

Enseñanza y evaluación en el área de tecnologías aplicadas en carreras de Ingeniería

Teaching and evaluation in the area of applied technologies in Engineering careers

Guillermo Javier Sepúlveda¹ , Luciano Doncel² , María Eugenia Gimenez³ , Judith Quiroga Castro⁴ , Adriana Jofre⁵  y Consuelo Escudero⁶ 

Sepúlveda, G., et al. (2025). *Enseñanza y evaluación en el área de tecnologías aplicadas en carreras de Ingeniería*. Nuevas Perspectivas, 4 (8), 1-15.

Recibido: 15/11/2023

Aceptado: 03/05/2024

Resumen: El presente Artículo expone un Esquema de Enseñanza/Aprendizaje/Evaluación para Estudiantes Avanzados en Asignaturas del Área de Tecnologías Aplicadas (Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos) consistente en Diseño/Selección de Equipos sustentado en Clases Presenciales/Virtuales, Sincrónicas/Asincrónicas, Experiencias de Laboratorio en forma de Desafíos de Aprendizaje, Exposiciones Grupales de Trabajos de Diseño y Selección de Equipos bajo la modalidad de Evaluación con Rúbricas de Autoevaluación, Coevaluación y Heteroevaluación. Se usó también un Formulario de Autoevaluación Personal y Crítica al Docente Responsable. Desarrollado en prepandemia mediante clases presenciales, pudo sostenerse durante pandemia aportando los datos experimentales requeridos para que los grupos de estudiantes pudieran completar sus diseños. También se ha desarrollado un Dispositivo Didáctico denominado Método de la Deriva Informacional. Evaluar competencias implica evaluar los procesos en la resolución de situaciones problemáticas en diseño. Los testimonios de estudiantes y docentes reflejan el impacto favorable de estas actividades.

¹ Universidad Nacional de San Juan. Argentina. Contacto: gsepulveda@unsj.edu.ar

² Universidad Nacional de San Juan. Argentina. Contacto: salvidoncel@gmail.com

³ Universidad Nacional de San Juan. Argentina. Contacto: megimenez@unsj.edu.ar

⁴ Universidad Nacional de San Juan. Argentina. Contacto: judyh_quiroga@unsj.edu.ar

⁵ Universidad Nacional de San Juan. Argentina. Contacto: ajofre@unsj.edu.ar

⁶ Universidad Nacional de San Juan. Argentina. Contacto: cescudero@unsj-cuim.edu.ar

Palabras Clave: Esquema de Enseñanza/Aprendizaje, Rúbricas, Auto/Co/Heteroevaluaciones, Formulario de Autoevaluación Personal

Abstract: this Article presents a Teaching/Learning/Evaluation Scheme for Advanced Students in Subjects in the Area of Applied Technologies (Chemical Engineering and Food Engineering) consisting of Design/Selection of Equipment supported by In-Person/Virtual, Synchronous/Asynchronous Classes, Experiences Laboratory in the form of Learning Challenges, Group Exhibitions of Design Work and Equipment Selection under the modality of Evaluation with Self-assessment, Co-evaluation and Hetero-evaluation Rubrics. A Responsible Teacher Personal and Critical Self-Evaluation Form was also used. Developed pre-pandemic through in-person classes, it was able to be sustained during the pandemic by providing the experimental data required so that the student groups could complete their designs. A Teaching Device called the Information Drift Method has also been developed. Evaluating competencies involves evaluating the processes in solving problematic situations in design. The testimonies of students and teachers reflect the favorable impact of these activities.

Keywords: teaching/learning/assessment scheme, rubrics, self/co and heteroevaluations, personal self-assessment form

Introducción

La educación en el área de las tecnologías aplicadas recupera mucho de los conocimientos desarrollados por el estudiantado a lo largo de las asignaturas de los años previos del plan de estudio, integrándolo a través de la resolución de situaciones problemáticas en las que deben analizar el problema planteado además de buscar una solución técnica y económicamente factible a través de un diseño. La evaluación de los procesos de enseñanza no trata solo de juzgar el resultado final del diseño, sino de medir el desarrollo de competencias del estudiante.

Estos lineamientos describen las prácticas docentes en las asignaturas: Operaciones Unitarias/ Procesos de Separación que se cursan durante 4^{to} y 5^{to} año de las carreras de Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan. Estas Asignaturas integran el Área de las Tecnologías Aplicadas, e implican la Aplicación Sistemática de Balances de Materia y Energía, desde materias primas respectivas al producto final.

Se entiende que estos espacios curriculares presentan la oportunidad de desarrollar los siguientes aspectos:

- *Aprendizaje significativo*, aquel que implica la vinculación estrecha con los esquemas previos, con una reacomodación de estos no solo desde lo cuantitativo sino también desde la calidad de los nuevos conocimientos (Ausubel, 2002).
- *Centralidad de la metacognición*, la autoevaluación de los aprendizajes, las explicaciones de los procesos para la construcción del conocimiento.
- *Planteo de situaciones interdisciplinarias* como umbral para el ingreso a la consideración de cuestiones complejas.

- *Enseñanza basada en problemas* que permiten evaluar las trayectorias de aprendizaje.

- *Competencias genéricas sociales*: desempeño efectivo en equipos de trabajo, acordando reportes de actividades experimentales interdisciplinarias, comunicación efectiva y aprendizaje en forma continua y autónoma (CONFEDI, 2018).

Ingeniería Química y Alimentos se caracterizan por conocimientos que implican alto nivel de desarrollo y uso de tecnologías avanzadas, que llevan a pensar que las competencias puestas en juego van más allá de los estándares ya que es preciso desarrollar mentes flexibles, creativas e innovadoras frente a los proyectos que afrontará a lo largo de su carrera profesional.

