

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VALORACIÓN DE RUBRICAS DE EVALUACIÓN, APLICADAS A TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO DE FÍSICA EN CARRERAS DE INGENIERÍA. ESTUDIO PRELIMINAR.

STATISTICAL ANALYSIS FOR THE EVALUATION OF SCORING RUBRICS, APPLIED TO PRACTICAL WORK IN PHYSICS LABORATORY IN ENGINEERING CAREERS. PRELIMINAR STUDY.

Presentación: 24/08/2023

## **Rodrigo Agosta**

Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional - Argentina  
ragosta@frsf.utn.edu.ar

## **Fabián Rodolfo Gon**

Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional - Argentina  
fgon@frsf.utn.edu.ar

## **Matías Orué**

Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional - Argentina  
morué@frsf.utn.edu.ar

## **Victoria Flores**

Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional - Argentina  
vflores@frsf.utn.edu.ar

## **Resumen**

Los métodos de diseño y aplicación de Rúbricas requieren revisión continua y participativa para mejorar su eficacia (Mertler, 2001). La famosa cita de Lord Kelvin, "Lo que no se mide, no se puede mejorar", subraya la necesidad de herramientas que permitan cuantificar y analizar el rendimiento de las Rúbricas a través de enfoques estadísticos, respaldando decisiones informadas para mejorar la calidad educativa. Este trabajo presenta conclusiones preliminares de un método de revisión de Rúbricas, evaluando su desempeño en la valoración de informes de laboratorio mediante estadísticas de rango y valor medio. Estas conclusiones ofrecen perspectivas valiosas para desarrollar un enfoque más sólido de revisión, con el potencial de optimizar la calidad de la evaluación educativa.

**Palabras clave:** Enseñanza de Física, Evaluación, Trabajos de Laboratorio, Rúbricas.

## **Abstract**

Rubric design and application methods require ongoing and participatory review to improve their effectiveness (Mertler, 2001). Lord Kelvin's famous quote, "What is not measured, cannot be improved", underscores the need for tools that allow Rubric performance to be quantified and analyzed through statistical approaches, supporting informed decisions to improve educational quality. This paper presents preliminary conclusions of a Rubric review

method, evaluating its performance in the evaluation of laboratory reports through range and mean value statistics. These findings offer valuable insights for developing a more robust review approach, with the potential to improve the quality of educational evaluation.

**Keywords:** Physics Teaching, Evaluation, Laboratory Work, Rubrics.

## Introducción

### Diseño curricular de la cátedra Física

Las planificaciones de cátedra actual de las asignaturas Física I y Física II de la FRSF-UTN permiten a los estudiantes acceder a una instancia de Aprobación Directa, a través de méritos adquiridos durante el año de cursado. Una vez cumplido los requisitos, esta instancia otorga la aprobación de los contenidos, sin necesidad de acceder al examen final globalizador. En caso de no alcanzar los requisitos de Aprobación directa, el estudiante debe recurrir a la instancia de Aprobación de Cursado, para lograr el acceso al examen final.

Para alcanzar cualquiera de estas instancias de aprobación, un estudiante debe cumplir con tareas encomendadas durante el período de cursado, que se dividen en Evaluaciones de Seguimiento (ES), Actividades de Laboratorio (TP) y Exámenes Parciales (EP). La calificación objetivo para la Aprobación Directa es superior a la requerida para la Aprobación de Cursado, ya que exime al estudiante del requerimiento del examen final globalizador. Todas estas instancias son formativas, sumativas y en conjunto permiten evaluar el proceso de cada estudiante.

**Tabla 1:** Competencias de egreso seleccionadas para las asignaturas Física I y Física II.

Competencia	Tipo	Nivel de tributación
CG 4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.	Tecnológica	1
CG 5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	Tecnológica	1
CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	Sociales, Políticas y Actitudinales	2
CG7: Comunicarse con efectividad.	Sociales, Políticas y Actitudinales	2
CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.	Sociales, Políticas y Actitudinales	1
CG9: Aprender en forma continua y autónoma.	Sociales, Políticas y Actitudinales	2

A pesar de que todas las instancias de calificación se realizan con una escala porcentual de puntuación, los docentes de la Unidad Docente Básica de Física (UDB-Física) se encuentran abocados a la transición de metodologías de enseñanza, con el enfoque en competencias, según las directivas del Ministerio de Educación, y los lineamientos expresados por el CONFEDI (2018). Con este objetivo, se definió el impacto esperado en el desarrollo de las competencias de egreso de las carreras de ingeniería (Tabla 1), aplicándolas al nuevo diseño curricular y la planificación de cátedra aprobada para el ciclo lectivo 2023.

