

Innovación Didáctica en Ingeniería basada en Competencias, Desarrollo Sostenible y Evaluación Colaborativa

Didactic Innovation in Engineering based on Competencies, Sustainable Development and Collaborative Assessment

Claudio Enrique¹ 

Enrique, C. (2026). *Innovación Didáctica en Ingeniería basada en Competencias, Desarrollo Sostenible y Evaluación Colaborativa*. Revista Nuevas Perspectivas, 5 (9), 1-14

Fecha de recepción: 30/10/2025

Fecha de aceptación: 11/05/2026

Resumen: Se presenta una propuesta didáctica basada en una experiencia docente bajo el Enfoque por Competencias, donde se integraron contenidos del segundo curso de Física con los del Desarrollo Sostenible en la carrera de Ingeniería en Energía Eléctrica. La misma contempló la elección y exposición de un problema seleccionado por parte de diversos grupos de estudiantes - como partícipes activos de sus procesos educativos en un entorno colaborativo de aprendizaje - junto a la valoración de los niveles de competencias evidenciados mediante la coevaluación. Las actividades se realizaron en el salón de clases, donde el profesor sólo tuvo la función de actuar como coordinador. Para identificar y analizar los diferentes niveles de competencias detectados en las exposiciones se diseñaron una escala de calificación y una rúbrica. Producto de la información recogida mediante estos dos instrumentos, los estudiantes identificaron fortalezas y debilidades sobre los desempeños de sus colegas. Al finalizar las coevaluaciones, y luego de un análisis estadístico, el profesor comunicó oportunamente los desempeños logrados a cada uno de los grupos de manera individual. Los resultados obtenidos pueden considerarse relevantes y alentadores porque favorecieron el desarrollo de numerosas y variadas competencias que debe alcanzar un ingeniero en Energía Eléctrica en formación. Además, fomentaron la responsabilidad y compromisos éticos y académicos, junto a la motivación y la activa participación en los estudiantes. La información recolectada también fue valiosa para el docente, al poder indagar sobre los procesos de construcción de conocimientos de la asignatura con información proveniente de la cosmovisión de los estudiantes.

¹ Departamento de Materias Básicas, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe. Argentina. Contacto: cenrique@frsf.utn.edu.ar

Palabras clave: energía, enfoque por competencias, desarrollo sostenible, coevaluación, resolución de problemas

Abstract: A didactic proposal is presented based on a teaching experience under the Competency-Based Approach, where content from the second course of Physics was integrated with Sustainable Development in the Electrical Energy Engineering degree. The proposal involved the selection and presentation of a problem by various groups of students—as active participants in their educational processes in a collaborative learning environment—along with the assessment of competency levels demonstrated through peer evaluation. The activities were conducted in the classroom, where the teacher served only as coordinator. A grading scale and rubric were designed to identify and analyze the different levels of competencies identified in the presentations. Based on the information collected through these two instruments, the students identified strengths and weaknesses in their colleagues' performance. At the end of the peer assessments, and following a statistical analysis, the teacher promptly communicated the performances achieved to each of the groups individually. The results obtained can be considered relevant and encouraging because they fostered the development of numerous and varied skills that a student electrical engineer must acquire. Furthermore, they fostered responsibility and ethical and academic commitments, along with motivation and active participation among students. The information collected was also valuable for the instructor, who was able to explore the processes of knowledge construction in the subject with information derived from the students' worldview.

Keywords: energy, competency-based approach, sustainable development, peer assessment, problem solving

Introducción

Este trabajo desarrolla una propuesta didáctica innovadora a partir del Proyecto de Investigación: “Articulación entre competencias genéricas de un curso de Física del ciclo básico y específicas sobre la gestión ambiental en Ingenierías de la UTN – FRSF en un entorno constructivista de aprendizaje con abordaje sistémico” (Código FETEECI 189), donde la meta es, bajo el Enfoque por Competencias (EC), desarrollar la enseñanza de Física II más acorde a una perspectiva actual donde, producto de un contexto dinámico muy cambiante, la realidad presenta nuevas demandas sobre los conocimientos que debe disponer y ofrecer un ingeniero: la capacidad de saber hacer o saber actuar (Le Boterf, 2000).

La formación actual de estos profesionales se ha transformado en una actividad desafiante para los docentes, debido al cambio de paradigma de una enseñanza basada en el EC que todavía se encuentra en una etapa de construcción y validación. Sumado a la gran disponibilidad de información proveniente de numerosas fuentes (Cukierman y Kalocai, 2019; Muñoz et al, 2017), existe una complejidad y multidimensionalidad de las nuevas actividades de docencia e investigación a resolver. En este trabajo y bajo dicho enfoque se incorpora la dimensión del Desarrollo Sostenible (DS), dado que “...el medio ambiente se ha convertido en un factor fundamental en la actividad del ingeniero por la necesidad de conseguir productos y procesos sustentables que no lo deterioren; igualmente, es

importante la responsabilidad social que asuma el profesional frente a los productos generados por las nuevas tecnologías y su impacto en todos los ámbitos de la actividad humana” (Fernández y Duarte, 2013, p. 30). Rugarcia et al (2000) indican la necesidad de contar con ingenieros en formación donde se demandan acciones que sean cada vez más participativas, y que éstas deben estar orientadas hacia un proceso de enseñanza y aprendizaje que exige más trabajos grupales o en equipo, relacionados íntimamente con responsabilidades compartidas en la toma de decisiones. Ello implica que las actividades de docencia deben contemplar el fomento y desarrollo de un ingeniero en formación “...idóneo debe desarrollar gran capacidad de adaptación al cambio, unida al manejo adecuado de la información, con una actitud ética que le permita tomar decisiones adecuadas al entorno socio-cultural en el cual se desenvuelve”. (Fernández y Duarte, 2013, p. 30).

