzo por superarse.

	Parcial 1	Parcial 2	Parcial 3	
PICINI MARÍA	4/6	7/7	6.50/7	a promoción

Esta alumna ha cursado tres años de medicina en la Universidad de Buenos Aires y luego, dándose cuenta de que esa no era su vocación, decidió cambiar a Ingeniería. Curso el

Ciclo Básico Común y el primer año de la carrera y en ese momento fue consciente de que no era lo que quería para su futuro. De todas maneras considera que le fue útil esa experiencia para conocer el ámbito universitario.

En el LASSI una de las escalas que obtuvo puntuación baja (35%) fue la de actitud e interés en la carrera. Ella opina que se debe a que siempre en el primer año está muy insegura, es decir que está a la expectativa sin saber qué le depara la misma en los años venideros, cuando las materias específicas comiencen. Ella juzga que las carreras universitarias en sus primeros años no son lo que realmente va a ser la actividad profesional, es decir que las materias básicas no la muestran con claridad. Piensa que el bajo nivel alcanzado en ese ítem se debe a su inseguridad y falta de firmeza en su vocación y no por falta de interés en el estudio. Asegura que le gusta estudiar. Hace unos años no sabía que quería seguir estudiando, estaba confundida; pero hoy ya no es así. Reconoce que tiene poco control sobre el estudio, le cuesta mucho comenzar a estudiar o tomar la decisión de hacerlo. Una vez que lo hace, sí, se concentra y estima que estudia con conciencia. Estudia sola pues no ha podido relacionarse con un grupo de pares acorde a lo que ella necesita y esto le genera un obstáculo más.

En lo que respecta a la meta a lograr, dice que le interesa no sólo obtener un título profesional, sino también lo hace por cultura general y para mejorar su nivel intelectual. Admite, por otro lado, que con interés sólo estudia las materias que le gustan, las otras la hace más como una obligación. En cuanto a Análisis Matemático I, es una de las asignaturas que le gustan, pero hay temas que no entiende, que le cuestan mucho y esos temas le generan frustración. Esta es una de las causas por las que le cuesta sentarse a estudiar, cuando los entiende le gustan y como comienza a entender se entusiasma por la tarea. Sostiene que la cursada es lo más importante, y que brinda mucha ayuda a la hora de prepara evaluaciones, por ello presta mucha atención a lo dado en clase. En su opinión no es lo mismo prepara temas sola, que no fueron desarrollados en el aula, que ampliar y estudiar los dados. Asiste siempre a clase y toma todas las notas que puede.

En lo que atañe a la motivación, en la que sólo obtuvo un 15%, - o sea que su puntuación está muy lejos del 70% considerado el nivel estándar mínimo - ella atribuye ésto a la falta de tiempo que no le permite llevar todas las materias al día. De acuerdo a su

experiencia, un poco por negligencia suya y otro poco porque el diseño curricular los obliga a cursar muchas materias juntas y a realizar talleres extra - áulicos, no puede cumplir con todas las compromisos que las cátedras le demandan. También reconoce que no estudia los fines de semana, que le gusta descansar esos días y que podría aprovecharlo para ponerse al día. Le cuesta encontrar el equilibrio entre su descanso y el estudio.

Por otro lado agrega que si un tema es aburrido le cuesta un poco estudiarlo, aunque sí lee y repasa antes de asistir a las clases.

En la escala de Ansiedad - en la que obtuvo sólo un 20% - se advierte un fuerte déficit para enfrentar las evaluaciones. Ella asegura que en los exámenes se propone alcanzar metas altas pero sabe que no siempre se siente preparada para alcanzarlas. En muchas ocasiones le gustaría ir mejor preparada, pero hay tema que no entiende o no se hace el tiempo necesario para repasar y reafirmar contenidos. Dice, además, que los nervios que le genera una evaluación son “terribles”, tanto en Análisis como en otras asignaturas. Ella desea alcanzar el máximo nivel pero es consciente que no lo va a lograr y eso la pone muy nerviosa. Nunca se siente conforme con las cosas que estudia, con el nivel de estudio que alcanza. En el inicio de una prueba, lee todo el parcial y cuando ve que lo puede manejar se siente un poco más tranquila. En general su problema no es de tiempo sino de contenidos, sobre todo teóricos. Le cuesta mucho estudiar la teoría, no le gusta sentarse a hacerlo, prefiere hacer ejercicios que leer teorías.

Otro ítem con baja puntuación, es la concentración. En lo que respecta a este aspecto reconoce que se concentra bien para resolver prácticas pero que cualquier cosa del entorno la desconcentra cuando está estudiando teóricas. Admite también no saber usar técnicas de ayuda al estudio, no sabe cómo hacer gráficos, cuadros, redes o instrumentos. Comprende su utilidad pero nunca entendió cuándo y como hacerlas. Prefiere leer y sacar sus propias conclusiones.

En las pruebas comenta que no le va bien, pues organiza su trabajo con tiempo, pero por diversos motivos, lo va posponiendo y cuando faltan dos días se siente presionada y luego no le alcanza el tiempo. Dice que tiene buena memoria y capta todas las cosas pero si le piden que extraiga lo principal de un texto le cuesta. También expresa que si existe un tema troncal

que debe ser entendido para conocer toda una unidad, a ella le cuesta reconocer cual es. Estudia toda la unidad y no puede jerarquizar la importancia de los temas. Asegura también, que estudia con comprensión y trata de no memorizar reglas, términos técnicos y fórmulas sin llegar a su verdadera interpretación.

Manifiesta que tiene una forma de estudiar y que la usa para todas las materias. Esto le causa una dificultad importante cuando las materias son muy distintas, pues ella intenta usar las mismas estrategias y a veces no le dan resultado.

En el primer parcial obtuvo nota 4, porque no tuvo tiempo de prepararse bien, tenía mucho para estudiar de las diferentes materias y llegó con la teoría en el límite. Para el segundo parcial se sintió mucho más preparada, y llegó a sorprenderse por la nota 7, ella pensó que sacaría más ya que se había sentido muy cómoda en ese parcial. No sabe si es por los “parcialitos” o por asistir a las tutorías, pero se sintió mucho más segura. El parcial le pareció de características similares a las evaluaciones de estándares y por eso no la sorprendió.

Para el primer parcial ella sintió que debía estudiar de cero, que no había estudiado durante el desarrollo de los temas y que todo era novedad, en cambio para el segundo ya se había visto obligada a llevar los temas al día y le pareció un repaso. En su opinión los *test* de evaluación de estándares tenían mucha teoría, lo que le demandaba mucho tiempo, era tal vez esa parte la que le insumía más horas de preparación. Considera que la teoría siempre fue su punto flojo, pero que hizo los puntos teóricos del parcial y pudo estudiarla mejor. Durante la resolución del primer parcial no había podido responder a la mayoría de las teóricas. En la práctica se sintió más cómoda todavía.

Siempre resolvió las actividades propuestas en los módulos aunque al no tener devolución de los resultados correctos de los ejercicios siempre tuvo duda sobre los mismos. Opina que, a medida que pasó el tiempo y aprendió a estudiar y a autoevaluarse pudo resolver nuevamente las actividades y saber si estaban bien.