Los instrumentos de evaluación son formatos de registro de información. Los docentes utilizan varios instrumentos en diferentes tipos de enseñanza, los cuales tienen características únicas fundamentadas en criterios e indicadores. Estos instrumentos se centran en la evaluación del proceso y permiten describir los objetivos de la evaluación mediante indicadores. (Mereño Almaguer, Lorente Rodríguez y Maribona, 2011). La transformación paulatina de los

instrumentos de evaluación tradicionales, actualizándolos con recomendaciones y técnicas basadas en competencias, requiere un trabajo de capacitación y elaboración, con constante revisión de los nuevos aportes. El desafío es alcanzar una instancia de evaluación no solo sumativa, sino también formativa, que implique un fin pedagógico, que regule o ajuste las estrategias y actividades, al servicio de la formación del estudiante.

La revisión continua de los procesos de enseñanza y evaluación, no solo son observados desde la visión pedagógica. Los sistemas de gestión de calidad (SGOE), avocados a los productos y servicios educativos (ISO21001:2018), enfatizan la necesidad de ciclos de revisión, con enfoque en la mejora continua. Es importante destacar que los SGOE hacen hincapié en la toma de decisiones racional, basada en información.

Este trabajo presenta los avances en la transformación del proceso de evaluación de informes de trabajo de laboratorio, en las cátedras Física I y Física II, de la UDB-Física de la FRSF-UTN, iniciados en 2017, con enfoque en enseñanza por competencias. Desarrolla una propuesta para el análisis del desempeño de una rúbrica, desde una visión estadística. El objetivo, es desarrollar herramientas que permitan la transformación de datos en información útil para la toma de decisiones en el proceso de mejora continua de los servicios de enseñanza.

## Desarrollo

### **La evaluación por competencia y los informes de trabajos de laboratorio.**

El conjunto abarcado comprende 20 grupos de estudiantes, los cuales suelen agrupar entre 700 y 900 alumnos de los dos primeros niveles de las carreras de ingeniería dictadas en la FRSF-UTN. La plantilla docente consta de alrededor de 25 profesores, con una cantidad que varía cada año, de la cual la mitad de ellos se dedican a actividades prácticas. La evaluación correspondiente a Trabajos Prácticos de Laboratorio (TP), se conforma de un amplio proceso con instancias de planificación, exposición teórica, ejecución, presentación de informe escrito, evaluación, calificación y presentación de devoluciones al estudiante. El proceso incluye al menos una instancia de reelaboración, donde el autor tiene la posibilidad de explorar las observaciones realizadas por el docente evaluador, y modificar su producción a fines de alcanzar los requerimientos esperados por la cátedra. Con el enfoque por competencias y las herramientas asociadas, esta instancia se transforma en una oportunidad de auténtico aprendizaje, donde la confrontación de producción escrita frente a los estándares definidos permite al autor resignificar sus aprendizajes y comparar su desarrollo de habilidades. Se establece así, un papel docente comprometido en el diseño y aplicación de instrumentos de evaluación que, por un lado, representen de manera precisa las expectativas para el estudiante y, por otro lado, sean lo suficientemente flexibles como para permitir la expresión individual del alumno, fomentando la transferencia de los conocimientos adquiridos. Estos instrumentos no requieren ser disruptivos en la estructura de enseñanza actual. Todo lo contrario, la revisión y readecuación de las guías y estrategias tradicionales, con paulatinos cambios, se propone como una forma natural de evolución de las metodologías, morigerando los efectos nocivos de la resistencia al cambio.