Específicamente para la carrera de Ingeniería en Energía Eléctrica, su diseño curricular vigente se encuentra en la Ordenanza Nro. 1873/2023. Al ser Física II una materia del ciclo básico, debe cumplir con competencias de egreso denominadas genéricas, las cuales se pueden clasificar en: a. Tecnológicas; y b. Sociales Políticas y Actitudinales. En este contexto educativo, el dictado de esta asignatura debe contemplar otras dimensiones relacionadas con los aspectos conceptuales y procedimentales específicos y presentes en el plan de estudios correspondiente – con contenidos sobre Termodinámica, Electromagnetismo, y Ondas Electromagnéticas -. Expresado de otro modo, en este nuevo contexto educativo es necesario incorporar otras competencias, como las consideradas “blandas”, de modo tal que el ingeniero no sólo conozca los conceptos teórico – prácticos de su disciplina, sino también los provenientes de otras dimensiones vinculadas como las del DS. Específicamente en el texto de dicha ordenanza se menciona que estos profesionales “...También deben ser capaces de asumir la responsabilidad ética frente a requerimientos sociales, cada vez más explícitos, de respeto medioambiental y preservación de recursos para las generaciones futuras, que en el ámbito técnico se expresan mediante la concepción del desarrollo sostenible...” (p. 6). Para finalizar, cabe aclarar que el diseño curricular también contempla los Alcances del Título junto a las Actividades Reservadas (p. 14), y dentro de estas últimas la relación con las competencias específicas.

Con relación a la evaluación, y si bien corresponde a una parte relevante del proceso de enseñanza y aprendizaje, en la actualidad puede considerarse que los docentes ya no son los principales y únicos responsables de esta actividad, dado que se han incorporado los conceptos de autoevaluación (self-assessment), evaluación grupal entre iguales (peer group assessment) y evaluación colaborativa (collaborative assessment) (Falchikov, 1986), en el cual los estudiantes junto al profesorado negocian y participan en los criterios de dicha evaluación. La coevaluación, según Rodríguez Gómez et al (2013), se define como la valoración conjunta de profesorado y estudiantes sobre el aprendizaje demostrado por estos últimos sujetos, mientras que Deeley (2014) la concibe como aquella que requiere que estudiante y docente acuerden una calificación basada en evidencias a través de la negociación y la argumentación.

Antecedentes de la Investigación

Si bien no se han encontrado hasta el presente propuestas didácticas que aborden las distintas problemáticas vinculadas entre contenidos de Física II, Sostenibilidad y Evaluación Colaborativa, sí existen investigaciones en algunas de estas temáticas. Martínez Alonso et al (2012) propusieron la aplicación de un modelo basado en fortalezas, donde cada docente puede contribuir a una educación para la sostenibilidad en la asignatura Temas Selectos de Física. Específicamente, plantearon una secuencia didáctica en el contenido Energía, la cual favoreció el desarrollo de distintas competencias. Vale aclarar que los resultados se evaluaron a partir de las opiniones de los estudiantes y de las encuestas realizadas en la institución educativa. Muñoz et al (2017) identificaron las competencias en sostenibilidad para incorporarlas a los perfiles formativos en educación superior. Luego de contextualizar la sostenibilidad bajo directrices tanto a nivel internacional como nacional, realizaron una revisión sistemática cualitativa con un muestreo intencional de artículos científicos en función de diversos criterios de inclusión. Concluyeron que es necesario añadir, de forma explícita, la competencia de saber convivir a las ya presentes, desde un abordaje holístico que posibilite el pensamiento integrador, de modo tal de alcanzar un cambio no sólo en la educación para el desarrollo sostenible, sino de la educación en sí misma. González – Pavón et al (2024) evaluaron cómo la educación superior inculca el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 13 (Acción por el Clima) y su efecto en la conciencia y conocimientos de los estudiantes de ingeniería. Tomando como referencia la urgencia del cambio climático, consideraron que debe imponerse la educación como herramienta clave para impulsar el compromiso con dichos ODS. Mediante encuestas realizadas antes y después de sesiones de concienciación, identificaron distintas situaciones que deben orientar a la necesidad de métodos de enseñanza adaptativos e integrar los ODS de forma más efectiva en los currículos y la investigación, de modo tal de preparar los futuros profesionales para enfrentar los desafíos de la sostenibilidad global.