Una de las cosas que más le costó fue compatibilizar Análisis y Álgebra. Álgebra es una materia muy abstracta, debe darse cuenta de las cosas por sí sola y le cuesta mucho estudiarla. En Análisis no le pasa lo mismo, siempre encuentra una forma de razonar las cosas desde el

principio hasta el fin para, por ejemplo, hallar una fórmula. Los *test* de Análisis le resultaron provechosos para la materia pero le quitaron tiempo para Álgebra, pero estima que eso es lo lógico pues cursa las dos materias.

Considera que la metodología usada para la enseñanza de las derivadas y sus aplicaciones a ella le sirvió y mucho. Ella asegura que entiende las derivadas y con mayor profundidad en la comprensión.

ESCOBAR JOAQUÍN

Su *test* diagnóstico tiene puntuaciones bajas, siete escalas se encuentran por debajo del nivel del 70% mínimo exigido. Es un *test* con nivel bajo como puede observarse en la tabla 6 del Anexo VII.

Si se analiza su rendimiento en las evaluaciones sumativas, se observa que su desempeño ha sido muy irregular, según se muestra en la siguiente tabla.

	Parcial 1	Parcial 2	Parcial 3	
ESCOBAR JOAQUÍN	3/6	8	3/9	a promoción

El considera que su puntuación baja en el ítem motivación se debe a que al principio no podía dedicarse a estudiar ya que debió mudarse y ésto significó un cambio muy importante en su vida. La transición de la secundaria a la universidad fue muy brusca, ya que se le exigía estudiar mucho más y no estaba acostumbrado a hacerlo y, considera además, que no sabía como hacerlo. Por otro lado, juzga que su base matemática era escasa, ya que dio Matemática hasta cuarto año del secundario y luego en quinto y sexto -es egresado de una escuela técnica- ya no tenían esa materia. Eso hizo que estuviera muy olvidado de la matemática básica y considera que el nivel medio no le dejó nada de contenidos matemáticos. En los comienzos no se había dado cuenta de la necesidad de repasar lo dado y leer antes de asistir a las clases, lo que lo perjudicó mucho. Reconoce que ahora sí, repasa lo dado en la clase anterior para estar más en tema y no perder el hilo de las explicaciones. Sabe los puntos pedidos, y considera que le va a ir bien se pone contento y comienza a resolver, pero si se da cuenta que muchos

puntos no los sabe se deprime y ya no puede resolver nada. A veces intenta resolver un punto dedicándole demasiado tiempo y al no poder responderlo se demora probando soluciones, lo que le resta tiempo para la resolución de las otras partes del parcial. Reconoce también que le cuesta mucho procesar la información, comprender un texto. Debe leerlo varias veces para darle significado. No usa herramientas de estudio, no interrelaciona, no sabe usar redes ni ayudas para el estudio. Sólo lee y hace resumen, pero no se ayuda con elementos auxiliares.

Una de las escalas del *LASSI* muy baja en su puntuación es la preparación para los exámenes y él expresa al respecto, que no sabía si estaba bien o mal preparado para una evaluación hasta enfrentarse con ella, ese era el momento en el cual se le presentaba la realidad de su situación. Opina también que, ahora, que ha sido guiado en el estudio y obligado a hacer “ensayos” de parcial, lo que lo comprometía a estudiar día a día, a corregir ejercicios mal resueltos, y a interpretar definiciones y demostraciones, llegó al parcial bien preparado y es conscientes de las deficiencias que tenía para el primer parcial. Considera que la nota evidencia esto.

No aplica autoevaluación, no sabe como evaluar sólo sus conocimientos. No puede dar un enfoque global a lo temas ni interrelacionarlos.

Considera que también no supo administrar sus tiempos entre las asignaturas Álgebra y Análisis. Al principio dedicó mucho tiempo a Álgebra porque cría que podía sacar una buena nota, y descuidó la cursada de Análisis. Cuando sacó una mala nota en Álgebra, a pesar de su convencimiento de estar bien preparado, se volcó hacia Análisis. Al comenzar con el sistema nuevo en ésta última materia, se interesó por seguirlo y dejó prácticamente Álgebra.

Expresa además que las evaluaciones de estándares lo ayudaron muchísimo porque estudiar día a día y repasar lo dado anteriormente le sirvió para relacionar las cosas y crearle una obligación. También dice que le benefició el tener que corregir lo que tenían mal, aunque haya sacado nota superior a siete, ya que aprendía de sus errores. Además como esas evaluaciones tenían nota y él comenzó a sacar buenas notas, eso lo alentó. Se dio cuenta que estaba aprendiendo más y eso “lo puso contento”. Tuvo que asistir a tutorías en contraturno pero considera que no son una pérdida de tiempo, que por el contrario lo ayudaron mucho.

En el primer parcial estaba muy confundido, en cambio, en el segundo vio al parcial como que no era nada dificultoso y se sintió más seguro.

Para el futuro quisiera se realicen tutoría en contraturno, por falta de tiempo, con parcialitos que los obliguen a estudiar. Expresa que le cuesta mucho más la práctica que la teoría, y que además no le gusta mucho estudiar teoría. Esta es una de sus debilidades y no sabe aún como resolver el problema, piensa que la teórica la estudia cuando tiene alguna presión de una evaluación por delante. En este aspecto el seguimiento mediante *test* le exigió hacerlo. Su mejor desempeño se manifestó durante la experiencia de campo, como lo manifiesta la grilla que presenta las notas de parciales.

PEREIRO JULIO

Siete escalas del *LASSI* se encuentran por debajo del nivel del 70% mínimo exigido. Es un *test* de nivel general bajo como se ve en la tabla 7 del Anexo VII.

Si se analiza su rendimiento en las evaluaciones sumativas, se observa que desempeño ha sido de nivel medio, lo que no está de acuerdo al *test* diagnóstico, motivo por el cual ha sido uno de los casos analizados, según se muestra en la siguiente tabla.

	Parcial 1	Parcial 2	Parcial 3	
PEREIRO JULIO	6.50/7.50	8	6	a promoción

La escala de actitud e interés ha tenido una puntuación baja (solo del 50%) por lo que ante la pregunta si le gusta la carrera; él responde que sí, que siempre le llamó la atención todo lo referente a la construcción y aclaró que es Maestro Mayor de Obras, por lo que conoce en cierta forma la profesión. Está realmente interesado por la carrera y aseguró estar acostumbrado a dedicarle mucho tiempo al estudio ya que, durante su secundario, hacía trabajos que le llevaban mucho tiempo, como por ejemplo de dibujo, cosa que, generalmente no sucede en un secundario tradicional.

Con respecto a la matemática, él manifiesta que le gusta la materia y le resulta fácil, pero que le cuesta tomar la decisión y sentarse a estudiar. Cualquier cosa lo distrae y le resulta difícil concentrarse en el estudio y esta actitud lo perjudica.

En la motivación también ha obtenido una puntuación de 15%, o sea que es realmente baja. Asegura que trata de seguir las materias, pero como cursa Álgebra y Análisis al mismo tiempo va estudiando alternativamente una y otra, según se presenten los parciales de las mismas. Cuando tiene un parcial de Álgebra abandona Análisis y viceversa, cuando llega el parcial de Análisis deja de lado Álgebra. Por ello no puede seguir día a día los temas. Expresa también que ha tenido que dejar otras materias como Ingeniería y Sociedad pues no ha podido terminar el proyecto tecnológico solicitado por la cátedra. Opina que los tiempos no le dan para cumplir con todas las actividades que le demanda el primer año.