Es por ello que la evaluación es uno de los componentes que acompaña desde el inicio el planeamiento y la ejecución de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Marco teórico

El desarrollo de competencias comprende una amplia variedad de aspectos no solo por las funciones que potencialmente podría desempeñar, sino también por los cambios socioculturales que se prevén y que modifican de manera cada vez más frecuente el perfil de los futuros ingenieros. En ese marco se hace necesaria una construcción de escenarios formativos muy próximos a los que deberá insertarse al completar sus estudios. La diversidad de situaciones (Vergnaud, 1990) abordadas por la enseñanza es requisito fundamental para generar condiciones favorables de aprendizaje significativo. Las competencias tienden a ser usadas como un saber-hacer eficaz. Una formación de esas características requiere de una nueva racionalidad docente, y reestructurar el acto educativo superando la parcialización y fragmentación de saberes.

En el caso de las competencias, reciben particular interés las que tienen como propósito consolidar, articular e integrar las ciencias básicas. El proceso evaluador de competencias genéricas y específicas, tecnológicas, sociales y actitudinales (CONFEDI, 2018) consisten en que el alumno domine un conjunto mayor de competencias. En la literatura educativa pueden encontrarse diversas definiciones operativas de competencias, pero todas confluyen a una como la siguiente: *Un conjunto integrado de conocimientos, destrezas y actitudes que una persona moviliza para resolver, de manera satisfactoria, tareas concretas en contextos de la vida cotidiana y profesional.*

Si bien la educación tanto STEM como STEAM (Ortiz-Revilla, Adúriz-Bravo y Greca, 2020; Ortiz-Revilla, Sanz-Camarero y Greca, 2021) ha otorgado a la educación en ingeniería un protagonismo inédito hasta el momento hay pocos marcos teóricos que proporcionen una fundamentación robusta y holística abarcando aspectos epistemológicos, psicológicos y didácticos. Entre los objetivos buscados se percibe la noción de resolución de problemas, explícita o subyacentemente a otras cuestiones. Pocos modelos se refieren al aprendizaje de las ciencias, potenciación del pensamiento creativo o al desarrollo de innovación profesional. En el mismo sentido, sólo algunos modelos presentan una evaluación de dichos logros entendiendo que los resultados empíricos son los que otorgan la validez y viabilidad a los modelos.

Ferrada, Diaz-Levincoy y Puraivan (2022) entienden que establecer un entorno de aprendizaje vanguardista, demostrativo, basado en la simulación en ambientes que promuevan el desarrollo de habilidades, fomentan y estimulan un modelo educativo, colaborativo, flexible y creativo, innovando y afrontando las necesidades del futuro a través del desarrollo de proyectos, explorando y resolviendo problemas a través del pensamiento crítico, la comunicación efectiva y la gestión eficiente del tiempo.

Tomando como referencia el campo de la didáctica de las ciencias, autores como Simarro y Couso (2022) hacen una propuesta para responder tres preguntas: ¿Qué alfabetización en ingeniería y en tecnología debemos promover? ¿Qué prácticas ingenieriles debemos ayudar a desarrollar? ¿Cuáles son las ideas centrales que debemos enseñar en las clases de tecnología?

Este trabajo centra al proceso de evaluación como aspecto primigenio alternativo de la enseñanza y aprendizaje en el área.

Desarrollo

La propuesta didáctica de las asignaturas de Operaciones Unitarias y Procesos de Separación tiene su basamento en el uso de los conocimientos desarrollados en asignaturas de años previos otorgándole existencia, aplicabilidad y significancia. Durante el cursado se desafía al estudiantado con problemas de diseño que requieren la toma de datos experimentales haciendo uso de dispositivos tecnológicos, con la particularidad que el estudiantado desconoce previamente su funcionamiento.

Esta manera de disponer de la tecnología se describe como un *Desafío Interpretativo* de la misma, donde los grupos de trabajo interrelacionan ideas, prueban y ensayan posibilidades de armado y funcionamiento, además de desarrollar la propuesta de un procedimiento operativo del dispositivo en cuestión. Todo este proceso se realiza con mínima intervención por parte del equipo docente entregando información disparadora de ideas e invitando a los estudiantes a llenar huecos de conocimiento con sus interpretaciones y actuaciones, y, fijado el objetivo, asumir el desafío de llevarlo a cabo, con el conocimiento disponible conformando lo denominado *Deriva Informacional* (Sepúlveda, Doncel, Giménez y Escudero, 2023).

Esta propuesta está acompañada por un esquema de evaluación formativa que abarca la auto, la co y la heteroevaluación. Las instancias de evaluación son el trabajo con el dispositivo tecnológico, diseño y selección de equipos y exposición oral del mismo, esta última instancia se muestra en el siguiente link:

[Playback \(unsj.edu.ar\)](https://unsj.edu.ar) (Abril 2023)

Las instancias mencionadas son evaluadas mediante un sistema de rúbricas de elaboración propia, que cuantifican un conjunto de habilidades/competencias desarrolladas por el grupo de estudiantes.

Las competencias claves se desglosan en resultados de aprendizaje desarrollados por el estudiantado al finalizar cada desafío planteado.

Durante el trabajo con el dispositivo tecnológico se aplica una rúbrica de autoevaluación y una de heteroevaluación que responde cada integrante del equipo docente, las que no están incluidas en este trabajo.

En la figura 1 se muestra la rúbrica aplicada para evaluar el desempeño en las exposiciones orales. En la figura 2 se muestran algunos resultados de la aplicación de esa rúbrica en instancias de auto, co y heteroevaluación, lo que una vez ponderado permite obtener el puntaje final en cada uno de los resultados de aprendizaje y la nota final correspondiente a cada grupo de estudiantes.