Metodología y Desarrollo

El análisis de las coevaluaciones en las resoluciones de problemas de Física II con la inclusión de la dimensión del DS corresponden a los realizados por parte de la cohorte 2025 de Ingeniería en Energía Eléctrica de la UTN – FRSF. Los contenidos abordados en la asignatura del segundo año de dicha ingeniería fueron: Termodinámica (3 clases), Electrostática (dos clases), Electrodinámica (1 clase); Magnetismo independiente del tiempo (2 clases), Magnetismo dependiente del tiempo (1 clase); y Circuitos de CA (1 clase). La resolución de los problemas fue realizada de manera grupal o en equipos integrados por cuatro sujetos, los cuales fueron conformados a libre elección por parte de los estudiantes. Las actividades se iniciaron con la elección de una situación problemática sobre el contenido abordado previamente durante las clases de teoría y de problemas introductorios - ambos bajo la responsabilidad del profesor y del docente auxiliar de la cátedra, respectivamente -. La consigna implicó el desarrollo de una situación propuesta en la bibliografía de referencia de Física II, o proveniente de cualquier fuente considerada científica. Luego de su resolución grupal – tarea realizada fuera del salón de clases -, se realizaron las exposiciones en el aula frente al resto de los

oyentes, habiéndose acordado previamente el orden de las presentaciones. Cabe aclarar que no hubo restricciones al formato de dichas presentaciones, si bien es de destacar que todos los grupos usaron una PC, un proyector y el pizarrón. Luego de la exhibición, los asistentes formularon preguntas acerca de la elección, ejecución, y resultados del problema exhibido. Finalmente, los alumnos oyentes, junto al profesor, calificaron el desempeño del grupo expositor mediante dos herramientas construidas para tal fin (Enrique, 2024). Cabe destacar que los estudiantes establecieron acuerdos verbales destinados a promover un compromiso ético y responsable durante el proceso de coevaluación. Asimismo, se estableció un consentimiento mutuo y un acuerdo de confidencialidad entre el docente-investigador y los alumnos respecto del uso de los resultados obtenidos en esta actividad académica, tanto para el análisis de los desempeños como para su posterior divulgación en eventos científicos.

Instrumentos empleados para la coevaluación

La elaboración de los dos instrumentos se basó en las directrices de Gómez et al (2013), y Morata et al (2011); y la construcción la realizó el profesor de la asignatura. Los estudiantes usaron una escala de calificación para evaluar problemas y ejercicios – Figura 1 -, la cual estuvo conformada por cinco indicadores o categorías conceptuales: 1. Reconoce, identifica y plantea adecuadamente cada ejercicio referido al tema propuesto; 2. Realiza eficientemente los pasos necesarios y suficientes para resolver el ejercicio propuesto; 3. Elabora y propone adecuada y completamente los valores de las magnitudes físicas en las ecuaciones y las gráficas con base al ejercicio propuesto; 4. Evalúa el grado de avance y la solución del ejercicio propuesto; y 5. El ejercicio propuesto y ejecutado ha cumplido con las expectativas esperadas (resolución correcta, coherente y con cohesión). Los niveles de competencias fueron categorizados - de mayor a menor - como Experto; Competente; Elemental; En desarrollo; y No logra – para los casos donde el grupo no participa; o no lo resuelve.

Grupo evaluado:		Tema:	
Grupo evaluador:		Fecha:	
Asignatura:	Integrantes del grupo evaluador:		

N°	Indicador	Ejecución					Ponderación	Total
		Experto	Competente	Elemental	En desarrollo	No logra		
1	Reconoce, identifica y plantea adecuadamente cada ejercicio referido al tema propuesto							
2	Realiza eficientemente los pasos necesarios y suficientes para resolver el ejercicio propuesto							
3	Elabora y propone adecuada y completamente los valores de las magnitudes físicas en las ecuaciones y las gráficas con base al ejercicio propuesto							
4	Evalúa el grado de avance y la solución del ejercicio propuesto							
5	El ejercicio propuesto y ejecutado ha cumplido con las expectativas esperadas (resolución correcta, coherente y con cohesión)							
Calificación obtenida:		Proceso de obtención de calificación: (Puntos obtenidos / Puntos totales)* 10			Puntos totales: 100	Nota final:		
Observaciones:								

Figura 1. Escala de calificación para evaluar la resolución de problemas y ejercicios.

La rúbrica – Figura 2 -, incluyó tres categorías sobre la exposición: Presentación de los ejercicios - problemas; Procedimientos; y Resultados. Los niveles de competencia fueron los mismos que los presentados en la lista de cotejo, si bien en la rúbrica se explicitaron los intervalos de puntajes para cada nivel de competencia: Experto: excelente - muy bueno (75 - 100%); Competente: bueno (55 - 74%); Elemental: regular (35 - 54%); En desarrollo: insuficiente (11 - 34%); y No participa (< 11%) (Enrique, 2024). A los alumnos se le entregó una copia de la rúbrica, para suministrar una ayuda en la calificación sobre los niveles de competencias en base a una escala numérica que le resulta más familiar.

Al terminar cada clase de resolución de problemas grupales, los alumnos entregaron en formato papel tanto las resoluciones de sus problemas como las calificaciones de los restantes grupos presentes en la escala de calificación. Durante la semana posterior a cada exposición el docente entregó a cada grupo evaluado de manera individual los resultados provenientes del análisis estadístico, de modo tal de comunicar los niveles de competencias alcanzados y además favorecer procesos de retroalimentación donde los estudiantes puedan actuar de acuerdo con la información recibida, y activen procesos de mejoras en sus acciones sobre la co-construcción de sus procesos de aprendizaje. Para finalizar, todas estas actividades tuvieron una frecuencia semanal.