Considera que la transición del nivel medio al universitario no fue para él tan dura, pues ya estaba acostumbrado a quedarse sin dormir para estudiar o trabajar en tablero. Además ya había estudiado las funciones, la derivada y las integrales, no con tanta profundidad pero ya las había estudiado en la escuela técnica y eso lo benefició para obtener nota de promoción aunque no pueda repasar día a día los temas dados.

En cuanto a la mala administración del tiempo, que se refleja en una puntuación muy lejana al 75% deseado, alcanzando sólo un 20%, él reconoce que tendría que dedicarse más. Advierte que a veces está mirando televisión y es consciente de que debería estar estudiando, pero no puede dejar para estudiar. Esto hace que distribuya muy mal su tiempo y no le alcance para todo lo que tiene que hacer.

Otro ítem que ha resultado muy bajo es la concentración, situación en un todo de acuerdo con su excesiva dispersión y falta de actitud y orden para con el estudio. En lo que respecta con la autoevaluación y el repaso, admite que sí se autoevalúa y sabe si está preparado para aprobar un parcial o no, pero no repasa, no dedica tiempo para repasar e integrar temas. Esto no lo beneficia en la preparación de los exámenes.

En cuanto a las estrategias metodológicas utilizadas en la enseñanza del Análisis Matemático, él considera que en la primera parte del curso, el estudio era más libre; es decir que no se lo controlaba tanto. En la segunda parte, si bien las notas de las evaluaciones no

tenían incidencia en la promoción, el sintió que la prendía “en serio”, que lo que estudiaba le era útil. Él opina que en la segunda parte la mayoría salió bien porque casi no se necesitaba estudiar para el parcial, era un repaso. Los temas del parcial ya no fueron algo nuevo para estudiar a último momento, él recordaba lo que ya había visto y solo necesitaba una revisión.

En las primeras unidades, como no había control sobre las actividades planteadas, por ejemplo en los ejercicios de las prácticas, él hacía los primeros nada más, y no se preocupaba por hacer el resto. Además, los ejercicios resueltos en clase eran corregidos, pero los propuestos no se controlaban, y por ello nunca tenía la seguridad acerca de las resoluciones. Nunca supo si estaban bien o no. Sólo tuvo que asistir a la primera tutoría y, a pesar de que eran en contraturno, no le molestó asistir, pues corrigió muchos errores.

Propone seguir con esta metodología de evaluación de estándares para estudiar mejor y las tutorías para aprender sobre las equivocaciones. Considera que uno de los obstáculos que tiene es la simultaneidad de las materias Álgebra y Análisis, pues a veces por estudiar para un parcial de Álgebra debe descuidar la otra asignatura. Opina que los contenidos no son excesivos, pero que no debería darse ambas asignaturas juntas en el mismo cuatrimestre.

1.2.6 Conclusiones de la segunda experiencia

En esta oportunidad, no sólo los alumnos han estado de acuerdo con la nueva metodología, sino que también han propuesto utilizarla en el dictado total de la materia. Todos han coincidido que los ha beneficiado la evaluación de contenido mínimos mediante *test* de estándares, ya que les ha generado la obligación de llevar la asignatura al día y han aprendido de sus errores. Es importante para los alumnos que se les devuelvan las correcciones de las tareas extra áulicas y que se discutan las propuestas de solución en clase, así como también se les dé la oportunidad de discutir en grupos problemáticas tanto teóricas como prácticas. El uso de recursos materiales de ayuda al estudio como los Módulos orientadores del Aprendizaje, las actividades que guían el avance a través de los Módulos, los Tutoriales del software, las discusiones usando bibliografía han motivado a los estudiantes y

les han enseñado estrategias de estudio. El trabajo con sus pares y los debates grupales han servido de herramienta para enriquecer la terminología usada e incrementar el dominio de los contenidos. Los resultados del tercer parcial, junto con las respuestas de las encuestas y lo expresado en las entrevistas han puesto de manifiesto que los estudiantes aprueban el modelo propuesto.

Durante el año 1995, en el cual se comenzó con el Nuevo Diseño Curricular, cuyo plan de estudio está aún en vigencia, se dictaron las asignaturas Álgebra y Análisis Matemático juntas, en el primer cuatrimestre del primer año de la especialidad Ingeniería Civil. En aquella ocasión sólo promocionaron dos alumnos y regularizaron trece, de un total de cuarenta y tres ingresantes, lo que significa que el porcentaje de promocionados es de 4,6% solamente. El fracaso masivo en ambas materias (en Álgebra promocionaron dos alumnos y regularizaron once) se atribuyó a que las dos son materias de mucho contenido, con una carga de conceptos importante y los alumnos no podían estudiarlas simultáneamente, Por ello se pasó Álgebra al segundo cuatrimestre desde el ciclo lectivo 1996 y permaneció Análisis en el primero. En este año 2005, debido a recomendaciones de la CONEAU la Facultad se vio obligada a retornar a la situación original, es decir dictar las dos asignaturas en el primer cuatrimestre del primer año de la carrera. El temor al fracaso de generalizado de los estudiantes recorría las aulas y llenaba de incertidumbre a docente y autoridades del Departamento de Materia Básicas. Con ese antecedente negativo sobre las espaldas, se comienza a poner en práctica el modelo didáctico elaborado en la presente investigación en la carrera de Ingeniería Civil para establecer un análisis comparativo y determinar si la situación se podía revertir.

Ahora, con los datos recabados, puede asegurarse que lo que en 1995 fue un obstáculo importante, no lo es hoy en el ciclo 2005. El porcentaje de promocionados es del 75%, el más alto de los últimos cinco años, y muy superior al de aquel 1995, ciclo que generó numerosos problemas y obligó a los responsables de la carrera a alterar el orden de dictado de las materias.

Según información recabada en la Facultad Regional Concepción del Uruguay, se muestra en el siguiente cuadro comparativo la situación de los alumnos de la carrera Ingeniería Civil, en la materia Análisis Matemático I, en los últimos cinco años y en el conflictivo año 1995:

Año	Alumnos Promocionados	Alumnos Regularizados	Alumnos Desaprobados y libres
1995	4,6%	30%	65,4%
2000	0%	38%	62%
2001	9%	32%	59%
2002	11%	35%	54%
2003	20%	41%	39%
2004	17%	44%	39%
2005	35%	24%	38%

Como se observa al final del cuatrimestre, el porcentaje de alumnos promocionados fue del 35%, pues algunos jóvenes perdieron la promoción por la nota del primer o segundo parcial o por la instancia globalizadora final; esto hace que el porcentaje de promovidos en el parcial de derivadas, que fue del 75%, se haya reducido. A pesar de tener que estudiar las dos materias más densas en forma simultánea el temido fracaso masivo no sucedió y los alumnos de Ingeniería Civil han tenido su más alto desempeño durante el presente ciclo.