La autoevaluación ya nombrada, además de abarcar el trabajo con el dispositivo tecnológico, se extiende a la evaluación del trabajo en equipo. Esta ficha es personal y cada estudiante decide si la comparte o no con el equipo docente. En la misma hay preguntas sobre su desempeño (Figura 3). La finalidad de esta última ficha es que se ponga en palabras las fortalezas y debilidades y que el docente tenga la posibilidad de colaborar en resolver los aspectos menos beneficiosos para la tarea y genere un marco de confianza.

Esta última rúbrica da lugar a realizar una percepción cognitiva, críticas constructivas sobre la metodología docente utilizada, aportes innovadores, etc. Para el cuerpo docente es una retroalimentación que permite moderar el esquema del cursado tema a tema y para futuras cohortes.

Nivel de Experticia	EXPERTO	AVANZADO	IDÓNEO	APRENDIZ	NOVEL	PESO
Tema Evaluado/Nivel	5	4	3	2	1	
Conocimiento Teórico	El grupo manifiesta un nivel superlativo de comprensión del tema trabajado	El grupo manifiesta excelente nivel de comprensión del tema trabajado	El grupo manifiesta un buen nivel de comprensión del tema trabajado	El grupo logra, con colaboración del docente y/o pares, comprensión del tema trabajado	El grupo no logra, aún con colaboración del docente y/o pares, comprensión del tema trabajado	16%
Propuesta de Solución a la Situación Planteada	El grupo realiza una superlativa propuesta respetando todas las consignas propuestas	El grupo realiza una propuesta superadora respetando todas las consignas propuestas	El grupo realiza una buena propuesta respetando todas las consignas propuestas	El grupo alcanza con colaboración de docentes/pares la propuesta respetando todas las consignas propuestas	El grupo no alcanza, aún con colaboración de docentes/pares una propuesta respetando todas las consignas propuestas	16%
Defensa y Justificación	El grupo argumenta en forma superlativa cada una de las propuestas	El grupo argumenta en forma excelente cada una de las propuestas	El grupo justifica cada una de sus propuestas	El grupo, con colaboración de docentes/pares, logra defender sus propuestas	El grupo no logra defender sus propuestas	16%
Nivel de Depuración del Programa de Simulación O Balance de Materia/Energía Elaborado para el Proceso	El Programa/Balance supera el Nivel de Planilla de Cálculo, es Robusto, Ergonómico y Afable, Tiene Dinámica con un Nivel de Depuración Avanzado	El Programa supera el Nivel de Planilla de Cálculo, es Robusto, Tiene Dinámica con un Buen Nivel de Depuración,	El Programa supera el Nivel de Planilla de Cálculo, Tiene Dinámica pero con un Nivel de Depuración Rudimentario	El Programa supera el Nivel de Planilla de Cálculo, pero es Rudimentario	El Programa No supera el Nivel de Planilla de Cálculo, y es Rudimentario	10%
Análisis Económico de la Solución Propuesta	El grupo manifiesta Superlativo Nivel de Comprensión en el Análisis Económico Elemental Solicitado	El grupo manifiesta Excelente Nivel de Comprensión en el Análisis Económico Elemental Solicitado	El grupo manifiesta Un Buen Nivel de Comprensión en el Análisis Económico Elemental Solicitado	El grupo logra, con colaboración del docente y/o pares, Comprensión en el Análisis Económico Elemental Solicitado	El grupo no logra, aún con colaboración del docente y/o pares, Comprensión en el Análisis Económico Elemental Solicitado	5%
Desarrollo de Manual Operativo del Proceso o Equipo	El grupo manifiesta Superlativo Nivel de Descripción en la Operación del Equipo Diseñado	El grupo manifiesta Excelente Nivel de Descripción en la Operación del Equipo Diseñado	El grupo manifiesta un Buen Nivel de Descripción en la Operación del Equipo Diseñado	El grupo logra, con colaboración del docente y/o pares, una Descripción Aceptable en la Operación del Equipo Diseñado	El grupo no logra, aún con colaboración del docente y/o pares, una Descripción Aceptable en la Operación del Equipo Diseñado	5%
Fuentes de Información	El grupo Identifica y Aplica más de 5 fuentes confiables e interesantes de información para el trabajo.	El grupo Identifica y Aplica 5 fuentes confiables e interesantes de información para el trabajo.	El grupo Identifica y Aplica por lo menos 3 fuentes de información para el trabajo.	El grupo Identifica y Aplica sólo una fuente de información para el trabajo.	El grupo no identifica fuentes de información para el trabajo.	11%
Organización del plan de trabajo	El grupo es capaz de explicar en forma Superlativa los pasos seguidos para llegar a las propuestas presentadas	El grupo es capaz de explicar en forma excelente los pasos seguidos para llegar a las propuestas presentadas	El grupo es capaz de explicar en forma adecuada los pasos seguidos para llegar a las propuestas presentadas	El grupo logra explicar, con colaboración de pares y/o docentes, los pasos seguidos para llegar a las propuestas presentadas	El grupo no es capaz de explicar los pasos seguidos para llegar a las propuestas presentadas	11%
Conclusiones de los Trabajos Realizados en la Unidad	El Grupo Arriva a Conclusiones de Carácter Superlativo del Tema Estudiado	El Grupo Arriva a Conclusiones de Carácter Excelente del Tema Estudiado	El Grupo Arriva a Conclusiones de Carácter Idóneo del Tema Estudiado	El Grupo Arriva, con colaboración de pares y/o docentes, a Conclusiones Mínimamente Adecuadas del Tema Estudiado	El Grupo no es capaz de Arrivar a Conclusiones Mínimas del Tema Estudiado	10%

Figura 1: Rúbrica General de Evaluación para Exposiciones Orales (se aplica a Todas las Asignaturas de la Cátedra Operaciones Unitarias).