Materia: Física I		Docente:			
Contenido o Tema:					
ASPECTOS PARA EVALUAR	NIVELES DE COMPETENCIAS				
	EXPERTO (excelente - muy bueno)	COMPETENTE (bueno - satisfactorio)	ELEMENTAL (regular)	EN DESARROLLO (insuficiente)	NO PARTICIPA
PRESENTACIÓN	Presenta la totalidad de los ejercicios a resolver	Entrega la mayoría de los ejercicios a resolver	Entrega menos de la mitad los ejercicios a resolver	Presenta menos del 30% de los ejercicios a resolver.	No entrega.
PROCEDIMIENTOS	Refleja un razonamiento detallado y ordenado, utilizando procesos adecuados y siguiendo los pasos para resolver los problemas y ejercicios de manera correcta y coherente con las magnitudes físicas involucradas. Aplica otros procedimientos que le permiten arribar a los resultados de manera científicamente correcta y coherente.	Refleja un razonamiento adecuado, pero sin un orden estricto, utilizando procesos y siguiendo los pasos para resolver los problemas y ejercicios, pero con algunas situaciones confusas como producto de ciertas deficiencias en las explicaciones acerca de su resolución. De todos modos, arriba a los resultados de manera científicamente correcta y coherente con las magnitudes físicas involucradas.	Refleja un razonamiento sin orden, pudiendo hacer los ejercicios, pero no con coherencia y cohesión, porque no expresa con claridad la manera en que los resolvió. Utiliza algunas herramientas propias para resolver el problema, evidenciando confusión en su empleo. Arriba a resultados parcialmente correctos y con ciertas incoherencias, producto de un aprendizaje incompleto o con demasiadas confusiones de asimilación e interpretación de los modelos y leyes físicas involucradas.	Refleja un razonamiento sin orden, coherencia y cohesión científica, lo que lleva a obtener resultados inconsistentes con el modelo o las leyes físicas involucradas, incluyendo una resolución incorrecta, o la imposibilidad de llegar al planteo o su resolución.	No los emplea, ni resuelve los ejercicios o problemas.
RESULTADOS	Presenta los resultados obtenidos científicamente de manera correcta en su (o casi) totalidad (80 - 100%). Puede corroborar sus resultados porque ha logrado dárles sentido a sus aprendizajes significativos, manifestando manejo y control sobre sus acciones cognitivas y metacognitivas. Además, plantea otras maneras de resolverlo, o empleando distintas herramientas, métodos y/o ecuaciones.	Presenta entre el 55 y 79% de los resultados obtenidos científicamente de manera correcta. Comete algunos errores debido a cálculos obtenidos de manera equivocada - por ejemplo, debido a distracciones -. Presenta algunas dudas para corroborar sus resultados, dado que sus aprendizajes no son significativos sólidos, y así revela algunas inconsistencias en el manejo y control de sus acciones cognitivas y metacognitivas. Utiliza un solo proceso adecuado, dado que no plantea otras maneras de resolverlo, o no emplea distintas herramientas, métodos y/o ecuaciones.	Presenta menos del 55% y más del 30% de resultados obtenidos científicamente de manera correcta. Manifiesta varios errores conceptuales y procedimentales en la ejecución y comunicación de los resultados del problema o ejercicio. Revela muchas dudas al corroborar sus resultados para darle sentido a sus acciones cognitivas y metacognitivas, producto de un aprendizaje generalmente memorístico. No plantea otras maneras de resolverlo, o emplea distintas herramientas, métodos y/o ecuaciones, dado que sólo conoce una manera que es generalmente la que predomina en la ejecución de dicha situación problemática (usa un solo estereotipo o patrón).	Presenta menos del 30% de resultados obtenidos científicamente de manera correcta. Comete muchos errores conceptuales y procedimentales en la ejecución y comunicación de los resultados del problema o ejercicio, llegando incluso a no poder plantearlo o resolverlo. No puede o no intenta corroborar sus resultados para darle sentido a sus acciones cognitivas y metacognitivas, debido a que sus aprendizajes no lograron conformarse o modificarse. No intenta plantear otras maneras de resolverlo, o empleando distintas herramientas, métodos y/o ecuaciones; incluso, no tiene o no ha logrado estructurar un "problema tipo" o patrón.	No llega a ningún resultado, dado que no puede, o no logra proponer algún procedimiento de cálculo sobre el ejercicio o problema propuesto
PUNTAJE PROPUESTO	75 - 100%	55 - 74%	35 - 54%	11 - 34%	<11%

Figura 2. Rúbrica para la resolución de problemas y ejercicios de Física.

Presentación y Análisis de Resultados

Los resultados presentados en este trabajo son los correspondientes a la coevaluación de los estudiantes, dado que no hubo diferencias significativas entre los niveles de calificación revelados en las escalas de calificación – por parte de los alumnos – y en las rúbricas – por parte del profesor -. De este modo se deduce, en una primera instancia, que los estudiantes no sólo se comprometieron académica y éticamente en el proceso de coevaluación, sino que, además revelaron la capacidad y la habilidad de poder evaluar ética y respetuosamente a sus colegas, garantizando un proceso justo y confidencial. De hecho, debe elogiarse que, luego de los consensos propios acordados durante la primera clase, los alumnos realizaron las actividades casi sin necesidad de las directrices del profesor, actuando de manera autónoma, eficiente, y eficaz.

