



INTEGRACIÓN Y USO DE TICS A TRAVÉS DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS NO PRESENCIALES (ACNP) EN QUÍMICA PARA LA FORMACIÓN DE COMPETENCIAS EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

Mauren Fuentes Mora, Vanina Mazzieri, Carlos A. Avalis

Departamento Materias Básicas. Facultad Regional Santa Fe. Universidad Tecnológica Nacional. Santa Fe. Argentina
mfuentes@santafe-conicet.gov.ar, vanimazzieri@hotmail.com, cavalis@frsf.utn.edu.ar

Resumen. El conocimiento científico y tecnológico se ha convertido en un elemento esencial para el funcionamiento de las sociedades modernas. Los avances que se han venido observando en materia de tecnología aplicada a la educación, necesariamente han generado cambios en el paradigma de la forma en cómo se enseña y se aprende. Una de las herramientas más importantes que son aplicables a este contexto, son las aulas o entornos virtuales de aprendizaje, que favorecen una mayor competitividad y posicionamiento como entidad de Educación Superior y genera una cultura del uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Este trabajo presenta la evaluación taxonómica de cuatro actividades complementarias no presenciales (ACNP) de la asignatura Química General con el objetivo de integrar conocimientos de la materia y fomentar la formación de competencias en estudiantes universitarios de las carreras de Ingeniería Mecánica, Sistemas, Civil y Eléctrica de la Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional (FRSF-UTN). Estas actividades se realizan en forma grupal y están dispuestas en el Campus Virtual de la Facultad. Del análisis taxonómico de las ACNPs se pudo concluir que más del 50% de las respuestas alcanzaron las categorías de entendimiento profundo (SOLO), siendo satisfactoria la experiencia.

Palabras Clave: Integración de conocimientos, Competencias, Estrategias de enseñanza en Ingeniería, Uso de TICS.

1 Introducción

Una enseñanza basada en competencias se orienta a formar ciudadanos para un mundo en plena transformación, capaces de afrontar situaciones y problemas de la vida cotidiana. La búsqueda de soluciones a determinados problemas en cualquier área del conocimiento no es algo innato a las personas, sino que depende de las competencias que tienen dentro de esa área. Estas competencias básicas tienen la finalidad de fomentar un aprendizaje continuo, desarrollar las capacidades necesarias para desenvolverse en la sociedad actual y promover valores que sustentan la práctica de una ciudadanía democrática y la cohesión social (Pérez Gómez, 2007). Se trata de integrar una enseñanza/aprendizaje de conocimientos con la adquisición y desarrollo de competencias, especialmente la de transferir los conocimientos aprendidos a otros contextos, formando de este modo personas con alto grado de alfabetización científica (Biggs, 2005). Las competencias en comunicación lingüística, matemática, conocimiento e interacción con el mundo físico, tratamiento de la información y “aprender a aprender”, son algunas a las que se presta mayor atención en este trabajo (Coll, 2007).

Los avances que se han venido observando en la última década en materia de tecnología aplicada a la educación, necesariamente han generado cambios en el paradigma de la forma en cómo se enseña y se aprende. Una de las herramientas más importantes que son aplicables a este contexto, son las aulas o entornos virtuales de aprendizaje, que favorecen una mayor competitividad y posicionamiento como entidad de Educación Superior y genera una cultura del uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (Díaz-Barriga, 2009).

Durante la trayectoria docente del grupo, siempre ha existido la preocupación por cómo lograr que los estudiantes integren los conocimientos de los temas desarrollados en la asignatura. Y más aún, cómo conectar el trabajo del aula a situaciones concretas, no sólo dentro de la vida académica sino del mundo exterior, de acuerdo con el perfil del futuro profesional. Es por ello que se pretende abordar la práctica en el aula desde una perspectiva epistemológica constructivista del conocimiento y con los aportes teórico-metodológicos de la