Grupo	Num	Alumno/a evaluado/Grupo	Número de puntuaciones			Conocimiento Teórico			Propuesta de Solución a la Situación Planteada			Defensa y Justificación			Nivel de Ejecución del Programa de Simulación O Balance de Materia/Energía Elaborado para el Proceso			Análisis Económico de la Solución Propuesta			Desarrollo del Procedimiento Operativo del Proceso o Equipo			Fuentes de Información			Organización del plan de trabajo			Conclusiones de los Trabajos Realizados en la Unidad			Nota cuantitativa (contando solo el ítem más bajo)			Nota cuantitativa (usando la media ponderada de los ítems)			Nota global			Comentarios del profesor	Comentarios de los alumnos (coevaluación)	Comentarios de propio alumno/a (autoevaluación)
						16%			16%			16%			10%			5%			5%			11%			11%			10%			Máx. punt.	10	100%			Coev	Auto	Prof				
			Coev	Auto	Prof	Coev	Auto	Prof	Coev	Auto	Prof	Coev	Auto	Prof	Coev	Auto	Prof	Coev	Auto	Prof	Coev	Auto	Prof	Coev	Auto	Prof	Coev	Auto	Prof	Coev	Auto	Prof	Coev	Auto	Prof	40%	10%	50%						
Grupo 1	1	NN AA 01	11	1	2	4,09	4	4	4,18	4	4	4,09	4	4	4,18	4	3,5	4,45	4	4,5	2,64	4	3	3,27	4	3	4,18	4	4	3,55	4	3	5,28	8	6	7,85	8	7,43	7,66	Buen trabajo, grupo evoluciona bien	Muy detallistas; Me gustó el Análisis Económico y el diseño de Desarenador sobretodo; me gusto mucho la dinámica del grupo y la manera de explicar, se entendió facilmente; ; El grupo se expresó muy bien. Muy avanzada la descripción de costos.; ;			
	2	NN AA 02	1	-	-	4	-	-	5	-	-	4	-	-	4	-	-	5	-	-	2	-	-	4	-	-	5	-	-	4	-	-	4	-	-	8,44	-	-						
	3	NN AA 03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					-	
Grupo 2	4	NN AA 04	11	-	4	3,09	-	3	3,27	-	2,75	3,09	-	2,75	3,45	-	2,5	3,55	-	2,25	2,82	-	1,5	2,82	-	1,5	3,18	-	3	3,09	-	2,5	5,64	-	3	6,29	-	5,09	5,06	Al grupo le falta compenetración en el tema, senen que profundizar mas; ;	Se tardaron un poco en exponer lo único. ; ;			
	5	NN AA 05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
	6	NN AA 06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					-	-
Grupo 3	7	NN AA 07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,55	Excelente trabajo, fue un exquisito relato del darse cuenta de los descubrimientos y potencialidades adquiridas y desarrolladas	Interesante Trabajo			
	8	NN AA 08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				-		
	9	NN AA 09	11	1	2	4,27	3	4,5	4,27	3	4,5	4,45	3	4,5	4,45	4	4,5	4,45	3	4,5	4,45	4	4,5	4,09	4	3,5	4,27	4	4,5	4,18	5	4,5	8,18	6	7	8,61	7,14	8,78						
Grupo 4	10	NN AA 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,37	Bien presentado aunque con detalles de decisiones en el cálculo, si bien siguieron una línea alternativa considerando sistemas particulados, vale la diferencia, de criterios. Pará qué vean la diferencia el resto de los grupos. EXCELENTE trabajo!!! ;			
	11	NN AA 11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	12	NN AA 12	9	1	2	3,89	4	4,5	4	4	4,5	3,89	4	4,5	3,89	4	4,5	4,11	3	4,5	4,11	4	4	4	4	4	4	4	4	4,5	3,89	5	4	7,78	6	8	7,91	8,32	8,74					
Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3			Grupo 4																																			

Figura 2. Resultados Obtenidos de una Evaluación a través de la Rúbrica (Todas las Competencias Evaluadas). Asignaturas: Operaciones Unitarias (Ing. Química) / Operaciones Unitarias I (Ing. en Alimentos) (Abril 2023). Tema: Trituración y Molienda de Sólidos / Agitación, Mezclado y Moldeo