Si bien las potencialidades de esta metodología son muchas y variadas (Enrique, 2025), en este trabajo se presentarán algunos de los análisis efectuados, tanto sobre todos los grupos sobre un contenido específico, así como también sobre los logros de un grupo en particular, sobre niveles de competencias alcanzados por los aprendices en cada una de las resoluciones de problemas de Física II donde se incorporaron aspectos relacionados con la Sostenibilidad.

Resultados globales

Se presentan los resultados globales – o para todos los grupos - obtenidos en el contenido específico Electrostática II (capacitores y dieléctricos).

En la Tabla 1 se observa que, de acuerdo con las cinco categorías conceptuales presentes en la escala de calificación, las mayores frecuencias correspondieron al nivel Experto en las cuatro primeras, siendo la mayor en la 2 - *Realiza eficientemente los pasos necesarios y suficientes para resolver el ejercicio propuesto* -. En la categoría 5 - *El ejercicio propuesto y ejecutado ha cumplido con las expectativas esperadas (resolución correcta, coherente y con cohesión)* - prevaleció el nivel Competente. Además, el menor nivel de competencias detectado fue Elemental en la categoría 1 - *Reconoce, identifica y plantea adecuadamente cada ejercicio referido al tema propuesto* -, con dos valoraciones, si bien también se detectó la misma con una valoración en las categorías 2 y 5. Por otro lado, en las categorías 3 y 4 -*Elabora y propone adecuada y completamente los valores de las magnitudes físicas en las ecuaciones y las gráficas con base al ejercicio propuesto*; y *Evalúa el grado de avance y la solución del ejercicio propuesto* - todas la calificaciones provenientes de la coevaluación fueron las características de alumnos considerados aprobados (Expertos y Competentes).

		Calificación otorgada al grupo			Total
		Experto	Competente	Elemental	
Categoría Conceptual	1	17	11	2	30
	2	24	5	1	30
	3	18	12	0	30
	4	18	12	0	30
	5	14	15	1	30
Total		91	55	4	150

Tabla 1. Categorías Conceptuales versus Calificación otorgada al grupo en Electrostática II (frecuencias).

Esta situación fue corroborada por la Tabla 2, donde las calificaciones otorgadas al grupo se presentan en función de las frecuencias y de los porcentajes de las competencias alcanzadas. Así, se indican que el 97,4% de las valoraciones correspondieron a estudiantes del nivel Experto (60,7%) y Competente (36,7%). Es decir, de los que se pueden considerar como aprobados.

Calificación otorgada al grupo	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Experto	91	60,7	60,7	60,7
Competente	55	36,7	36,7	97,4
Elemental	4	2,6	2,6	100
Total	150	100	100	

Tabla 2. Calificaciones globales otorgadas al grupo en Electrostática II.

Resultados por grupos individuales

Esta propuesta innovadora también permite indagar los desempeños de cada grupo en particular, porque los resultados presentados en las Tablas 1 y 2 pueden adaptarse para cada comisión. Por ejemplo, para el caso del grupo identificado como X7 se presentan sus logros en el contenido Electrostática II (capacitores y dieléctricos), de acuerdo con las Figuras 3 y 4. Con relación a las categorías conceptuales – Figura 3 –, el nivel Experto prevaleció en 1; hubo un empate en el nivel Competente en 2 y 5; mientras que en las categorías 3 y 4 predominó el nivel Competente, si bien en la primera de ellas se presentó un caso considerado Elemental. Según la Figura 4, el grupo X7 alcanzó sus mayores porcentajes globales en el nivel Competente (50,0% - 15 casos -), seguido del Experto (46,7% - 14 casos -), y sólo el 3,3% (1 caso) en el nivel Elemental.