pedagogía de la integración. Para Roegiers (2007) “la integración de los conocimientos consiste, para el educando, en articular diferentes conocimientos y movilizarlos en situación: conocimientos particulares, conceptos, saber-hacer, reglas, procedimientos, etc”. En una formación profesional, la situación de integración es una situación similar a la que el estudiante podría verse confrontado en la vida profesional. Es dar un paso más allá de la adquisición de conocimientos, es ponerlos en juego. De acuerdo a este enfoque, una competencia es “la posibilidad, para un individuo, de movilizar, de manera interiorizada, un conjunto integrado de recursos con miras a resolver una familia de situaciones-problemas” (Roegiers, 2007). Para Le Boterf (2000) la persona competente es la que sabe construir saberes para gestionar situaciones profesionales que cada vez son más complejas. Para Roegiers (2007), lo que caracteriza la competencia es que moviliza diferentes capacidades y diferentes contenidos, pero además debe hacerse en “situación”. Por lo tanto, la competencia es inseparable de la posibilidad de actuar. Por otra parte, sólo se puede ser competente si se es capaz de integrar un conjunto de saberes que se han aprendido.

A continuación, se realiza una descripción de la metodología usada para integrar y evaluar conocimientos a través de las actividades propuestas por el equipo docente.

2 Metodología

Se diseñaron cuatro actividades complementarias no presenciales (ACNP) de la asignatura Química General. Los principales objetivos de la propuesta son poner en práctica lo aprendido a través de un trabajo autónomo en un entorno virtual, y evaluar taxonómicamente su progresión.

Se consideran como modalidades no presenciales las actividades que los estudiantes pueden realizar libremente, bien de forma individual (desarrollar la capacidad de autoaprendizaje) o mediante trabajo en grupo (aprendizaje social). Estas ACNPs consisten en la observación y análisis de videos desarrollados en la Unidad de Docencia Básica (UDB) Química. Se presentan experiencias de laboratorio sencillas sobre conceptos fundamentales de la asignatura, las que deben ser analizadas y sobre las cuales se establecen preguntas para evaluar los conocimientos aprendidos. Los estudiantes tienen acceso a las propuestas a través del Campus de la Facultad y canales de la UDB en YouTube.

Se trabajó con estudiantes regulares de Química General de las carreras de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Civil, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería en Sistemas de Información. Se trata de un trabajo grupal (cooperativo), organizado en grupos de tres o cuatro estudiantes en forma aleatoria en cada carrera y en cada año.

Para la evaluación se utiliza la Taxonomía SOLO (Structured of the Observed Learning Outcomes; Biggs, 2005), que permite clasificar en cinco niveles el resultado de una tarea de aprendizaje en función de su organización estructural:

Aprendizajes superficiales

I. Preestructural: respuestas erróneas que no dan pruebas de un aprendizaje relevante.

II. Uniestructural: respuestas que sólo cumplen con una parte de la tarea, pasan por alto atributos importantes.

III. Multiestructural: respuestas donde no se aborda la cuestión clave, se cuentan conocimientos sin estructurarlos debidamente.

Entendimiento profundo

IV. Relacional: cambio cualitativo en el aprendizaje y la comprensión, se aborda un punto dándole sentido a la contribución.

V. Abstracto ampliado: respuesta abstracta ampliada que trasciende lo dado.

3 Muestra y Actividades

La Tabla 1 resume el total de estudiantes evaluado por carreras en forma grupal. Se presentan las cuatro ACNPs desarrolladas en el período 2017-2019.

A continuación, se presentan en forma de recuadros las actividades que debieron desarrollar los estudiantes en cada ACNP, luego de la observación y análisis de los videos disponibles en el Campus de la FRSF y el canal de la UDB de Química en Youtube.

**Tabla 1.** Muestras evaluadas en cada ACNP. Incluye el total de estudiantes y carreras participantes.

ACNP	Total de grupos	Total de estudiantes	Carreras participantes			
			Ing. Mecánica	Ing. Eléctrica	Ing. Civil	Ing. Sistemas
ACNP 1	32	96	X	X		
ACNP 2	85	420	X	X	X	X
ACNP 3	85	420	X	X	X	X
ACNP 4	34	109	X	X	X	

ACNP 1 (<https://www.youtube.com/watch?v=FMwYLYM4Khl>) **Año 2017**

Justificar desde el punto de vista nanoscópico las experiencias y actividades relacionadas con las sustancias: sulfato de cobre (II), agua y dióxido de silicio.