1.3 Conclusiones generales de las experiencias de campo:

LA PEDAGOGÍA JOTA

En la actualidad, todo proceso librado al azar, es decir en el que intervienen leyes de la naturaleza, se modeliza mediante la curva de Gauss. La distribución gaussiana o también llamada “normal” es frecuentemente utilizada en las aplicaciones estadísticas. Esta denominación proviene de su amplio manejo, pues numerosos fenómenos tienden a parecerse

en su comportamiento a esta distribución, es decir que existen muchas variables asociadas a fenómenos naturales que siguen este modelo. Por ejemplo las características morfológicas de los individuos, ya sean personas, plantas, animales; los efectos de una dosis de un medicamento sobre una enfermedad, o de un fertilizante sobre un cultivo; las características sociológicas y psicológicas, como el coeficiente intelectual de las personas, los errores de medición, entre otros.

Es natural pensar que, como en todo proceso donde se observa el comportamiento humano, -en nuestro caso el de los alumnos en la clase de Matemática-, se quiera utilizar como instrumento de diagnóstico y clasificación a la “campana” de Gauss¹²⁰. Según esta representación las características de una población están repartidas en forma simétrica alrededor de un valor central, cuya abscisa coincide con las medidas de centralización del grupo - media, mediana, moda -, de forma tal que el 70% de los casos se encuentra en la zona media, el 13% hacia la derecha de la campana corresponde a los buenos, el 13% a la izquierda a los mediocres y el 2% restante en cada cola de la representación a los superiores e inferiores. La pedagogía científica, explícita e implícitamente, ha pretendido encasillar a los estudiantes en cada una de esas categorías, de acuerdo a los logros y méritos por ellos obtenidos. Si bien muchas investigaciones han confirmado que las aptitudes humanas responden a esta forma campanular, no es correcto que el proceso de instrucción de oriente a favor del tercio central de los “capaces”, dejando de lado al “mediocres” y eliminando a los “incapaces”.¹²¹

Otra corriente pedagógico-didáctica se opone a esta interpretación/prescripción, intentando explicar el por qué de los fracasos, diagnosticando la situación de cada grupo que se presenta en las aulas en calidad de alumno y diseñando metodologías y estrategias eficientes para rescatar a la mayoría. Esto no implica reducir el nivel de enseñanza, o las expectativas de logro; sino que, por el contrario, se trata de definir objetivos claros, precisos, realizables y medibles que puedan ser verificados en cada etapa de la instrucción y permitan

¹²⁰ También llamada así por la figura que adquiere en su representación gráfica.

¹²¹ Birzea, C. 1984. La pedagogía del éxito. Barcelona. Gedisa

planificar e implementar medidas correctivas, ya sean de índole interna - o sea inherentes al proceso mismo - o externa - como los contenidos matemáticos previos que los alumnos traen desde su nivel medio o la falta de hábitos y estrategias de estudio-.

En lugar de advertir que los rendimientos de los alumnos, o sus competencias generan una campana de Gauss como herramienta descriptiva del suceso, los docentes pueden lograr, mediante su cotidiano accionar, de generar un cambio en dicha representación. De Landsheere (1971), ha definido lo que se conoce como “**pedagogía en curva de jota**”, que no es sólo una representación gráfica distinta, sino que evidencia una transformación en la forma de pensar de los educadores y en sus estrategias didácticas. Significa lograr una pedagogía que generalice el éxito escolar.

La pedagogía con distribución jota, implica que en la cola izquierda de dicha distribución se debe concentrar el menor porcentaje posible de alumnos y la gran mayoría debe encontrarse en los niveles superiores de la variable en estudio. El crecimiento permanente es una característica de la curva que representa a la misma, oponiéndose precisamente a la simetría axial de la distribución gaussiana. Podría decirse que se lucha día a día, mediante una instrucción matemática de calidad para vencer el comportamiento campanular que resulta de un proceso aleatorio, donde el azar es el único responsable de éxitos y fracasos.

En las experiencias realizadas en este trabajo de campo se ha reflejado el rendimiento de los alumnos mediante el nivel de éxito que han obtenido en los parciales correspondientes, si bien se deja en claro que la nota del parcial no es el único indicador que refleja las competencias logradas por los jóvenes.

Para la primera experiencia realizada en el curso de primer año de Licenciatura en Organización Industrial, considerando un grupo control y uno experimental, los resultados obtenidos en el parcial de Derivada y sus Aplicaciones, son mostrados en las tablas y gráficos siguientes:

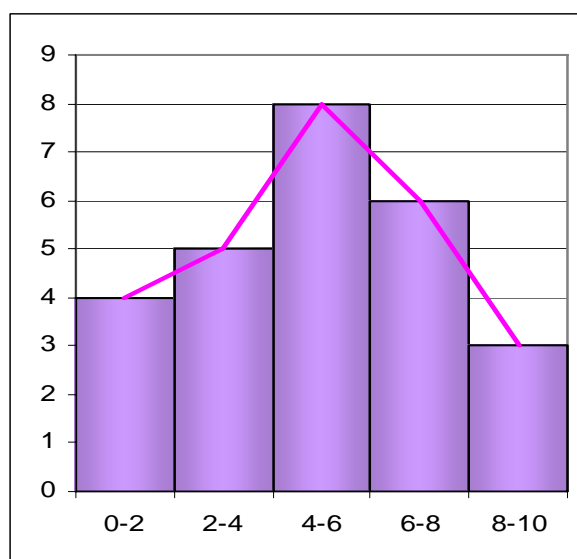
- **Grupo control**

X: nota de parcial	fi	fir	fir%	Fk
0-2	4	0,15	15	4
2-4	5	0,19	19	9
4-6	8	0,31	31	17
6-8	6	0,23	23	23
8-10	3	0,12	12	26
total	26	1		

Se observa en la cuarta columna que el mayor porcentaje está en el intervalo 4-6 (31%), correspondiendo el **valor modal** a la nota **5,2**.

Si buscamos el porcentaje de alumnos que tienen nota 7 o superior, pues este es el promedio exigido para la promoción de la materia, vemos que dicha nota corresponde al **percentil 77**. Esto implica que el 77% de los estudiantes tienen nota de parcial inferior a siete y sólo al alcanzado dicha puntuación el 23% restante.

El gráfico correspondiente es:



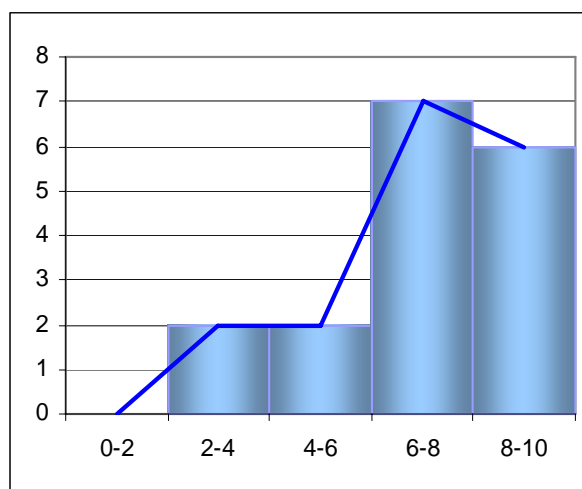
- **Grupo experimental**

X: nota de parcial	fi	fir	fir%	Fk
0-2	0	0	0	0
2-4	2	0,12	12	2
4-6	2	0,12	12	4
6-8	7	0,41	41	11
8-10	6	0,35	35	17
suma	17	1		

Se advierte en la cuarta columna que el mayor porcentaje está en el intervalo 6 - 8 (41%) según lo indica la frecuencia relativa porcentual, correspondiendo el **valor modal** a la nota **7,67**. Lo que muestra una moda mucho mayor.