AUTOEVALUACIÓN ACTITUDINAL DE TRABAJO PERSONAL Y DE TRABAJO INTERACTIVO GRUPAL					
Unidad IA:	Sistemas de Contacto, Trituración & Molienda, Agitación & Mezclado			Operaciones Unitarias - Operaciones Unitarias I	INQ-IEA
Estudiante:	Nnnn Aaaa			Fecha:	20/04/2023
Coloree con este color las celdas correspondientes a su Respuesta					
Categoría	CASO A	CASO B	CASO C	CASO D	OBSERVACIONES
Asistencia a Clase Presencial	100%	66%	33%	Asistí Poco a clase y me maneje con las clases grabadas	
Uso de Clases Grabadas	Muy Útiles	Útiles	Poco Útiles	No fue de Utilidad	
Uso de Clases de Consulta	Muy Útiles	Útiles	Poco Útiles	No fue de Utilidad	
Consigna: Entendimiento de la Estructura del Unidad IA de Conocimiento	Entendí claramente la Estructura y el Dictado del Unidad IA	No me quedó muy clara la consigna pero la fui deduciendo a medida que transcurrían las Clases Asignadas, ya sea Presenciales o Virtuales	No entendí la consigna hasta el Final	No entendí la consigna	
Vinculación e Integración con contenidos de clase	Durante el Dictado del Unidad IA encontré una relación clara entre los conceptos dados en clase y la Experiencia de Laboratorio.	Durante el Dictado del Unidad IA encontré relaciones entre los Conceptos Teóricos y la Experiencia de Laboratorio, aunque hubo algunos aspectos en los que tuve dudas o no entendí como relacionarlos	Encontré muy poca relación entre los Contenidos Teóricos y la Experiencia de Laboratorio	No encontré relación entre los Contenidos Teóricos y la Experiencia de Laboratorio	
Nivel de Atención	Estuve enfocado en las clases y actividades/tareas hasta terminirlas	Presté atención y puse foco en las Clases y actividades/tareas aunque a veces me dispersaba	Estuve disperso y no me enfoqué en las Clases y las actividades/tareas específicamente	No preste atención	
Participación en Clase. Frente a una duda o situación que descubres y no entiendes:	En cuanto la detecto o me doy cuenta, interrumpo al profesor y le pido que me explique y no me importa lo que piensen mis compañeros o el profesor, me agrada siempre estar en lo cierto.	En cuanto la detecto o me doy cuenta, anoto la duda y luego la resuelvo en clase de consulta o con algún compañero. Me agrada escuchar la clase sin interrupciones	No Consulto por temor a que el grupo o el profesor piense que soy torpe	Generalmente no me doy cuenta de dudas en las clases. Estas, las dudas, aparecen cuando releo la clase o los apuntes, en ese momento las anoto y las evaúo luego con el profesor o con mis compañeros.	
Trabajo en Equipo	Dada la distribución de actividades en el equipo logre cumplir en tiempo y forma con lo estipulado	Dada la distribución de actividades en el equipo tuve dificultades en integrarme al equipo, pero lo superé y pude cumplir con lo estipulado	No logré integrarme al equipo de trabajo, aunque quise hacerlo.	Prefiero trabajar de manera individual	
Participación Intelectual	Aporté ideas útiles continuamente durante el desarrollo de las Clases y Actividad/Tareas	Aporté algunas ideas de vez en cuando, para colaborar con la actividad grupal, pero no lo hice continuamente	Aporté pocas ideas, para colaborar con la actividad grupal, y no lo hice continuamente	No opiné	
Participación Operativa Manual en la Experiencia de Laboratorio	Participé activamente de la Actividad Manual. Me siento cómodo con las Tareas de Ejecución Manual. No tengo problemas para ubicar Espacialmente Instrumental o piezas indicadas en un plano o croquis, como también deducir la funcionalidad de las piezas en el armado de un dispositivo	Participé lo justo y necesario en la Actividad Manual. Me siento relativamente cómodo con las Tareas de Ejecución Manual. Tengo algunos problemas para ubicar Espacialmente Instrumental o piezas indicadas en un plano o croquis, como también así deducir la funcionalidad de las piezas en el armado de un dispositivo	Si puedo no participo en la Actividad Manual, prefiero evitar las tareas manuales. Me siento incómodo con las tareas de ejecución manual. Tengo problemas para ubicar Espacialmente Instrumental o piezas indicadas en un plano o croquis, como también para deducir la funcionalidad de las piezas en el armado de un dispositivo	No participé en la Actividad Manual. Me dediqué a Observar la Acción de mis compañeros y a sacar conclusiones de la Experiencia de Laboratorio y Aprender de la tarea de los demás.	
Actitud durante las Clases y en la Experiencia de Laboratorio	Tuve una Actitud Positiva frente a las Actividades/Tareas Propuestas. No me gusta Criticar en Público a mis Compañeros de Clase o Grupo.	La mayor parte del tiempo tuve una Actitud Positiva frente a las Actividades/Tareas Propuestas, aunque a veces Critiqué a algunos de mis compañeros de grupo	No tuve una actitud positiva frente a las Actividades/Tareas Propuestas, me quejo por la tarea. Tuve tendencia a criticar el trabajo que realizan mis compañeros de Clase o Grupo por no estar de acuerdo con ellos.	Tuve una Actitud Neutra frente a las Actividades/Tareas Propuestas. Simplemente me dediqué a Observar y ha hacer lo Mínimo Indispensable.	
Conversión de Unidades	No tuve dificultades con los pasajes de unidades, sin importar tipo de unidad ni sistemas utilizados. Puedo Convertir Unidades sin necesidad de una Tabla de Conversión y Tengo una idea concreta del significado Físico y Magnitud de cada Unidad Utilizada	Tengo algunas dificultades con los pasajes de unidades, para asegurarme utilizo una Tabla de Conversión y Tengo una idea relativamente Concreta del Significado Físico y Magnitud de cada Unidad Utilizada	Tengo serias dificultades con los pasajes de unidades, para asegurarme utilizo siempre una Tabla de Conversión y No Tengo una Idea Concreta del Significado Físico y Magnitud de cada Unidad Utilizada	Uso Siempre una Tabla de Conversión por Simplicidad y Velocidad. Pero Tengo serias dificultades si no la tengo a mano	
Evaluación e Informes Finales del Unidad IA de Conocimiento	Entendí Perfectamente las Pautas planteadas para la Evaluación y la Realización de los Informes Finales.	No Tuve muy Claras las Pautas planteadas para la Evaluación y la Realización de los Informes Finales.	Tuve Mucha Confusión con las Pautas planteadas para la Evaluación y la Realización de los Informes Finales.	Me adapté a las Interpretaciones de mis Compañeros de Grupo o Clase respecto a las Pautas planteadas para la Evaluación y la Realización de los Informes Finales, Siguiendo sus recomendaciones sin objetarlas.	
Percepción Cognositivo/Emocional durante la Experiencia de Laboratorio Realizada					
1) Describa desde su perspectiva, el cuadro de sensaciones e ideas surgidas durante la experiencia realizada, enfocándose en lo que iba aprendiendo en términos personales y grupal					
<p>Me gustó la experiencia de laboratorio que tuvimos porque fue innovadora, siempre hemos tenido las guías con los procedimientos a respetar, mientras que en la realizada tuvimos que descubrir nosotros solos qué hacer y cómo hacerlo. El trabajo grupal nos costó bastante porque nunca habíamos realizado uno de esta modalidad, el tener que seguir el proceso etapa por etapa con cada balance es algo que habíamos visto solamente en ejercicios simples en materias como termodinámica pero era difícil verlo con una aplicación real. Me gustó haber tenido un primer acercamiento a cómo plantear uno y realizarle el seguimiento. También fue un primer acercamiento con el tema económico, ya que hasta acá no habíamos tenido en cuenta esa área, tuvimos que buscar varios equipos e ir comparando según costo y capacidad el que mejor se adaptara a nuestro proceso.</p>					
1) Realice Críticas constructivas de la Metodología Utilizada por la Cátedra a este tipo de experiencias, indicando su opinión hacia la actitud del/(de los) docentes que estuvo/estuvieron a cargo de la misma.					
Me parece necesario dedicarle más tiempo de las clases a las clases teóricas de la primera unidad, ya que nos enfocamos más que nada en el trabajo grupal.					

