

Evaluar para aprender: un proceso de investigación-acción en la carrera de Bioingeniería

L. Carolina Carrere, Marisol Perassi, Gustavo de Dios Pita, Diana Waigandt, Leandro G. Escher, Emiliano Ravera, Alberto Miyara, Iván Lapyckyj, Juan Ilardo, Joaquín Ruiz y Solange Milesi

AUTORES: Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos, Ruta provincial N° 11 - Km 10, Oro Verde, Entre Ríos, Argentina.

CONTACTO: ccarrere@ingenieria.uner.edu.ar mperassi@ingenieria.uner.edu.ar

Resumen

La evaluación del aprendizaje es una problemática que despierta inquietudes en la comunidad universitaria. Numerosas investigaciones indican que los sistemas de evaluación implementados por los docentes influyen fuertemente en el proceso de aprendizaje. Estos resultados, y la polémica que despiertan, hacen visible la necesidad de repensar la evaluación atendiendo a su complejidad, su vinculación con el proceso de enseñanza y su fuerte impacto en el proceso de aprendizaje. Esta situación motivó la formulación de este proyecto enmarcado en los principios metodológicos de una Investigación-Acción, el cual se propuso describir y analizar críticamente el proceso de evaluación en “Cálculo Vectorial” y “Ecuaciones Diferenciales”, asignaturas de la carrera de Bioingeniería. Como resultado de las acciones implementadas se realizaron diferentes modificaciones en las prácticas de enseñanza y de evaluación, encuadradas en un nuevo plan de evaluación con enfoque formativo, y se generó en los docentes un proceso altamente reflexivo sobre esos cambios. A partir de esta I-A se ha iniciado un proceso de cambio en la manera de pensar la evaluación, no ha sido sencillo modificar las tradiciones que impregnan la evaluación en carreras de ingeniería, vencer estas resistencias ha sido posible a través de un trabajo colaborativo sostenido en el tiempo.

Palabras clave: Investigación Acción, Evaluación Formativa, Aprendizaje de la matemática, Bioingeniería

Introducción

El proyecto que se reseña aquí se desarrolló en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos (FIUNER), entre los años 2015 y 2017, específicamente en los cursos de matemática Cálculo Vectorial (CV) y Ecuaciones Diferenciales (ED) del segundo año de la carrera de Bioingeniería.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos es una institución educativa perteneciente al sistema universitario público de la Argentina, que fue creada como tal en el año 1984. En ella se dictan actualmente tres carreras de grado: desde el momento de su creación, la carrera de Bioingeniería; desde el año 2006, la carrera de Licenciatura en Bioinformática; y desde el año 2016, la carrera de Ingeniería en Transporte. Es interesante notar que la FIUNER ha sido pionera en el dictado de las tres carreras de grado, hasta ese momento inéditas en nuestro país. Este hecho otorga a la institución un prestigio tanto a nivel nacional como internacional que la distingue del resto de las facultades dictan estas carreras. La Facultad cuenta con, al momento de elaboración del presente trabajo, alrededor de 1000 estudiantes y más de 1100 egresados.

Además de la cuestión del prestigio institucional por haber sido pionera en la región en el dictado de estas carreras, otra particularidad de esta institución es que las mismas tienen como denominador común la interdisciplinariedad. Tanto la Bioingeniería como la Bioinformática articulan conocimientos de disciplinas muy diferentes entre sí, como la matemática y la química, o la informática y la biología, o la electrónica y la biología. Por su parte, la carrera de Ingeniería en Transporte tiene una fuerte impronta social que se articula con una sólida formación técnica.

La carrera de Bioingeniería está estructurada en dos ciclos, el primero se desarrolla en los tres primeros años y comprende cursos de matemática, física, química, biología y tecnologías básicas; mientras que el segundo, de dos años y medio de duración, se focaliza en las tecnologías biomédicas y otros aspectos de la formación profesional.

Las asignaturas de CV y ED son dos asignaturas correlativas que se dictan en el segundo año de la carrera de Bioingeniería. Según el plan de estudios vigente, CV posee una carga horaria de 7 horas semanales y Ecuaciones Diferenciales, de 8 horas semanales.

En el proyecto participaron todos los docentes de las asignaturas CV y ED incluyendo a alumnos avanzados de la carrera mencionada que están comenzado su actividad docente, una docente del Departamento Humanidades e Idiomas y la Asesora Pedagógica de la institución.