Si hallamos el porcentaje de alumnos que tienen nota 7 o superior, vemos que dicha nota corresponde al **percentil 44**. Esto implica que el 44% de los estudiantes tienen nota de parcial inferior a siete, habiendo alcanzado dicha puntuación el 56% restante. **Lo que evidencia un incremento importante en la proporción de alumnos promocionados.**

El gráfico correspondiente es:



Si bien en este gráfico no se obtiene una “perfecta jota”, se puede apreciar que la poligonal refleja un sesgo a la izquierda, o sea que la mayoría de los casos se concentran en la parte derecha de la distribución.

En la validación del modelo, es decir la segunda vez que se pone en práctica el mismo, en el primer semestre del ciclo 2005, con el curso completo de primer año de Ingeniería Civil y se compara el éxito de los estudiantes en el parcial antes citado con los alumnos del primer año de la carrera de Ingeniería Electromecánica, se observan los siguientes resultados:

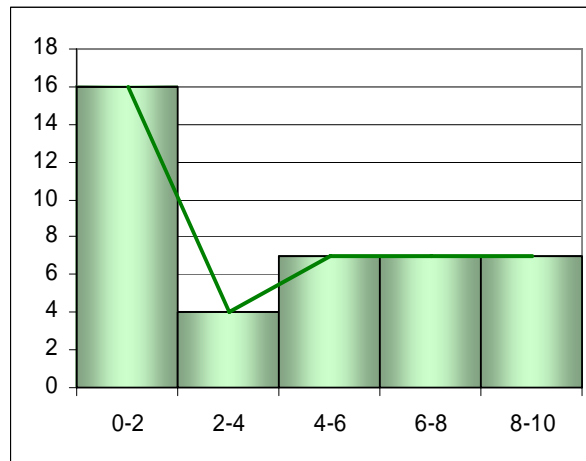
- **Ingeniería Electromecánica**

X: nota del parcial	fi	fir	fir%	Fk
0-2	16	0,39	39	16
2-4	4	0,1	10	20
4-6	7	0,17	17	27
6-8	7	0,17	17	34
8-10	7	0,17	17	41
suma	41	1		

Observando la cuarta columna vemos que el mayor porcentaje está en el primer intervalo 0 - 2 (39%) según lo indica la frecuencia relativa porcentual, correspondiendo el **valor modal** a la nota **1,14**. Lo que muestra una moda, o sea el valor de la variable de mayor frecuencia, muy baja, que corresponde a la desaprobación.

Si calculamos el porcentaje de alumnos que tienen nota 7 o superior, vemos que dicha nota corresponde al **percentil 74**. Esto implica que el 74% de los estudiantes tienen nota de parcial inferior a siete, habiendo alcanzado dicha puntuación solamente el 26% del curso.

Y el histograma con la poligonal correspondiente son:



Como se observa, el gráfico poligonal representa una jota invertida, es decir con el mayor porcentaje de alumnos en la cola izquierda de la distribución o sea en niveles bajos de rendimiento.

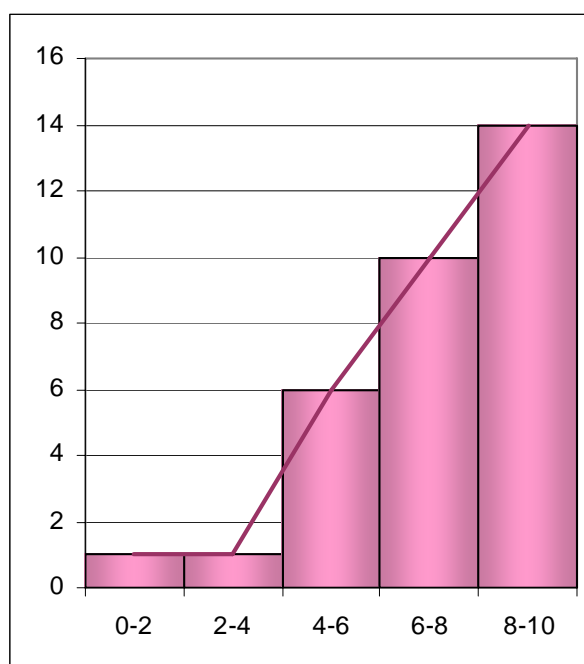
- **Ingeniería Civil**

X: nota del parcial	fi	fir	fir%	Fk
0-2	1	0,03	3	1
2-4	1	0,03	3	2
4-6	6	0,19	19	8
6-8	10	0,31	31	18
8-10	14	0,44	44	32
suma	32	1		

En esta distribución el intervalo de mayor frecuencia es el último, es decir con notas entre 8 y 10, siendo su **valor modal** de **8,44**. Esto evidencia una gran diferencia con los rendimientos obtenidos mediante el modelo experimental.

El porcentaje de alumnos que tienen nota 7 o superior corresponde al **percentil 41**. Esto indica que el 41% de los alumnos tienen nota de parcial inferior a siete, habiendo alcanzado dicha puntuación el 59% del curso.

El histograma y su correspondiente polígono de frecuencias son:



En este último gráfico poligonal se observa que la distribución de los casos sigue un comportamiento en forma de “jota”.

Todo este análisis confirma que el modelo aplicado rescata a una gran mayoría de alumnos y evita así el fracaso en Matemática. No discrimina entre aventajados y mediocres sino que trata de orientar hacia el éxito a los jóvenes, salvando diferencias personales, mejorando su desempeño y ajustando el proceso instruccional cuando las circunstancias así lo requieren.

CAPITULO 7

RECAPITULACION Y CONCLUSIONES FINALES

1.1 Análisis de objetivos:

Para este trabajo de investigación se ha establecido como objetivo principal la formulación de **principios y estándares de calidad** para la educación matemática universitaria en el primer nivel de grado, cuya aplicación y logro avalen la efectividad de las acciones formativas, y el efectivo cumplimiento de criterios pedagógicos de personalización de la enseñanza, mediante recursos didácticos de monitoreo y andamiaje cognitivo adecuados a la enseñanza de nivel superior.

En base a la exploración de la situación actual de la enseñanza universitaria y al procesamiento de los datos recabados en el contexto teórico y experimental, se generan criterios de calidad educativa en el ámbito de la enseñanza matemática y se determinan indicadores que permitan la medición de avances.

Asimismo se proponen procedimientos y estrategias correctivas y de enriquecimiento cognitivo, para la aproximación a la calidad total y a la excelencia.

Desde una perspectiva más general, se articulan dichos principios y estándares en un modelo didáctico sistémico que abarca los diferentes aspectos del proceso instruccional.

Los efectos directos de la adopción del modelo se resumen en una mejora de la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, tal como se desprende de la comparación de los procedimientos de enseñanza tradicional con el análisis de resultados procedentes tanto en la experimentación como en la validación del mismo.

Como efectos indirectos de su aplicación se señalan el incremento de alumnos promocionados, del promedio general de grupo en la evaluación sumativa y la disminución de la repitencia.