En el caso particular de los TPs, la dirección de la UDB-Física de la FRSF-UTN definió un grupo de trabajo para el rediseño de los documentos que conforman tanto la instrucción, ejecución y evaluación de los informes escritos presentados por los estudiantes. Como eje de trabajo, se escogió evaluación por rúbrica. Los instrumentos revisados, fueron:

- Guía de Actividades: Instrucciones para la ejecución de los experimentos y consignas requeridas.
- Reglamento de cátedra: Que indican condiciones de entrega, plazos, medios de información y calificaciones requeridas, así como condiciones de recuperación.
- Formato de entrega de informe: Documento digital, disponible como plantilla, con instrucciones y ejemplos de jerarquías de texto, diagramación de tablas, gráficos, ecuaciones. Contiene, además, un encabezado tipo para la inclusión de todos los datos de identificación requeridos por la cátedra.
- Grilla de Rúbricas: Se utilizará para la evaluación de los informes, e instrucciones de uso.

Se inició con una etapa de recopilación de información y diagnóstico de la situación docente, concluyendo la necesidad de trabajar en dos aspectos:

- Implantación por etapas.
- Capacitación gradual de la planta docente.

Esto configura un proceso iterativo de diseño, comunicación, capacitación, implementación y evaluación de desempeño de las nuevas herramientas de trabajo. Para reducir los efectos negativos asociados a grandes cambios, durante la primera implementación se optó por no realizar modificaciones importantes a las guías de actividades. No se afectaron los experimentos realizados y las formas de trabajo en el laboratorio, consignándose estos cambios a una etapa futura.

Inicialmente se enfocó en la elaboración de un formato de presentación. Donde se presentó y distribuyó un documento de referencia con indicaciones detalladas de presentación, similares a las utilizadas en publicaciones científicas y tecnológicas. El objetivo de este instrumento fue establecer un marco de trabajo que permita evaluar las rúbricas asociadas las competencias CG4, CG5 y CG8 y CG9. El segundo instrumento desarrollado, fue una grilla de evaluación por Rúbricas holísticas. Para su diseño, se establecieron elementos generales basados en la experiencia del cuerpo docente. Se buscó transformar elementos intuitivos de evaluación, en marcos de referencia claramente definidos y asociados con las competencias tributadas por las asignaturas. En principio, se utilizaron las recomendaciones de autores reconocidos, así como el aporte de numerosas prácticas publicadas.

En este aspecto, los conceptos introducidos por Mertler (2001) sobre el diseño de Rúbricas, nos sugieren siete pasos básicos:

- Paso 1: Reexaminar los objetivos de aprendizaje que abordará la tarea.
- Paso 2: Identificar los atributos observables específicos que desea ver. Especificar características, habilidades o comportamientos que buscará, así como los errores comunes que no desea ver.
- Paso 3: Identifique formas de describir el desempeño por encima del promedio, promedio y por debajo del promedio para cada atributo observable identificado en el Paso 2.
- Paso 4a: Para rúbricas holísticas, escriba descripciones narrativas exhaustivas para trabajos excelentes y trabajos deficientes que incorporen cada atributo en la descripción (altos y bajos).
- Paso 5a: Para rúbricas holísticas, complete descripciones para todos los niveles intermedios de rendimiento.
- Paso 6: Recopile muestras del trabajo de los estudiantes que ejemplifiquen cada nivel.
- Paso 7: Revise la rúbrica, según sea necesario. Esté preparado para reflexionar sobre la efectividad de la rúbrica y revisarla antes de su próxima implementación.

La revisión de pares sugirió que las descripciones exhaustivas (pasos 4 y 5) dificultan el proceso de calificación debido a la necesidad de relectura. Con el fin de agilizar la referencia rápida, se asignó una “etiqueta” única, constituida por una sola palabra, irreplicable en la grilla, permitiendo referenciar al contenido completo del texto de manera más eficiente. La grilla estableció tres Rúbricas asociadas a cada una de las competencias de egreso tributadas, con descriptores que permiten su aplicación en diversos informes de trabajo de laboratorio. Cada Rúbrica se califica con 4 niveles (0; 1; 2; 3) de manifestación o desarrollo (dos negativos y dos positivos), evitando decisiones “neutrales” del evaluador. En la primera iteración se definió que cada nivel representa un aporte de calificación porcentual idéntico. La suma de todos estos aportes conforma una nota contrastable con el documento interno de la UDB denominado “reglamento de cátedra”.