Por su conformación, el equipo de investigación es interdisciplinario ya que está integrado por Profesores de matemática, Ingenieros con distintas especialidades, una profesional de Ciencias de la Educación y una especialista en Lenguas Modernas y Literatura, lo que permitió abordar el problema investigado desde diferentes disciplinas y perspectivas con investigadores que lo estudiaron desde el interior de la cátedra pero también desde una mirada externa.

Este es el segundo proyecto llevado a cabo por este equipo, en el anterior (PID-UNER N° 6098) se focalizó en el análisis de situaciones didácticas que favorezcan la participación activa del estudiante en el proceso de aprendizaje (Añino, 2015). En ese marco el equipo reconoció la importancia del proceso de evaluación y la necesidad de investigarlo, por lo cual en este segundo proyecto se decidió profundizar en una mirada crítica de la evaluación de los aprendizajes.

Históricamente en los cursos de CV y ED la evaluación de los aprendizajes se realizaba de un modo tradicional, mediante dos exámenes parciales a lo largo del curso y un examen final al completarse el mismo. De un primer análisis de esta forma de evaluación, el equipo identificó las siguientes problemáticas: la evaluación mediante exámenes parciales conllevaba la emisión de un juicio sobre lo realizado por el estudiante en dichas instancias particulares sin tener en cuenta el proceso desarrollado a lo largo del curso; el diseño de los cuestionarios de los exámenes no siempre permitía observar las habilidades y logros que se querían evaluar; los resultados de los exámenes afectaban directa y exclusivamente al

alumno; quien aprobaba el curso o debía presentarse nuevamente en otro turno de examen, y fundamentalmente los exámenes brindaban a los estudiantes y a los docentes una información “tardía” de los errores que presentaban los alumnos. En definitiva, la evaluación cumplía con la función de acreditar una parte o el curso completo pero quedaba desequilibrada en cuanto a su función formativa.

En este contexto surgieron un conjunto de interrogantes que originaron las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cómo generar en nuestros cursos de CV y ED de la carrera de Bioingeniería un proceso de evaluación que tienda a una mayor integración con los procesos de enseñanza y de aprendizaje?

- ¿Qué formas de evaluación pueden contribuir al proceso de aprendizaje de los estudiantes de matemática en Bioingeniería?

- ¿Cómo el docente puede ayudar al estudiante a detectar sus errores y debilidades hasta lograr paulatinamente una mayor autonomía y confianza en sus criterios?

- ¿Qué formas de evaluación pueden implementarse con la participación y el consenso de los estudiantes?

- ¿Cuáles favorecen un trabajo colaborativo entre pares? ¿Cuáles favorecen el trabajo interdisciplinario?

- ¿Es posible crear escenarios con el estudiante como protagonista principal donde los errores surjan, se reconozcan, se compartan, se analicen, sin que esto genere temores?

- ¿Qué técnicas e instrumentos facilitan la retroalimentación y la reorientación del estudiante hacia la meta planteada?

Estas preguntas dieron lugar a que el equipo desarrollara todo el proceso de investigación reflexionando sobre dos cuestiones centrales: qué se evalúa y para qué se evalúa, lo cual significó una revisión profunda de los objetivos de los cursos así como de los sentidos de la evaluación en la educación superior.

Objetivos de la investigación

La investigación pretendió analizar en profundidad el proceso de evaluación en las asignaturas mencionadas para identificar aspectos que pudieran incidir negativamente en el proceso de aprendizaje. La propuesta apuntó a diseñar y aplicar nuevas formas de evaluación que tiendan a solucionar los problemas detectados, favoreciendo el aprendizaje y la formación general del futuro bioingeniero, para lo cual los objetivos planteados fueron los siguientes:

Generales

1. Diseñar un nuevo plan de evaluación que favorezca la participación del estudiante, el proceso de aprendizaje y la formación del futuro bioingeniero.

2. Promover la reflexión y la indagación sobre la práctica docente desarrollada en las asignaturas Cálculo Vectorial y Ecuaciones Diferenciales para mejorar la misma articulando los procesos de enseñanza, de aprendizaje y de evaluación.

Específicos

1. Elaborar los criterios que debería cumplir un plan de evaluación en las asignaturas Cálculo Vectorial y Ecuaciones Diferenciales para que sea formativo y permita la participación del estudiante.