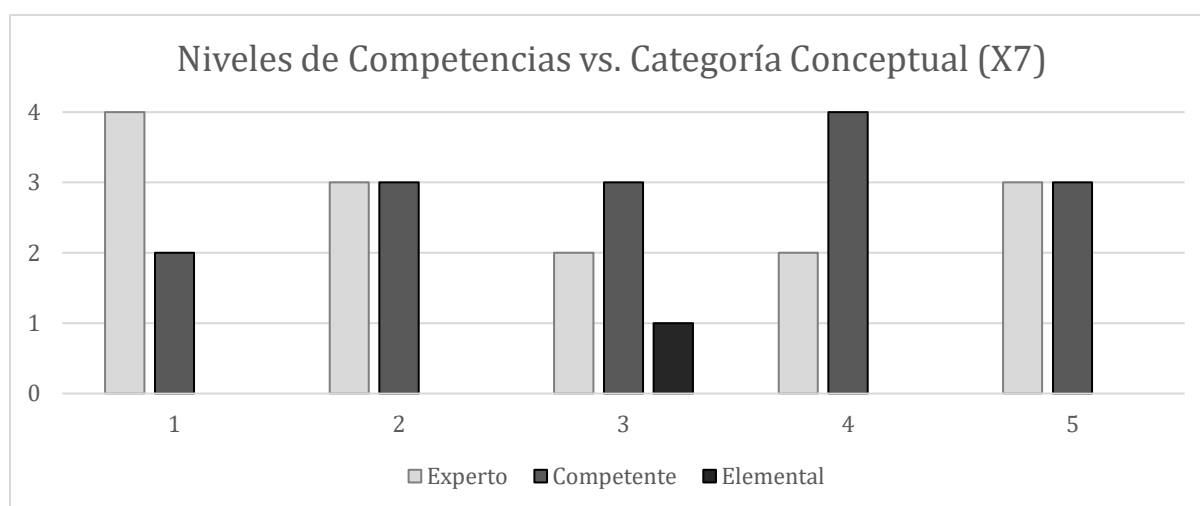


Figura 3. Niveles de competencias alcanzados por el grupo X7 en Electrostática II según Categoría Conceptual.

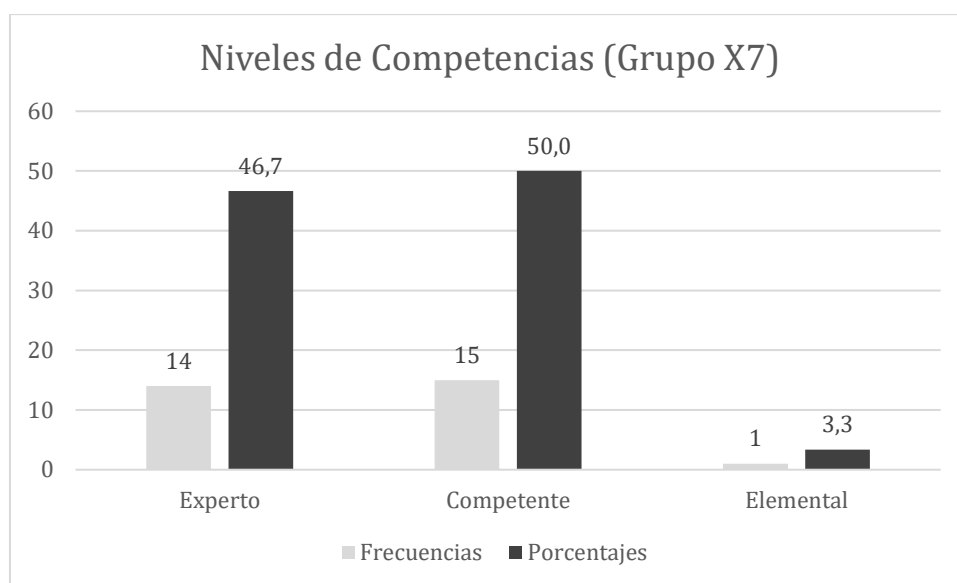


Figura 4. Niveles de competencias logrados por el grupo X7 en Electrostática II.

En la Tabla 3, por otro lado, se indican los resultados obtenidos en algunos de los contenidos evaluados en la clase de resolución de problemas de Física II por parte de los estudiantes del grupo identificado como X1; específicamente en Electrostática I; Electrodinámica; y Magnetismo Independiente del tiempo II. Con estos datos el profesor también dispone de numerosa y variada información acerca de conceptos y procesos que han sido utilizados por parte de los sujetos indagados en la co-construcción de sus conocimientos, debido a que se presentan, además del tema seleccionado, los contenidos específicos, las herramientas utilizadas, las implicancias ambientales contempladas, y la clasificación otorgada por las restantes comisiones de Física II a través de la coevaluación.

Contenido	Tema	Contenido específico	Herramientas utilizadas	Implicancias ambientales	Calificación (coevaluación)
Electrostática I (Conceptos Básicos)	Precipitador electrostático	Campo Eléctrico Ley de Gauss Capacitancia Movimiento de partículas cargadas dentro de un $\vec{E}$ (según el tamaño)	Esquemas Ecuaciones Gráficas Proyector con PC Pizarrón	Calidad del aire (Material particulado)	Experto: 53,3% Competente: 46,7% (Aprobación: 100%)
Electrodinámica (Circuitos de CC)	Circuito de CC con	Voltaje f.e.m.	Esquemas Ecuaciones	Eficiencia energética	Experto: 60,0%

	instrumentos ideales	Potencia disipada por la resistencia	Gráficas Pizarrón	Reciclado RAEE (datos de la ciudad de Buenos Aires)	Competente: 36,7% Elemental: 3,3% (Aprobación: 96,7%)
Magnetismo Independiente del tiempo II (Fuentes de $\vec{B}$)	Cálculo de la corriente para generar un campo magnético determinado (37,2 T en el Francis Bitter National Magnetic Laboratory del MIT)	Ley de Ampere Ley de Biot y Savart Aplicaciones en un conductor filiforme y en una bobina	Esquemas Ecuaciones Gráficas Pizarrón	Generación de corriente y eficiencia energética	Experto: 76,7% Competente: 20,0% Elemental: 3,3% (Aprobación: 96,7%)

Tabla 3. Resultados obtenidos en distintos contenidos de Física II por el grupo X1.