(a) Completar una grilla en la que se debe identificar para las sustancias mencionadas:

(a.1) Tipo de enlace químico presente

(a.2) Unidad estructural

(a.3) Enlaces entre las unidades estructurales

Fundamentar.

(b) Argumentar usando la información anterior: ¿qué condiciones se deben satisfacer para que una mezcla de sustancias forme una solución?

(c) Indicar en qué forma se encuentra el soluto en la solución, en el ejemplo dado.

(d) Enunciar la regla empírica que permite predecir la formación de una disolución.

ACNP 2 (<https://www.youtube.com/watch?v=LzpV6-FNZMA&feature=youtu.be>) **Año 2018**

La actividad involucra sustancias como: agua, cobre, bronce, dicromato de potasio, disolución de sulfato de cobre (II).

ACNP 3 (<https://www.youtube.com/watch?v=GP6FPLHfzW4&feature=youtu.be>) **Año 2018**

La actividad involucra sustancias como: disolución de ácido sulfúrico, granallas de cinc, disolución de sulfato de cinc e hidrógeno.

Ambas actividades incorporan conceptos similares y permiten evaluar la progresión del nivel de interpretación y la calidad con la que se brindan las respuestas.

En ambas actividades debieron responder cuestionarios con las siguientes preguntas:

(a) Escribir las fórmulas químicas.

(b) Clasificar las sustancias en simples, compuestas o mezclas.

(c) Agrupar las sustancias puras en iónicas, covalentes o metálicas.

(d) Realizar las estructuras puntos de Lewis de las sustancias puras.

(e) Identificar las propiedades intensivas y extensivas que se presentan.

La competencia matemática es evaluada en la ACNP 3 a través de la siguiente consigna:

(f) Resolver un problema integrado de estequiometría y concentraciones.

ACNP 4 (<https://www.youtube.com/watch?v=G1cWr3Sy5Io>) **Año 2019**

La actividad está relacionada con los temas *solubilidad* y *cálculo de concentraciones*. Se trata de experiencias realizadas a diferentes temperaturas e involucra sustancias como: nitrato de potasio, urea, azufre y agua.

Preguntas a responder:

(a) ¿Qué solutos se disuelven a temperatura ambiente y por qué?

(b) ¿Cuál es la propiedad que determina la capacidad de un solvente para disolver un soluto?

(c) Para la parte I (a temperatura ambiente), ¿cómo clasifica las soluciones obtenidas en función del soluto disuelto?

(d) ¿Por qué el sistema de nitrato de potasio es homogéneo y el de urea es heterogéneo?

(e) ¿Cuál es la concentración aproximada de la solución de nitrato de potasio? Expresar en porcentaje masa/masa, molaridad y molalidad.

(f) ¿Cuál es la concentración aproximada de la solución de urea? Expresar en porcentaje masa/masa, molaridad y molalidad.

(g) ¿Qué variables pueden modificarse para lograr la disolución completa de nitrato de potasio? Justifique.



4 Resultados

Resultados ACNP 1: La Tabla 2 muestra un resumen de los resultados de la evaluación taxonómica por pregunta. Respecto a la pregunta (a), un alto porcentaje de estudiantes (nivel IV, entendimiento profundo) reconocen las unidades estructurales que forman las sustancias presentadas, como así también tipos de uniones intra e interunidades estructurales, a excepción de las uniones intramoleculares en el SiO_2 , lo que les permite integrar estos conocimientos y construir una explicación que permite justificar adecuadamente el fenómeno nanoscópico de la disolución de un sólido iónico soluble en el agua.

En relación con el enlace entre unidades estructurales del SiO_2 , el porcentaje de respuestas correctas es bajo, este es un caso especial porque se trata de un compuesto con enlace covalente, pero en este caso está presente el silicio Si que tiene muy alta capacidad de enlace y la unión entre Si y O se da como un enrejado infinito de átomos unidos covalentemente, son redes covalentes atómicas. Las unidades partículas son átomos y no moléculas como lo normalmente esperado en compuestos covalentes.

En cuanto a las condiciones para que se forme una disolución, las respuestas más comunes (nivel III, aprendizaje superficial) se basan en que las sustancias deben ser similares; por ejemplo, las sustancias polares disuelven a las polares o iónicas, por eso se disuelve el sulfato de cobre (II) (iónico) en el agua (molécula polar). Otras, involucran la interacción de los iones del sulfato de cobre (II) con los dipolos del agua, o directamente explican el proceso de disolución de un sólido iónico para alcanzar categoría IV.