2. Realizar un estudio descriptivo del plan de evaluación actual de las asignaturas Cálculo Vectorial y Ecuaciones Diferenciales para hacer visible la presencia de instancias formativas y de situaciones que pueden obstaculizar el aprendizaje.

3. Realizar un análisis crítico del plan actual en función de los criterios elaborados.

4. Fijar líneas de actuación para generar un nuevo plan de evaluación que incorpore los aspectos formativos necesarios de acuerdo al diagnóstico realizado.

5. Analizar y comprobar las posibilidades que brindan las diferentes técnicas e instrumentos de evaluación, incluyendo TIC, en el contexto de un proceso de evaluación para el aprendizaje.

6. Poner en práctica e iniciar ciclos de investigación acción (plan, acción, observación, análisis) para ir mejorando los planes de evaluación formativa generados progresivamente curso a curso.

7. Contribuir a la formación permanente del docente universitario en el área temática que aborda el proyecto, promoviendo el pensamiento reflexivo.

Todos estos objetivos fueron cumplidos a lo largo de los tres años del desarrollo del Proyecto, como puede leerse en la presente Reseña.

Marco metodológico

Teniendo en cuenta la naturaleza del problema que se quiso abordar con esta investigación -el proceso de evaluación de los aprendizajes en las asignaturas CV y ED de la carrera de Bioingeniería-, se optó por una metodología de Investigación-Acción (I-A).

Las siguientes características de la metodología (Elliot, 1990, Kemmis y McTaggart, 2005) se tuvieron en cuenta al momento de seleccionarla en este proyecto:

- En la I-A, la participación de quienes están involucrados en el problema a investigar se convierte en el eje articulador básico. Desde este punto de vista, cada docente es un investigador y las aulas son laboratorios. La investigación orienta el accionar del docente en el aula convirtiéndose en I-A.

- Permite abordar el problema en un contexto determinado, por lo cual durante el proceso de investigación se aumenta el conocimiento que se tiene sobre el ambiente en el cual se desarrolla.

- Implica un proceso de búsqueda, de ruptura y de cuestionamiento, a partir del cual construir colectivamente un conocimiento que permita abordar el problema en un encuadre democrático.

- Supone una reflexión crítica de los docentes sobre su práctica en general. Apunta a flexibilizar y desestructurar los modos de ver, de pensar y de actuar.

- Es colaborativa, el equipo trabaja conjuntamente y al mismo tiempo en la investigación y en la docencia.

- Es formativa, promueve permanentemente un diálogo entre el saber que se enseña, y la práctica docente.

Esta metodología aparece en el ámbito educativo en la década del 70 con investigadores de Gran Bretaña Lawrence Stenhouse y John Elliot, quienes retoman el modelo del psicólogo social Kurt Lewin. Para estos investigadores la I-A se relaciona con los problemas prácticos cotidianos experimentados por los profesores. Elliot plantea que la I-A resuelve el problema de la relación entre la teoría y la práctica, ya que brinda al profesor la posibilidad de problematizar, analizar y proponer mejoras desde y para su propia práctica cotidiana. Es decir que el docente asume también el papel de investigador al planificar, actuar, observar, reflexionar e indagar sistemáticamente sobre su práctica para producir conocimiento y cambios tendientes a mejorarla.

Según Elliott (2007), la I-A se centra en situaciones en las que están implicados los docentes, y que para ellos son problemáticas, que pueden ser modificadas y que por lo tanto, admiten una respuesta práctica. Constituye una forma de indagación que permite la reflexión sobre las prácticas docentes y las enriquece. El profesional reflexivo, según la idea desarrollada por Donald Schön, supone "reflexión en acción" (Elliot, 1990). Schön advierte que muchas de nuestras prácticas docentes suponen un conocimiento tácito, implícito, del cual no podemos precisar cómo lo hemos adquirido, que simplemente aparece revelado a través de la acción, es un conocimiento encarnado en la acción. Una situación no habitual nos puede impulsar a pensar sobre lo que estamos haciendo para reconducir la acción adecua-

damente. Es a esto último lo que Schön llama “reflexión en la acción” y a través de ella el profesional de la educación se convierte en un “investigador en el contexto de la práctica”. En este sentido, la docencia adquiere mayor profesionalidad, ya que no es la práctica misma la que incrementa la competencia sino la práctica reflexionada, que se va reajustando a medida que se va documentando y analizando (Zabalza, 2004).