Figura 3. Resultados Obtenidos de una Autoevaluación a través de la Rúbrica. Tema: Trituración y Molienda de Sólidos / Agitación, Mezclado y Moldeo (Abril 2023).

La acreditación resulta de la combinación de las cuatro rúbricas, quedando registrados cada uno de los momentos de aprendizaje, en la búsqueda, tal como lo propone Álvarez Méndez (2004), de que cada aspecto técnico evaluado esté guiado por aspectos éticos y cumpla la calificación lograda de modo que sea justa y cabal a los desempeños percibidos. De esta manera, la ética de la responsabilidad obliga al profesor a tener en cuenta las consecuencias que derivan de su actuación para con los sujetos evaluados, con plena conciencia de que la decisión adoptada aporta a la esperanza, el entusiasmo y la formación integral de las personas.

Acordamos con este especialista que la evaluación ejercida con intención educativa es prioritaria y esencialmente una cuestión ética, no técnica. Los aspectos técnicos adquieren sentido precisamente cuando están guiados por principios éticos. Si entre los aspectos técnicos preocupa la objetividad, entre los éticos la preocupación se centra en la acción justa y ecuánime.

El uso de una sola rúbrica, o eventualmente dos, no hubiese podido captar el avance y desarrollo de capacidades del estudiante, solo hubiese visualizado el momento final, de manera que las desobstrucciones a los obstáculos que han vivenciado los estudiantes quedan en la memoria del equipo docente en el mejor de los casos.

Resultados

La propuesta ha sido útil y motivadora, corroborada por los estudiantes a la hora de realizar la experiencia y la alta calidad de los informes. Las competencias se incrementaron, así como su nivel de desarrollo. El alumno fue desafiado a utilizar sus conocimientos previos y ha respondido.

Consideramos que uno de los resultados concretos son las reflexiones de los estudiantes en las rúbricas de autoevaluación, colocamos algunas de ellas realizadas durante el ciclo 2023 en las asignaturas de Operaciones Unitarias y Operaciones Unitarias I. Sus testimonios son el reflejo del impacto favorable de esta propuesta.

Alumno 01: *Me gustó la experiencia de laboratorio que tuvimos porque fue innovadora, siempre hemos tenido las guías con los procedimientos a respetar, mientras que en la realizada tuvimos que descubrir nosotros solos qué hacer y cómo hacerlo. El trabajo grupal nos costó bastante porque nunca habíamos realizado uno de esta modalidad, el tener que seguir el proceso etapa por etapa con cada balance es algo que habíamos visto solamente en ejercicios simples en materias como termodinámica, pero era difícil verlo con una aplicación real. Me gustó haber tenido un primer acercamiento a cómo plantear uno y realizarle el seguimiento. También fue un primer acercamiento con el tema económico, ya que hasta acá no habíamos tenido en cuenta esa área, tuvimos que buscar varios equipos e ir comparando según costo y capacidad el que mejor se adaptara a nuestro proceso.*

Me parece necesario dedicarle más tiempo de las clases a las clases teóricas de la primera unidad, ya que nos enfocamos más que nada en el trabajo grupal.

Alumno 02: *El hecho de haber podido visualizar lo que se pretendía con el equipo/máquina no me hacía sentirme contenta. Una vez que se pudo resolver, me generó una mayor satisfacción y comodidad. La segunda parte de la experiencia, al recordar cómo se había hecho años anteriores, pude resolverlos con comodidad, recordando viejos conceptos y el procedimiento de este.*

Bajo mi percepción, me gustaría que las clases fueran más metódicas (en el sentido de hacer uso de PowerPoint si se requiere o los mismos apuntes que nos proporciona la cátedra para aprender) para necesitar solamente de las clases para evacuar dudas e ir estudiando y aprendiendo los temarios que se requiere para la materia en las clases a medida que esta ocurre. Fuera de eso, siento que hemos aprendido bastante y está muy buena la materia ya que es algo que veo muy probable de que nos podamos encontrar con esto en la industria.

Alumno 03: *Fue interesante y diferente el hecho de armar el equipo desde cero en el laboratorio de mezclado, personalmente me gusta cuando tenemos aplicaciones prácticas de la parte teórica ya que esto hace que los conocimientos se fijen de manera más clara y sea más fácil verlo.*

Creo que la práctica podría haberse acortado si los pasos a seguir estuvieren bien detallados, paso por paso, en el apunte.