Las respuestas (c) y (d) tuvieron un buen nivel de resolución (75% nivel IV) con respuestas sobre la forma iónica del soluto y la regla que dicta “lo semejante disuelve a lo semejante”.

Tabla 2. Resultados de la evaluación taxonómica ACNP 1.

Preg.	Taxonomía (%)				
	I	II	III	IV	V
(a.1)	6.25	0	4.25	89.5	0
(a.2)	56.2	8.9	25.1	9.8	0
(a.3)	45.83	4.91	8.64	40.62	0
(b)	12.5	28.1	42	17.4	0
(c)	25	0	0	75	0
(d)	25	0	0	75	0

Resultados ACNP 2 y ACNP 3: La Tabla 3 muestra un resumen de los resultados de la evaluación taxonómica por pregunta. Para ambas actividades, las preguntas (b) y (e), relacionadas con la clasificación de las sustancias en simples, compuestas o mezclas y la clasificación de propiedades intensivas y extensivas, respectivamente, resultaron ser las más desfavorables; denotando un aprendizaje superficial (preestructural y uniestructural) entre un 16% y 21%.

En el caso de la pregunta (a), algunos estudiantes no supieron distinguir la presencia de agua en las disoluciones; es decir, su comportamiento como mezcla, definiendo sólo el soluto como compuesto. En la pregunta (e) si bien hubo definiciones correctas sobre los conceptos de propiedades intensivas y extensivas, falló la clasificación.

Tabla 3. Resultados de la evaluación taxonómica ACNPs 2 y 3.

Preg.	Taxonomía (%)									
	Actividad 1					Actividad 2				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
(a)	2	0	0	98	0	0	0	0	100	0
(b)	18	0	0	72	10	11	5	0	64	20
(c)	8	5	0	77	10	5	8	0	72	15
(d)	5	0	0	87	8	0	0	0	92	0
(e)	21	0	0	68	11	20	0	0	65	15
(f)						2	0	10	80	8



Como se puede observar en la Tabla 3, el mayor porcentaje de respuestas para todas las preguntas y en ambas actividades recae en la categoría de entendimiento profundo relacional (IV). Un ligero incremento en la calidad de las respuestas se observa entre ambas actividades, yendo del 10% al 15% y hasta 20% en las preguntas (b), (c) y (e) con clasificación de entendimiento profundo abstracto ampliado (V). La pregunta (c) se basaba en la clasificación de las sustancias de acuerdo a las características de sus enlaces, agrupándolas en iónicas, covalentes o metálicas. La mayor dificultad estuvo dada por reconocer cuándo se trata de una sustancia pura. En muchos casos se clasificaron los solutos de las disoluciones, porque de inicio no se reconoció que se trataba de una mezcla.

Resultados ACNP 4: La Tabla 4 muestra un resumen de los resultados de la evaluación taxonómica por pregunta. Las preguntas (a) y (g), relacionadas con la solubilidad de solutos a temperatura ambiente y los factores de que ésta depende, resultaron ser las más desfavorables; denotando un aprendizaje superficial próximo al 12%.

El mayor porcentaje de respuestas recae en la categoría de entendimiento profundo multiestructural (III) cercano al 58%. Sumado a este valor, alrededor de un 30% de los grupos lograron escalar a una categoría relacional denotando un incremento en la calidad de las respuestas y sólo un grupo reducido de respuestas alcanzó el máximo nivel (poco más del 4%). Las preguntas (e) y (f) sobre el cálculo de la concentración de las soluciones y a través de las cuales se evaluaron las habilidades matemáticas, generaron un 15% de respuestas incorrectas (categoría II) al no considerar el uso de la densidad de las soluciones para calcular la molaridad. A pesar de ello, las respuestas incluidas en las categorías III a la V superan el 90%, por lo que consideramos satisfactoria la experiencia. Sólo un 0.43% de los grupos no logró resolver la última pregunta sobre los factores que inciden en la solubilidad.

Tabla 4. Resultados de la evaluación taxonómica ACNP 4.