#### **Aplicación de la evaluación por rúbricas.**

Durante el año lectivo se realizan entre 8 y 10 trabajos de laboratorio (TP), informados en la planificación anual. Los estudiantes deben realizar la totalidad, y presentar un informe por cada uno de ellos. La autoría de estos

documentos es individual. El informe es evaluado por el docente de práctica, y se permite que el autor lo reelabore una vez para superar desvíos de los requisitos particulares del TP.

El docente selecciona dos o tres competencias, con sus respectivas rúbricas, para evaluar los informes. La selección debe diferir entre trabajos consecutivos y garantizar la evaluación de todas las competencias, al menos tres veces en el transcurso del año. Las rúbricas escogidas y las competencias evaluadas son informadas al curso que será objetivo de análisis, antes de la realización de las actividades, y recordada al finalizarlas. También son publicadas de forma virtual, para su consulta. Durante la evaluación de los informes, el docente califica los niveles de desarrollo o manifestación de cada rúbrica, obteniendo la nota de calificación (contrastable con el reglamento de la cátedra). Tanto en la etapa de primera entrega, como en la etapa de reelaboración, el autor recibe una grilla niveles.

### Estudio estadístico básico y resultados esperados.

Para este trabajo, se compilan los resultados de evaluación de 98 informes, correspondientes a 3 comisiones. Los niveles alcanzados en cada rúbrica se ordenan y grafican en histogramas (Tabla 2). Además, los niveles de calificación total de los informes también se representan en otro histograma (Tabla 3). Se espera visualizar tanto tendencia central (media), como dispersión de las calificaciones (Montgomery, 2004). Al momento de realizado este estudio, se cuentan con los resultados de calificación del primer trabajo de laboratorio, constituyéndose en un estudio preliminar. Se espera que al reunir los resultados de al menos el 50% de los trabajos de laboratorio programados en el año, se puedan distinguir cambios en las distribuciones, afectando los valores estadísticos de Rango, Media, y Desviación Estándar. Para el estudio del desempeño de cada Rúbrica, se espera que exista tanto un valor medio y una dispersión razonable de los niveles registrados. Una tendencia del valor medio muy elevada o una concentración de valores, puede significar inconvenientes en la aplicación de la rúbrica (rúbrica poco clara, niveles no adecuados, falta de entrenamiento del evaluador).

Se espera que, en el desarrollo de las actividades anuales, el conjunto evaluado con una rubrica particular mejore su desempeño en ella. El estancamiento del valor medio, puede implicar una revisión de metodologías de enseñanza, o una revisión en el diseño de la rúbrica (rubrica muy general o niveles de calificación demasiado abarcativos). Además, se espera que un proceso de aprendizaje, lleve a una elevación de la media, y una reducción de la desviación estándar de las calificaciones de los estudiantes.

### Resultados

Al momento de la edición de este trabajo se encuentran procesados datos parciales del primer TP. Las tres competencias (con sus rúbricas asociadas), seleccionadas para la evaluación fueron las CG4; CG7 y CG8.

La Tabla 2 ordena el número de informes que han alcanzado cierta nota (0 a 9) en una competencia (CG4; CG7; CG8). El número se obtiene sumando el puntaje obtenido en cada rúbrica asociada a la competencia.

Competencias	Puntuaciones por competencia										Gráfico de Resultados
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
CG 4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería	0	0	1	2	3	10	16	24	31	11	
CG7: Comunicarse con efectividad	0	0	0	2	6	9	6	25	35	15	

CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global	0	0	0	3	30	10	9	15	27	4																																												
	<table border="1"> <caption>Datos del gráfico de barras para CG8</caption> <thead> <tr> <th>Nivel Rúbrica</th> <th>CG4</th> <th>CG7</th> <th>CG8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>3</td><td>6</td><td>30</td></tr> <tr><td>5</td><td>10</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td>6</td><td>16</td><td>6</td><td>9</td></tr> <tr><td>7</td><td>24</td><td>25</td><td>15</td></tr> <tr><td>8</td><td>31</td><td>35</td><td>27</td></tr> <tr><td>9</td><td>11</td><td>15</td><td>4</td></tr> </tbody> </table>										Nivel Rúbrica	CG4	CG7	CG8	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	3	2	2	3	4	3	6	30	5	10	9	10	6	16	6	9	7	24	25	15	8	31	35	27	9	11	15	4
	Nivel Rúbrica	CG4	CG7	CG8																																																		
	0	0	0	0																																																		
	1	0	0	0																																																		
	2	1	0	0																																																		
	3	2	2	3																																																		
	4	3	6	30																																																		
	5	10	9	10																																																		
	6	16	6	9																																																		
	7	24	25	15																																																		
8	31	35	27																																																			
9	11	15	4																																																			

La Tabla 3 transcribe los datos ordenados, obtenidos de la calificación de 98 informes de trabajo de laboratorio (TP), correspondientes a la primera guía de actividades. La columna Nivel de Rúbrica ordena la cantidad de alumnos que alcanzaron un nivel determinado (0; 1; 2; 3).

Competencia de egreso	Etiqueta Rúbrica	Nivel Rúbrica				Gráfico Resultados
		0	1	2	3	
CG 4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería	Instrucciones (azul)	5	18	39	36	
	Actividades (rojo)	0	3	15	80	
	TICs (verde)	0	11	68	19	
CG7: Comunicarse con efectividad	Organización (azul)	2	4	29	63	
	Desarrollo (rojo)	4	15	49	30	
	Expresión (verde)	0	7	33	58	
CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global	Fuentes (azul)	35	10	26	27	
	Cumplimiento (rojo)	0	0	1	97	
	Autoría (verde)	4	48	32	14	

## Conclusiones

Los estudios preliminares muestran que las Rúbricas empleadas presentan dispersión de valores respecto a la media. La media de cada rúbrica, a excepción de “cumplimiento”, presentan calificaciones distintas a la máxima. Por lo tanto, es posible evaluar sus evoluciones en el transcurso del año. Es recomendable la observación de la Rúbrica “cumplimiento” a lo largo de ciclo lectivo, para determinar si requiere revisión. Por otro lado, las Rúbricas

relacionadas con procedimientos habituales para los estudiantes, como, por ejemplo, organizar adecuadamente el informe, presentaron niveles de dispersión menores que actividades poco frecuentes, como declarar referencias bibliográficas y autoría de citas e imágenes.

Las calificaciones presentan rangos amplios. Esto sugiere que será posible analizar la evolución de calificaciones en futuros registros, asociándola a los objetivos de la enseñanza. Esto nos indican que es posible valorar el desempeño de las Rúbricas en la evaluación de informes de trabajos de laboratorio, empleando herramientas estadísticas. Esta conclusión abre las puertas a profundizar el desarrollo, con el objetivo de diseñar metodologías y procedimientos de trabajo aplicables en el dictado de los cursos.

## 1. Referencias

- Confedi. (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la república argentina "Libro Rojo de confedi"*. Córdoba: Universidad FASTA Ediciones.
- López Rúa, A. M., Alzate, T., & Eugenio, Ó. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145-166. Recuperado el 2023 de junio de 16, de <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134129256008.pdf>
- Mereño Almaguer, Y., Lorente Rodríguez, A. E., & Maribona, M. G. (2011). Propuesta de instrumentos de evaluación para entornos virtuales de aprendizaje: una experiencia en la universidad de las ciencias informáticas. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 8(15), 1-8.
- Mertler, C. A. (2001). Designing scoring rubrics for your classroom. *Practical Assessment, Research, and Evaluation: Vol. 7, Article 25*.
- Montgomery, D. C. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*. (Segunda ed.). Mexico D.F.: Editorial Limusa.
- Organización Internacional de Normalización. (2018). *Organizaciones educativas — Sistemas de gestión para organizaciones educativas — Requisitos con orientación para su uso*.
- Pimienta Prieto, J. H. (2012). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje. Docencia universitaria basada en competencias* (Primera ed.). México: Pearson Educación.