El modelo didáctico emergente de la investigación provee un conjunto de estrategias planificadas persiguiendo la calidad de proceso en cada una de sus etapas, en vez de examinar la calidad mediante inspección final. En educación el reconocimiento de la no calidad mediante inspección final es sinónimo de fracaso y repitencia, ya que no es un proceso que admita retrabajos o descartes pues su materia prima son recursos humanos. La inspección de cada una de las etapas permite un *feedback* permanente orientado hacia la mejora continua - conceptualización de Edward Deming, Capítulo 1, página 28 - y a la detección de errores y debilidades, tanto desde la visión del alumno como del docente. Ello brinda la posibilidad de diseñar, implementar y evaluar medidas correctivas como sinónimos de medidas preventivas para asegurar el éxito.

El modelo, puesto en práctica en una primera instancia, mejorado de acuerdo a las fortalezas y falencias detectadas y validado en una segunda instancia, muestra claras evidencias de eficiencia y eficacia. Tanto las encuestas a los alumnos, principales artífices del proceso, y los resultados cualitativos y cuantitativos son pruebas contundentes de la mejora originada con este nuevo paradigma didáctico basado en pautas de calidad.

El modelo provisional elaborado permite estipular criterios de calidad educativa en el contexto de la enseñanza matemática universitaria, diseñar estrategias para su verificación - *test* de acreditación de estándares - generar una metodología didáctica tendiente a mejorar el rendimiento de los discentes ingresantes al nivel superior e implementar una pedagogía correctiva, todo ello en pro de la consecución de un movimiento continuo hacia la calidad total y la excelencia.

Los resultados expuestos - Capítulo 6 - son una nítida evidencia de la mejora manifestada en el desempeño de los estudiantes de los cursos de Matemática en los que se ha puesto en práctica el modelo.

Entre los aspectos relevantes se señalan:

- El análisis estadístico de los datos recabados en la fase experimental permite asegurar con un 95% y un 99% de confianza que la mejora en el desempeño de los alumnos se debe al modelo didáctico aplicado y no al azar.
- En el grupo control de Licenciatura en Organización Industrial, han obtenido nota de promoción - 6 o más - en el parcial correspondiente a Derivada y Aplicaciones de la derivada, el 35%, mientras que en el grupo experimental el 76%.
- En el **grupo experimental** de la carrera Ingeniería Civil promocionaron dicho parcial el 75%, mientras **que en el grupo de Ingeniería Electromecánica** alcanzaron la promoción el 34%.
- Observando el rendimiento de los alumnos del grupo experimental, al finalizar el ciclo lectivo, su porcentaje de promoción de la materia completa ha sido del 59%, mientras que en el grupo control ha resultado del 48%. Cabe acotar que los estudiantes que han cursado bajo la nueva metodología han mejorado sus hábitos y estrategias de estudio manteniendo un buen desempeño hasta alcanzar la promoción total de la materia.
- La representación gráfica de la distribución de resultados de las evaluaciones sumativas, adquiere forma de curva en “Jota”, contra la tradicional “campana” correspondiente a la distribución gaussiana. - Capítulo 6, página 348.

1.2 Implicaciones teóricas y prácticas

El trabajo pretende sugerir, desde una perspectiva teórica, un modelo para la enseñanza de la matemática en el primer año de una carrera superior, brindando diferentes estrategias para cada una de las etapas en las que se divide la instrucción. Toda persona interesada en la educación matemática, puede encontrar en los principios que lo avalan, los criterios de calidad

pertinentes, tanto para su enseñanza - visión del docente - como para su aprendizaje - visión del discente.

La investigación procura acercar la teoría de la Calidad Total a la Enseñanza universitaria y sus procesos, detectando los aspectos que definen la calidad final de un alumno egresado de un curso de matemática del primer nivel, fijando criterios de evaluación y estándares mínimos de acreditación de los mismos.

Desde el punto de vista práctico, surge un cambio de actitud por parte de los estudiantes para abordar responsabilidades y compromisos acordes con el contexto universitario. Esto genera un beneficio a futuro, pues desarrolla en ellos competencias requeridas por la sociedad del conocimiento actual, para el progreso y el éxito académico en los años superiores.

1.3 Líneas a futuro

Este trabajo de tesis presenta la subjetividad que caracteriza al investigador, siendo por lo tanto provechoso para la comunidad educativa, que otros docente, especialistas en enseñanza de la matemática en el ámbito universitario, pongan a prueba el modelo emergente para establecer comparaciones y consensuar el análisis crítico.

Su aplicación en cursos introductorios proporcionaría una visión desde otra perspectiva, la que podría integrarse a las experiencias y vivencias incluidas en el presente trabajo, logrando de esa manera un enfoque globalizador del nuevo paradigma, desde el momento mismo en que el alumno ingresa a la Universidad.

Bibliografía

Libros sobre el proceso instruccional

- Ausubel, D.P., J. Novak y H. Hanesian - 1977 - Psicología educativa - Un punto de vista cognoscitivo” - Segunda edición - México - Trillas.
- Birzea, C. - 1984 - La pedagogía del éxito - Barcelona - Gedisa.
- Sánchez Iniesta, T. - 1995 - La construcción del aprendizaje en el aula - Buenos Aires - Magisterio del Río de la Plata.
- Luchetti, E. y O. Berlanda - 1998 - El diagnóstico en el aula - Buenos Aires - Magisterio del Río de la Plata.
- Constantino, G. - 1995 - Didáctica Cognitiva - Buenos Aires - CIAFIC ediciones.
- Carraher, T., D. Carraher y A. Schliemann - 1988 - En la vida diez, en la escuela cero - México - Siglo XXI.
- Tishman, S., D. Perkins y E. Jay - 1994 - Un aula para pensar - Buenos Aires - Aique Grupo Editor S.A.
- Resnick, L. y W. Ford - 1990 - La enseñanza de las Matemática y sus fundamentos psicológicos - Barcelona- Paidós.
- Parra, C. e I. Saiz - 1994 - Didáctica de Matemáticas - Aportes y reflexiones - Buenos Aires - Paidós.
- Hernández Fernández, H., J- Delgado Rubí y B. Fernández de Alaíza - 1997 - Cuestiones de didáctica de la matemática - Rosario - Homo Sapiens Ediciones.

- Rey, M. - 1993 - Seis ensayos en busca del pensamiento perdido - Reflexiones sobre los procesos de aprendizaje - Buenos Aires - Magisterio del Río de la Plata.
- Minnick Santa, C. y D. Alvermann - 1994 - Una didáctica de las Ciencias, Procesos y aplicaciones - Buenos Aires - Aique Grupo Editor S.A.
- Orton, A. - 1990 - Didáctica de las Matemáticas - Madrid - Morata.
- Reigeluth, Ch. - 1999 - Diseño de la Instrucción - Teorías y modelos - Madrid - Santillana.
- Ander - Egg, E. - 1980 - Técnicas de Investigación Social - Buenos Aires - El Cid.
- Marton, F.- 2004 - Classroom Discourse and the Space of Learning - London - LEA. -
- Camilloni, A., S. Celman, E. Litwin y M. Palou - 1998 - La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo - Buenos Aires - Paidós.
- Brousseau, G. - 1997 - Theory of Didactical Situations in Mathematics - Londres - Kluwer Academic Publishers.
- Chevallard Y. - 1991 - La transposición didáctica - Del saber Sabio al Saber Enseñado - Buenos Aires - Aique grupo editor.
- Strucchi, E. 1991 - Inventario de Estrategias de Aprendizaje y Estudio - Universidad de Buenos Aires - Buenos Aires - Psicoteca editorial.
- Bixio, C. - 1998 - Enseñar a aprender - Construir un espacio colectivo de enseñanza - aprendizaje - Rosario - Homo Sapiens.
- Bixio, C. - 1995 - La disyuntiva de enseñar o esperar que el niño aprenda - Rosario - Homo Sapiens.