Preg.	Taxonomía (%)				
	I	II	III	IV	V
(a)	12.14	0	37.50	47.33	3.03
(b)	3.03	2.57	72.43	21.97	0
(c)	2.57	3.03	73.20	21.2	0
(d)	3.03	2.57	60.33	34.07	0
(e)	0	9.10	51.23	36.64	3.03
(f)	0	6.07	62.90	31.03	0
(g)	8.46	3.04	44.17	16.60	24.70

Las Figuras 1 y 2 muestran, alternativamente, la distribución de niveles por ACNP para establecer la calidad de respuestas en cada actividad (Fig. 1) y una comparación del progreso en la calidad de respuestas durante el período evaluado (Fig. 2).

En forma general, se establecen porcentajes alentadores en las categorías de entendimiento profundo, principalmente en el nivel IV “Relacional”. Nótese que estas actividades fueron propuestas sobre los contenidos del primer cuatrimestre de la materia y corresponde a una asignatura del ciclo básico que se imparte en primer o segundo años de las carreras, donde los estudiantes comienzan a advertir sobre la calidad de las respuestas y el nivel de investigación y autogestión para realizar este tipo de actividades no presenciales.

La ACNP 4 resultó ser satisfactoria en cuanto al incremento del porcentaje de respuestas del nivel V “Abstracto ampliado”, lo que denota una mejor preparación e intención de respuesta en los estudiantes.

Se lograron trabajos que evidencian una mejor integración de conocimientos de la asignatura. Entre los temas que se desarrollaron están: formulación y nomenclatura, estequiometría, estado de la materia, enlaces químicos y soluciones.

Desde el punto de vista metodológico, estos resultados denotan una mejor proyección y perfeccionamiento de la propuesta de enseñanza. Sin dudas, son experiencias mutuas docente - alumnos que enriquecen los procesos de enseñanza y aprendizaje. Hacer uso de métodos taxonómicos también contribuye a mejorar el proceso evaluativo e insistir en la necesidad de que los estudiantes adquieran la competencia de “aprender a aprender”. En Química, la competencia que les permite interactuar con el mundo físico es importante. El análisis de estas experiencias de laboratorio, sustentado con el uso de estas herramientas TICs, contribuyen a brindar mejores

resoluciones a problemas concretos, desarrollar la expresión lingüística, y tener alternativas para manejar información e interpretar los fenómenos del mundo que nos rodea.

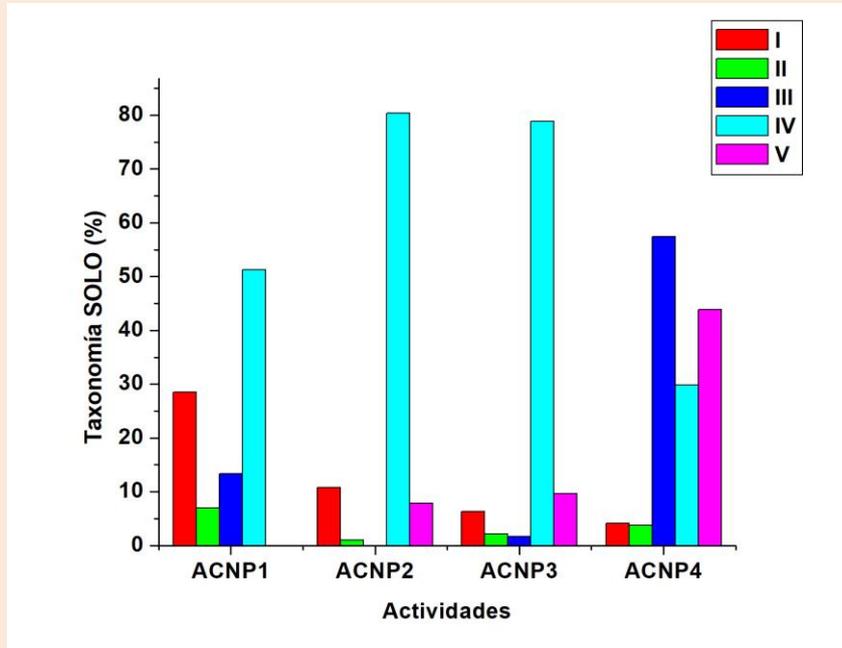


Fig. 1. Distribución de niveles taxonómicos en cada ACNP.