Alumno 04: *Al principio fue un poco frustrante el no saber cómo armar el equipo, pero fue muy interesante las ideas que uno mismo y las que mis compañeros sugerían, y como una vez que detectábamos un error, este era compartido para el resto y verificar si se estaba de acuerdo o no. Una vez que logramos armarlo hubo una sensación de satisfacción general, tanto por el hecho de lograr armarlo como el hecho de aprender y entender el funcionamiento del mismo. A su vez, me pareció una buena forma de enseñarnos a afrontar los posibles problemas interpersonales como técnicos que pueden llegar a presentarse en un futuro profesional.*

La única crítica que tengo fue la duración de la experiencia, pero el hecho de que fuéramos nosotros los principales protagonistas de ella fue un poco la causante de esto. Fue una experiencia larga pero útil.

Otras reflexiones de la cohorte se muestran en el Anexo.

La resolución de problemas de diseño se ha constituido en una herramienta para el aprendizaje realizado a partir de los conocimientos previos y las dificultades encontradas, identificadas por los estudiantes y el profesor.

Los estudiantes prefieren abocarse al desarrollo del conocimiento con este esquema, aun cuando demore algo más de tiempo que bajo un esquema de evaluaciones parciales y perciben que, a través de las interacciones con su grupo de desarrollo, el cuerpo docente y la tarea asignada, incorporan o

se apropian del conocimiento en forma más sencilla, y a la vez profunda e intensa. En términos personales el estudiante adquiere conciencia de la significación de su propio aprendizaje.

A Modo de Conclusión

La metodología de enseñanza y evaluación descripta pone en relevancia el conocimiento adquirido por los estudiantes y también evidencia los huecos significativos en su historia de aprendizaje, tanto desde el punto de vista del docente como del estudiante.

El esquema de evaluación desarrollado es dinámico ya que desde el inicio se desarrollan nuevos tópicos o se realizan actualizaciones de enfoques / descripciones ya sea por sugerencias de los estudiantes o del cuerpo docente con el fin de mejorar el sistema y englobar la heterogeneidad de las cohortes sucesivas.

El objetivo es generar un campo de información rico y estimulante, para que el estudiante explore sus capacidades y posibilidades y tome conciencia de que puede expandirlas.

La realidad es siempre infinitamente compleja, y no se puede pasar directamente desde la percepción común y del comportamiento práctico espontáneo a la descripción científico-tecnológica y a la «visión teórica». Pero el trabajo científico comienza confrontando la experiencia espontánea con ciertas otras realidades, cuya relación de analogía hace posible obtener una primera visualización de la estructura posible, la cual hubiera sido, de no mediar ese modelo, invisible. (Samaja, 1999).

Como continuidad a este trabajo se buscará replicar este sistema de evaluación en asignaturas del área de ciencias básicas de los planes de estudio a modo de mejorar el desarrollo de competencias tanto en conocimiento como actitudinales desde el inicio de la formación profesional contribuyendo a una mejor articulación vertical.

Sentimos que el Futuro es Ampliamente Promisorio...

Referencias Bibliográficas

- Álvarez Méndez, J.M. y otros (2004) La formación docente: Evaluaciones y nuevas prácticas en el debate educativo contemporáneo (II Congreso Internacional de Educación) Universidad Nacional del Litoral. Santa Fé, Argentina: Ediciones UNL.
- Ausubel, D. P. (2002) Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. Barcelona: Ed. Paidós.
- CONFEDI (2018). Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina: "Libro Rojo del CONFEDI". Aprobado por la Asamblea del CONFEDI de la República Argentina, Rosario.
- Ferrada, C.; Díaz-Levicoy, D.; Puraivan, E. «Aula en un ambiente STEM». DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia, 2022, Núm. 40, <https://raco.cat/index.php/DIM/article/view/402812>
- Ortiz-Revilla, J., Adúriz-Bravo, A. y Greca, I. M. (2020). A Framework for Epistemological Discussion on Integrated STEM Education. Science and Education, 29(4), 857-880.
<https://doi.org/10.1007/s11191-020-00131-9>
- Ortiz-Revilla, J., Sanz-Camarero, R., & Greca, I. M. (2021). Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada. Revista Iberoamericana de Educación, 87(2), 13-33.
- Samaja, J. (1999). Epistemología y metodología. Buenos Aires: Eudeba.
- Sepúlveda, G.; Doncel, L.; Giménez, M. E.; Escudero, C. (2023) *Metodologías de Enseñanza y Evaluación en Asignaturas del Área de Tecnologías Aplicadas*. 7EDUCiNa (7º Encuentro de Investigación en Educación en Ciencias Naturales y Tecnología), FFyB, UBA, CABA (Argentina), 5-8 Jun. (En prensa).
- Simarro Rodríguez, C. y Couso Lagaron, D. (2022) Didáctica de la ingeniería: tres preguntas con visión de futuro. Enseñanza de las Ciencias, 40 (3), 147-164.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3507>
- Vergnaud, G. (1989). *La théorie des champs conceptuels [Teoría conceptual de campos]*. Publications mathématiques et informatique de Rennes, (S6), 47-50.

Anexo

Reflexiones extraídas de las Rúbricas de Autoevaluación de los estudiantes (Abril 2023).

Alumno 05: *Me gustó participar en la experiencia de laboratorio sobre el armado del equipo porque tuve que utilizar mucho mi capacidad para pensar y de observación. Me ayudó ya que tuve conciencia sobre lo que es aplicar ingeniería inversa para resolver un problema. poder ordenar mis ideas y decidir sobre qué acciones son las que se deben tomar y cuáles serían las incorrectas. También pude ver como cada parte del equipo cumplía su función y como debía ir conectado para su correcto funcionamiento. Me ayudó el trabajo en equipo ya que podía evaluar las opciones que tenían mis compañeros sobre el proceso y llegar a un acuerdo sobre cuál era la mejor opción.*

Me gustó que el profe nos fuera guiando en el armado del equipo, sin darnos la respuesta, pero aclarando dudas. Estuvo presente todo el tiempo y nos fue asesorando sobre la marcha.