- Bixio, C. - 1997 - Aprendizajes significativos en la E.G.B. Conceptos, estrategias y propuestas didácticas - Rosario - Homo Sapiens.
- Artigue, M., R. Douady, L. Moreno, P. Gómez (Editor) - 1995 - Ingeniería Didáctica en Educación Matemática - Un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas - Bogotá - Grupo Editorial Iberoamérica.
- Ander - Egg, E. - 1995 - La planificación educativa - Conceptos, métodos, estrategias y técnicas para educadores - Buenos Aires - Magisterio del Río de la Plata.
- Sanjurjo, L., M. Vera - 1994 - Aprendizaje significativo y enseñanza en los niveles medio y superior - Rosario - Homo Sapiens.
- Gómez, P., P. Perry (Editores) - 1996 - La problemática de las matemáticas escolares - México - Grupo Editorial Iberoamérica.
- Boggino, N. - ¿Problemas de aprendizaje o aprendizaje problemático? - Estrategias didácticas para prevenir dificultades en el aprendizaje - 1998 - Rosario - Homo Sapiens.
- Polya, G. - 1965 - Cómo plantear y resolver problemas - México - Trillas.
- Notoria Peña, A., A. Molina Rubio, A. de Luque Sánchez. 1996. Los mapas conceptuales en el aula. Buenos Aires. Magisterio del Río de la Plata.
- Santos Guerra, M. 1996. Evaluación Educativa. Volumen 2. Buenos Aires. Magisterio del Río de la Plata.

Sitios web sobre el proceso instruccional

- Osorio G. F. - 1998 - ¿Qué es la epistemología? Universidad de Chile - Revisado julio, 2004 de:
<http://rehue.csociales.uchile.cl/antropologia/ques.htm>
- Ramo García, A. - 1999 - Revisado agosto, 2004 de:
<http://www.educa.aragob.es/aplicadi/didac/dida27.htm>
- García González, E. - 2001- Piaget: La formación de la inteligencia - México. - Revisado, abril 2004 de:
<http://www.cnep.org.mx/Informacion/teorica/educadores/piaget.htm>
- LAHITTE, L.E. ¿Qué es el constructivismo? Revisado junio, 2004 de:
<http://www.educainformatica.com.ar/docentes/tuarticulo/educacion/constructiv/>
- Ramos Ruíz V., M. del C. Importancia de los modelos de enseñanza. Revisado junio, 2004 de:
<http://www.uag.mx/63/a02-02.htm>
- Smith, M. - “John Dewey” - 2001 - Revisado agosto, 2004 de:
<http://www.infed.org/thinkers/et-dewey.htm>
- Smith, M. “Howard Gardner - Multiple intelligences and education” - 2002- The encyclopaedia of informal education- Revisado junio, 2004 de:
<http://www.infed.org/thinkers/gardner.htm>
- Hee-Sun Lee & Soo-Young Lee – 1996 - Educational Studies - School of Education - University of Michigan - Revisado junio, 2004 de:
<http://www.umich.edu/~ed626/626.html#presentations>

- Giovanni Cabrera Castillo, H. – “Estrategias de Enseñanza” – Universidad del Valle – Cali – Colombia - Revisado Julio, 2004 de:
<http://www.monografias.com/trabajos14/estrat-ensenanza/estrat-ensenanza.shtml> - 13-05-04
- The LASSI (*Learning & Study Strategies Inventory*) - Revisado, abril de 2004 de:
<http://vcs.ccc.cccd.edu/crs/star/educ120/LASSI.htm#Concentration>
- Vargas Valdez, O. - Bases para la formación de competencias en la docencia universitaria - Revisado, mayo de 2004 de:
<http://www.monografias.com/trabajos15/docencia-universitaria/docencia-universitaria.shtml>
- Smith, M. K. - 2002 - *Howard Gardner and multiple intelligences, The encyclopedia of informal education* - Revisado, mayo de 2004 de:
<http://www.infed.org/thinkers/gardner.htm>
- Labarca Carranza, A. El método científico aplicado a las Ciencias de la Educación. Revisado en diciembre de 2005 de
http://www.umce.cl/publicaciones/mie/mie_modulo1.pdf

Sitios web sobre educación matemática

- De Guzmán, M. - Tendencias innovadoras en Educación Matemática - Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura - Revisado junio de 2004 de:
<http://www.oei.es/edumat.htm>
- Recio, T. - Problemas de la educación matemática en la universidad - Universidad de Cantabria - Revisado julio de 2004 de:
<http://ochoa.mat.ucm.es/~guzman/00edumatuniv/tomasrecioresumen.doc>
- González Guajardo, H. - Relación entre Teoría y Práctica en Educación Matemática - Universidad de Santiago de Chile - Revisado de:
<http://lemc.usach.cl/jt/mr2.doc>
- Godino, J.; C. Batanero - Significado institucional y personal de los Objetos Matemáticos- Revisado septiembre diciembre de 2004 de:
http://www.ugr.es/~jgodino/funciones-semioticas/03_SignificadosIP_RDM94.pdf
- Godino, J. - Un enfoque ontológico y Semiótico de la Cognición Matemática - Revisado septiembre diciembre de 2004 de:
http://www.ugr.es/~jgodino/funciones-semioticas/04_enfoque_ontosemiotico.pdf
- Godino, J., M. Wilhelmi y D. Bencomo- Criterios de idoneidad de un proceso de instrucción matemática - Aplicación a una experiencia de enseñanza de la noción de función - Revisado diciembre de 2004 de:
http://www.ugr.es/~jgodino/funciones-semioticas/criterios_idoneidad_funcion.doc

- Godino, J. C. Batanero y V. Fonts - Análisis de Procesos de Instrucción basado en el enfoque ontológico - semiótico de la Cognición Matemática - Revisado diciembre de 2004 de:
http://www.ugr.es/~jgodino/funciones-semioticas/analisis_procesos_instruccion.pdf
- Godino, J. - Teoría de las funciones semióticas - Revisado diciembre de 2004 de:
<http://www.ugr.es/~jgodino/funciones-semioticas/monografiatfs.pdf>
- Gómez i Urgellés, J. - Modelización matemática - Revisado diciembre de 2004 de:
<http://www-ma4.upc.es/~modelitzacio/>
- Alonso Berenguer, I. - El problema matemático y su proceso de resolución. una perspectiva desde la teoría del procesamiento de la información - Revisado de:
http://www.iberomat.uji.es/carpeta/posters/isabel_alonso.doc
- Gómez i Urgellés, J. - La Ingeniería como escenario y los Modelos Matemáticos como actores - Universitat Politècnica de Catalunya.. Revisado marzo de 2005 de:
http://www.iberomat.uji.es/carpeta/posters/149_joan_gomez.doc
- Castillo, J. - El aprendizaje cooperativo en la enseñanza de matemática - Revisado julio de 2005 de:
http://www.monografias.com/trabajos4/aprend_mat/aprend_mat.shtml
- Herbst, P. - Articulación y estructuración de las concepciones en la clase de matemáticas - *The University of Michigan* - Revisado julio de 2005 de:
<http://www.lettredelapreuve.it/Newsletter/000304Theme/000304ThemeES.html>
- Block, D. y A. Papacostas - Didáctica Constructivista y matemáticas: una introducción- Revista "Cero en Conducta", año 1, No. 4 - Revisado mayo de 2005 de:
<http://www.educadormarista.com/ARTICULOS/didacticaymatematicas.htm>