La incorporación de la Sostenibilidad

Si bien en la Tabla 3 se mencionan las implicancias ambientales que involucró oportunamente el grupo X1 en tres contenidos de Física II, cabe mencionar que, con excepción de muy pocas ocasiones, todos los grupos en sus exposiciones de resolución de problemas presentaron numerosas y variadas aplicaciones asociadas al DS. Estas actividades realizadas pueden considerarse muy importantes para la formación profesional de los “ingenieros en formación”, porque más allá que éstas se mencionan en la Ordenanza Nro. 1873 dentro las competencias de egreso Sociales Políticas y Actitudinales y específicamente en *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* (p. 16), esta propuesta didáctica logra incorporarlas en una actividad dentro de la planificación de dicha asignatura. En este mismo contexto, vale citar también que en esta ordenanza figuran dentro de las competencias específicas de egreso numerosas actividades que involucran la eficiencia energética y la sustentabilidad.

El registro de las acciones de los diversos grupos de estudiantes detectó numerosos ejemplos muy relevantes y significativos que involucraron la Sostenibilidad. Además de la motivación, se observó en el aula el desarrollo de procesos, técnicas y mecanismos muy importantes que, de otro modo, no hubiesen podido ser incorporados durante el desarrollo de las clases de Física II. En la Tabla 4 se mencionan y describen algunos de estos casos, en función del grupo de estudiantes que lo presentó oportunamente.

Grupo	Contenido evaluado	Contenido específico	Implicancia Ambiental
X4	Termodinámica I	Transferencia de calor por radiación (Ley de Stefan – Boltzmann)	Energía útil Comparación de eficiencias en lámparas para la iluminación (consumo y cantidad de bombillas para una determinada región) Cálculo anual del ahorro energético Emisiones de CO ₂ con ambas luminarias - ahorro de emisiones de CO ₂ mediante el cambio de luminarias Cantidad equivalente emitida por vehículos livianos (autos tradicionales)
X3	Termodinámica III	Calor y Trabajo generado Flujo de agua arrojado al río Variación de Entropía	Eficiencia energética Emisión de efluentes al medio ambiente
X7	Electrodinámica	Circuito de CC con instrumentos e interruptor Cálculos de f.e.m., resistencias (interna de la batería y del sistema)	Tecnologías sustentables Vehículos eléctricos Paneles solares Sistemas para almacenar energía Mayor vida útil, sostenibilidad y desempeño de instrumentos
X5	Magnetismo Independiente del t II	Flujo de $B \vec{r}$ en las caras de un cubo Presencia de un imán permanente	Monitoreo de la vida silvestre Migración de animales sensibles al campo magnético (Soluciones: Blindaje magnético – zonas libres de interferencias para investigación Contaminación electromagnética - Errores en instrumentos de navegación ambiental

Tabla 4. Contenidos de Física II e Implicancias Ambientales vinculadas.

Para finalizar, la Figura 5 revela que los temas más citados por todos los equipos de estudiantes, sobre un total de 15 categorías relacionadas con conceptos del DS, fueron: la Eficiencia energética (24,1%), seguido de las Aplicaciones tecnológicas (22,3%) y la Emisión de contaminantes atmosféricos (10,7%). Mediante esta figura se puede inferir acerca de la cantidad y variedad de conceptos abordados sobre la Sostenibilidad relacionada con contenidos de Física II.

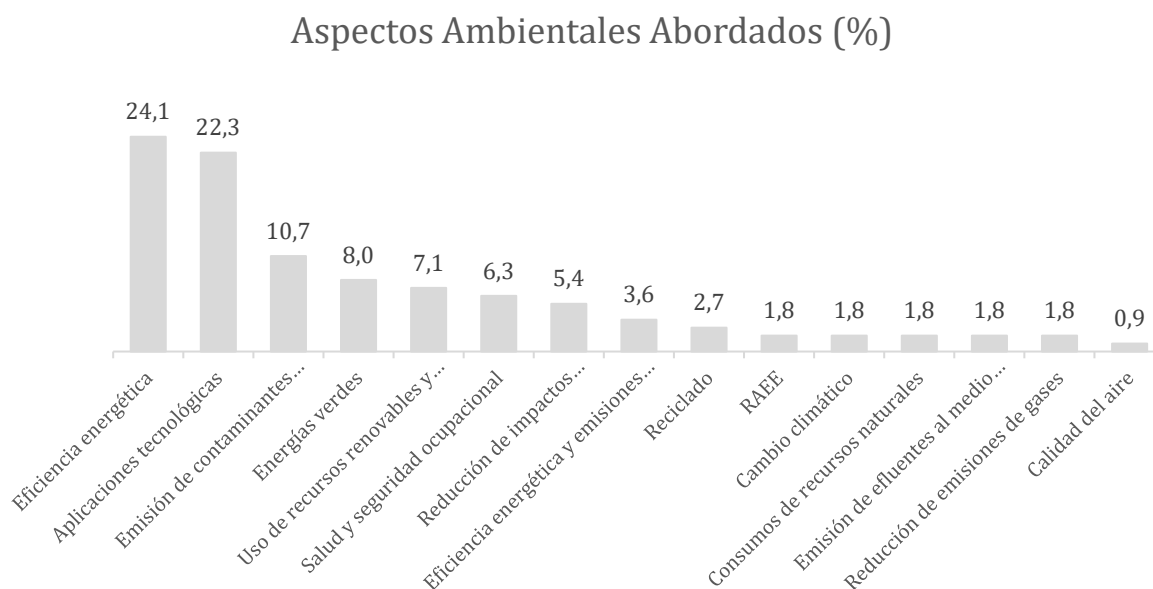


Figura 5. Porcentajes de los aspectos ambientales abordados en los problemas de Física II.