Alumno 06: *Me pareció muy interesante la propuesta planteada. El hecho de que tengamos que resolver nosotros (con nuestro conocimiento) todo el equipo, aportando ideas y debatiendo para qué era o cuál era la función de cada parte, fue muy enriquecedor. Con respecto a lo grupal, siento que aporté ideas y opiniones que ayudaron a resolver el problema planteado. Si bien a veces costó que me escucharan (en cuanto a opiniones o ideas para resolver), supongo que por una cuestión de que era la única mujer en la comisión, sobre todo al comienzo, pero lo resolví rápidamente poniendo en práctica lo que estaba aportando y mostrando que quizás era una buena alternativa.*

Con respecto a la metodología, me pareció bastante enriquecedora. No solo pusimos en práctica conocimientos previos, sino que aprendimos nuevos y además estaba el desafío de trabajar en grupo. Me agradó que tanto el docente a cargo de las clases y de la práctica, incluso (quien fue consultado por mi grupo para el trabajo práctico), estuviesen siempre dispuestos a consultas y nos ayudaran a despejar cada una de ellas.

Alumno 07: *Inicialmente no entendía para que servía el sistema que tenía en frente, pero después de algunas ayudas y de poner manos a la obra pude determinar correctamente para que servía cada parte y su modo de funcionamiento. A nivel grupal, nos desarrollamos bien colaborando con el compañero y distribuyéndonos las tareas de tal forma que todos hicimos una parte y cumplimos una función.*

Buena predisposición de los profesores respecto a brindar clases de consulta, independiente de los horarios, siendo muy flexibles con este tema, algo que me gustó mucho. En cuanto a la metodología si bien es la primera vez que me acerco a la misma, me parece correcta, trabajamos nosotros y recurrimos a los profesores o tutores para evacuar dudas. Me parece mejor investigar y anotar dudas, que estar sentado en clases escuchando, aunque a veces sea necesario también este tipo de clases. Creo que esta

forma me gusta más que la convencional.

Alumno 08: *Desde mi perspectiva, la práctica resultó fructífera ya que por primera vez armé un equipo desde cero y además, pudimos trabajar de manera ideal con mis compañeros en el laboratorio, ya que fuimos acordando de la mejor forma, cómo ubicar las piezas y la distribución de trabajo para cada uno.*

La actitud del docente a cargo fue buena, ya que nos ayudó con las piezas cuando teníamos dudas y respondió las preguntas que nos surgieron sobre otros temas de la experiencia realizada.

Alumno 09: *La experiencia de laboratorio me gustó, fue muy interesante y con una metodología distinta a la que estamos acostumbrados. El momento de tener que armar el equipo, deducir que era y su funcionalidad fue un desafío tanto individual como grupal. De manera grupal me gustó intercambiar opiniones, ideas y entre todos resolver el problema, aunque a veces no nos poníamos de acuerdo, pero al final lo logramos. A nivel personal aprendí un montón, había muchas cosas que no sabía y logré relacionar la teoría con la práctica, de esta forma fue más sencillo e interesante. también me di cuenta de que necesito mucha práctica, deberíamos tener más experiencias de este estilo.*

La metodología utilizada en esta experiencia me pareció muy buena y útil. La actitud del profesor fue de que nosotros nos demos cuenta solos de las cosas, así que me pareció muy bien. Aun así, me parece interesante esta metodología de nosotros darnos cuenta, aplicando los conceptos que hemos aprendido en todo nuestro trayecto como estudiantes.

Alumno 10: *Durante la experiencia realizada se partió de una situación desconocida con el equipo desarmado, por lo que se tuvo que trabajar en equipo para lograr comprender como funcionaba el mismo. A base de prueba y error se logró armar el equipo y comprender su funcionamiento. En la segunda parte de la práctica nuevamente, luego de discutir sobre lo que se tenía que hacer, llevar a cabo el tamizado de una muestra, se dividió el trabajo entre los miembros del grupo para ahorrar tiempo y conseguir las mediciones requeridas.*

En la segunda parte de la práctica, en la realización del tamizado, había conceptos que no conocíamos o al menos no se tenían frescos, lo cual llevó a confusiones, pero se pudo solucionar. La actitud del docente estuvo bien, guió lo justo y necesario tratando que nosotros lográramos solucionar los problemas por cuenta propia.

Alumno 11: *La práctica de laboratorio, en lo personal, resultó muy fructífera ya que, poner en práctica y poder manipular elementos en función de temas teóricos aprendidos previamente me ayuda a finalizar la comprensión de estos mismos. También suele ser un área en la cual me siento muy cómoda y la que más me gusta dentro de la carrera.*

Si la práctica de tamizado se realizara por separado, de la de agitación y mezclado, se podría disfrutar más dado que si no resulta una jornada de trabajo muy extensa.

Alumno 12: *La verdad que la experiencia de laboratorio me gustó, hablando del equipo de trabajo y desde lo personal, salimos de la zona de confort para encontrarnos con un desafío que queríamos lograr. Me sentí cómoda con el grupo de compañeros que me tocó, todos pudimos aportar ideas sin ser criticadas para buscar el bien común. Aprendí mucho y está bueno darnos una idea de lo que vamos a hacer el día que salgamos de la facultad.*

Los docentes tuvieron una muy buena actitud y predisposición para con los alumnos, trabajamos en conjunto para explicar el "por qué" pasaba tal cosa en cada parte de la experiencia de laboratorio. Una crítica constructiva podría ser que duró mucho tiempo, estuvimos prácticamente más de seis horas, pero tampoco me parece algo excesivo ya que me la pasé bien aprendiendo de esa forma y terminó siendo una tarde fructífera.