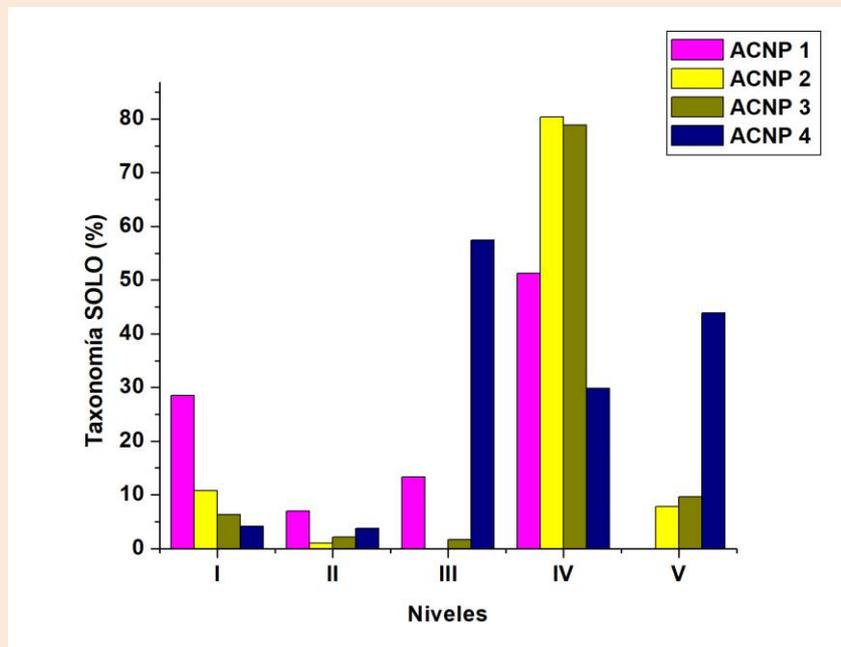


Fig. 2. Progresión por niveles taxonómicos en cada ACNP.



5 Conclusiones

A partir del análisis taxonómico de los resultados de las actividades complementarias no presenciales de la materia Química General del ciclo básico de las carreras de Ingeniería de la FRSF-UTN, se puede concluir que más del 50% de las respuestas alcanzaron las categorías de entendimiento profundo (IV-V).

Se considera satisfactoria la experiencia en el cumplimiento de los objetivos de la materia, la metodología de evaluación empleada y el mejoramiento de la formación de competencias. Además de brindar propuestas complementarias e integradoras para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, se trata de experiencias enriquecedoras que amplían el horizonte visual, lingüístico, comunicacional y matemático del estudiante. Estas propuestas educativas resultan interesantes y cumplen con las expectativas del estudiante actual, que tiene amplias habilidades en el entorno virtual. Por otro lado, les permite a los docentes explotar y hacer un uso correcto de las TICs que están disponibles en el Campus de la Facultad.

Se continuará desarrollando este tipo de actividades que generan autonomía, habilidades para trabajar en equipo y manejar información, competencias básicas que deben adquirir los estudiantes de Educación Superior.

Agradecimientos. Los autores reconocen el aporte financiero provisto por las siguientes instituciones para llevar a cabo esta investigación: Universidad Tecnológica Nacional (UTN) y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina.

Referencias

Biggs, J. (2005). Calidad del aprendizaje universitario. Madrid: Nancea de Ediciones.

Coll, C. (2007). Una encrucijada para la educación escolar. Cuadernos de Pedagogía, N°370.

Díaz-Barriga, F. (2009). Las TIC en la educación y los retos que enfrentan los docentes. Madrid: OEI.

Le Boterf, G. (2000). Ingeniería de las competencias. Barcelona, Gestión 2000/EPISE.

Pérez Gómez, A. (2007). La naturaleza de las competencias básicas y sus aplicaciones pedagógicas. Disponible en: http://213.0.8.18/portal/Educantabria/Descargas/Publicaciones/2007/Cuadernos_Educacion_1.PDF.

Roegiers, X. (2007). Pedagogía de la integración. Competencias e integración de los conocimientos en la enseñanza. San José, Costa Rica: Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana y AECI. Colección IDER.