Conclusiones y recomendaciones finales

El empleo del EC en la enseñanza de las ingenierías propone un nuevo escenario donde debe cambiarse la forma de enseñar - y de aprender - las distintas asignaturas del plan de estudios correspondiente; en este trabajo, para Ingeniería en Energía Eléctrica. Considerar un aprendizaje basado en el alumno como un actor más en la co - construcción de sus procesos educativos implica, como condición necesaria y suficiente, involucrarlo a participar como sujeto activo de su educación. Y en esta “invitación” debe incluirse la (co)evaluación.

Esta novedosa propuesta didáctica reveló que, producto de una planificación cuidadosa donde se integran el Enfoque por Competencias con las dimensiones propias de la Sostenibilidad y con la incorporación de la coevaluación, se favorecieron y desarrollaron diversos y numerosos avances significativos en la asignatura Física II; tanto para el profesor, como para los estudiantes con sus participaciones activas en las actividades grupales de resolución de problemas. Además de sus exposiciones sobre contenidos específicos de la asignatura del ciclo básico - elegidos por parte de ellos -, también pudieron evaluar las acciones de sus colegas en un escenario donde se involucraron en otros aspectos muy importantes para su perfil profesional: aquellos relacionados con conceptos del DS o la Sostenibilidad.

Si bien estos resultados han sido muy auspiciosos y alentadores para ambos integrantes del proceso educativo, todavía quedan numerosas y variadas tareas por proponer, desarrollar, indagar, y evaluar. La meta es mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de “ingenieros en formación” –para un mercado laboral demandante y exigente de profesionales competentes.

Referencias bibliográficas

- Cukierman, U., & Kalocai, G. (2019). El enfoque por competencias en las ciencias básicas: casos y ejemplos en educación en Ingeniería. *Argentina: edUTecNe*.
- Deeley, S. J. (2014). Summative co-assessment: A deep learning approach to enhancing employability skills and attributes. *Active learning in higher education*, 15(1), 39-51.
- Enrique, C. (2024). Experiencias didácticas bajo el Enfoque por Competencias a través de la coevaluación en actividades de un curso de Física. En F. Cejas (Ed.), *CICE 2024: 3er Congreso en Innovación y Creatividad Educativa en Enseñanza Tecnológica: creando puentes* (pp. 184 – 191). edUTecNe.
- Falchikov, N. (1986). Product comparisons and process benefits of collaborative peer group and self assessments. *Assessment and evaluation in higher education*, 11(2), 146-166.
- Fernández, F. H., & Duarte, J. E. (2013). El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de competencias específicas en estudiantes de ingeniería. *Formación universitaria*, 6(5), 29-38.
- Gómez, G., Salas, N., Valerio, C., Durán, Y., Gamboa, Y., Jiménez, L., Salas, I., & Umaña, C. (2013). *Consideraciones técnico-pedagógicas en la construcción de listas de cotejo, escalas de calificación y matrices de valoración para la evaluación de los aprendizajes en la Universidad Estatal a Distancia*. UNED.
- González-Pavón, C., Castiñeira-Ibáñez, S., Arizo-García, P., Simeón Brocal, R., & Tarrazó-Serrano, D. (2024, December). Física sostenible: Inclusión de ODS en la educación de ingeniería. In *In-Red 2024-X Congreso Nacional de Innovación Educativa y Docencia en Red* (pp. 1-16). Editorial Universitat Politècnica de València.
- Le Boterf, G. (2001). Ingeniería de las competencias. Gestión 2000.
- Martínez Alonso, G. F., Monsiváis Pérez, A., Garza Garza, J. Á., & Treviño Cubero, A. (2012). La inclusión de la educación para el desarrollo sostenible en la física para ingenieros.
- Morata, M., Pérez, A., Cortina-Puig, M., & Cruz, J. (2011). *Rúbrica para evaluación de competencias transversales de la Euss: adaptación a la asignatura de Física*.
- Muñoz, V. G., Callejo, M. R. S., Sastre, L. B. S. L. B., & Marín, A. C. (2017). Revisión sistemática sobre competencias en desarrollo sostenible en educación superior. *Revista iberoamericana de educación*, 73, 85-108.
- Rodríguez Gómez, G., Ibarra Sáiz, M., & García Jiménez, E. (2013). Autoevaluación, evaluación entre iguales y coevaluación: conceptualización y práctica en las universidades españolas. *Revista de investigación en educación*, 11(2).
- Rugarcia, A., Felder, R. M., Woods, D. R., & Stice, J. E. (2000). The future of engineering education: Part 1. A vision for a new century. *Chemical Engineering Education*, 34(1), 16-25.
- Universidad Tecnológica Nacional. (1998). Ordenanza Nro. 1873/2023. Por la cual se aprueba el Diseño Curricular de la carrera Ingeniería en Energía Eléctrica (Plan 2023). Promulgada el 15 de junio de 2022.