- Carreto Palma, E. - La construcción de las convenciones matemáticas de los exponentes a través de la variación - Seminario de Investigación en Matemática Educativa - Revisado mayo de 2005 de:
<http://www.cimateuagro.org/seminariocimate/sesion4-30Ene2004p1.htm>
- Ávila, A. - El maestro y el contrato didáctico en la teoría brousseauiana - México - Artículo publicado en Educación Matemática. Vol. 13. Número 3. Dic. 2001 - Editorial Iberoamérica - Revisado en marzo de 2005 de:
<http://descartes.ajusco.upn.mx/varios/piem/publicaas01.html>
- García Cruz, J. La Didáctica de las Matemáticas: una visión general- Revisado feberor de 2005 de:
<http://nti.educa.rcanaria.es/rtee/didmat.htm#prob>
- Chevallard. Y. - El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico - Revisado marzo de 2005 de:
www.uaq.mx/matematicas/redm/art/a1005.pdf

Libros sobre calidad

- Irurzun, L. - Evaluación educativa orientada a la calidad - 2000 - Buenos Aires - Fundec.
- Casassus, J. y V. Arancibia - 1997 - Claves para una Educación de Calidad - Buenos Aires - Kapelusz.
- Biggs, J. - 2005 - Calidad del aprendizaje universitario - Madrid - Narcea ediciones.
- Gutierrez, M. - 1992 - Administrar para la calidad - México - Grupo Noriega Editores.
- Rico, R. - 1998 - Calidad Estratégica Total: Total Quality Management - Buenos Aires - Macchi.
- Besterfield, D.- 1994 - Control de Calidad - México - Prentice Hall.
- Danishewsky, R. - 1999 - Calidad total - Aspectos conceptuales - Apuntes de cátedra Maestría en Ingeniería en Calidad.
- Filmus, D. (Comp.) - 1995 - Los condicionantes de la calidad educativa - Buenos Aires - Ediciones Novedades Educativas.
- López Rupérez, F. - La gestión de la calidad en educación - Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. - Buenos Aires - La Muralla S.A.
- Calero A., C. Colbeck, P. Terenzini - Indicadores Universitarios - Tendencias y experiencias Internacionales - Ministerio de Educación de la Nación - Secretaría de Educación Superior - Buenos Aires - Marta Kisilevsky (Coord.) Eudeba
- Norma IRAM 3000 – Guía de Interpretación de la IRAM – ISO 9001 para la Educación.

- Dalziel, M., J. Cubeiro, G. Fernández - Las competencias: clave para una gestión integrada de los recursos humanos - Deusto ediciones.
- Álvarez Tostado, C. 1997. Calidad de la Educación. Buenos Aires. Magisterio del Río de la Plata.

Sitios web sobre Calidad

- Hazas, G. - Apuntes de Calidad Total - Revisado diciembre, 2003 de:
<http://www.geocities.com/gehg48/APUNTCALID.html>
- Sales, M.- Biblioteca Virtual. Uch-rrhh. Management. Calidad Total y Reingeniería. Revisado noviembre, 2003 de:
<http://www.uch.edu.ar/rrhh/calidad/htm>.
- Sánchez, P., D. Linares e Y. Peña - 2000 – El proceso de producción reflejado en: la educación la calidad y la globalización – Universidad Santa María – Caracas – Revisado septiembre, 2003 de:
<http://server2.southlink.com.ar/vap/EDUCACION,%20CALIDAD%20Y%20GLOBALIZACION.htm>
- *Nacional Council of Teachers of Mathematics - Principles and Standards for School Mathematics* – <http://standards.nctm.org/>
- Sierra Orrantia, J. ISEI-IVEI Hezkuntza, Unibertsitate eta Ikerketa Saila – Revisado agosto, 2003 de:
<http://www.sc.ehu.es/hdwcite/castellano/Objetivo%20una%20educaci%F3n%20de%20calidad.pdf>

- Aña, D. - 1998 - Igualdad y Calidad en la Educación Matemática - Revisado abril de 2004 de:
<http://emmy.nmsu.edu/breakingaway/notas/igualdad.html>
- Sherman, J.D., S. D. Honegger, J. McGivern - Comparative Indicators of Education in the United States and Other G-8 Countries: 2002 - Revisado, abril de 2004 de:
<http://www.nces.ed.gov/surveys/international/IntlIndicators/>
- De Guzmán, M. - El papel del matemático en la Educación Matemática - Conferencia en el Octavo Congreso Internacional de Educación Matemática ICME-8 (Sevilla 1996), publicada en las Actas del Congreso, Sociedad Andaluza de Educación Matemática "THALES", Sevilla, 1998 - Revisado abril de 2004 de:
<http://usuarios.bitmailer.com/mdeguzman/guzmanpa/papeldelmatematico.htm>
- Ruano, C. - Más allá de la evaluación por resultados: planteamientos metodológicos en torno al proceso de autoanálisis institucional y la construcción de indicadores de la calidad educativa en el contexto universitario - *Canadian International Development Agency* - OEI-Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653) - Revisado, agosto de 2004 de <http://campus-oei.servidorprivado.com/oeivirt/r.htm>
- Sánchez, P., D. Linares, Y. Peña - Junio de 2000 - El proceso de producción reflejado en: la educación, la calidad y la globalización - Revisado, septiembre de 2003 de:
<http://server2.southlink.com.ar/vap/EDUCACION,%20CALIDAD%20Y%20GLOBALIZACION.htm>
- Molina Treviño, A, - Agosto de 2001 - Gestión de la calidad de la educación universitaria - Experiencias de universidades catalanas - Revisado, septiembre de 2003 de:
http://www.uniram.com.ar/Anteriores_Jornadas/Tucum%C3%A1n/Ponencias/Gestion.doc

- Casassus, J., V. Arancibia, J. Froemel - Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de Calidad de la Educación - Revisado, julio de 2004 de:
<http://www.campus-oei.org/oeivirt/rie10a10.htm>
- Montes Iturrizaga, I. - Estándares educativos y medición de la calidad - Revisado marzo de 2004 de http://www.agendaeducativa.org.pe/nueva/articulos_par3.htm
- Ortiz Ocaña, A. - Metodología para la enseñanza problémica: Una alternativa didáctica para el aprendizaje desarrollador en el contexto de la universalización de la educación superior pedagógica. Revisado diciembre de 2003 de
<http://www.monografias.com/trabajos13/metodg/metodg.shtml>