Desde el punto de vista metodológico, el proceso llevado a cabo se estructuró en diferentes ciclos, contando cada uno con las siguientes fases: Diagnóstico y reflexión inicial, Revisión del marco conceptual, Planificación de una innovación, Implementación, Recolección de datos que proporcionan información relevante y Análisis de los resultados (Case, 2011; McKernan, 2013). Se trató de un proceso en espiral en el cual el análisis de los resultados en cada ciclo dio lugar al establecimiento de nuevas preguntas y la apertura a nuevas problemáticas, que fueron abordadas en el ciclo siguiente (ver figura 1).

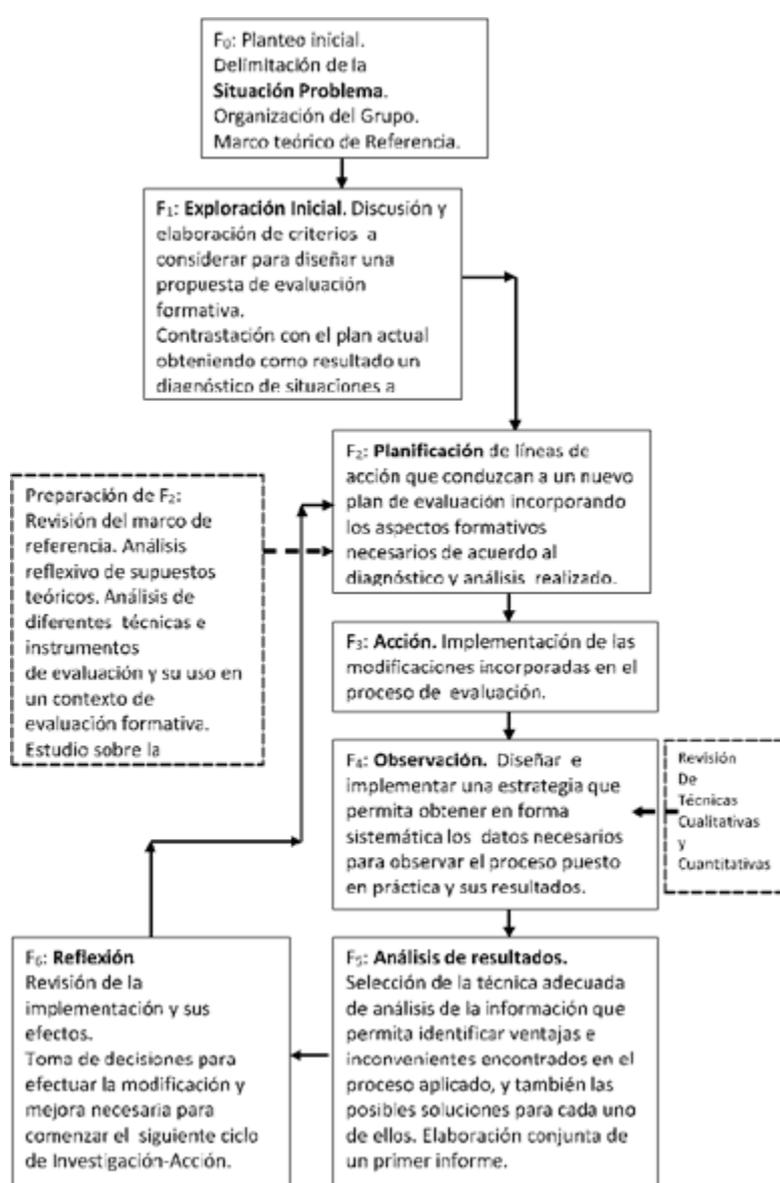


FIGURA 1. Fases de un ciclo de Investigación - Acción

Actualmente la I-A como movimiento ocupa un lugar relevante en diversos países como Gran Bretaña, Australia, Estados Unidos, Canadá, España, Alemania, Austria, Brasil, Colombia, el Salvador y Argentina, entre otros. En la bibliografía consultada se han encontrado diferentes aplicaciones de esta metodología en el contexto de la Educación Superior y en particular en Educación en Ingeniería (Jesiek y Borrego, 2010; Mann y Chang, 2010; Daniels, 2010; Case y Light, 2011; Vaiyavutjamai, 2012, Colmenares, 2008; Gulikers, 2013).

Por otra parte, en el marco de esta metodología, nuestro equipo decidió implementar el dispositivo de Seminario de investigación y trabajo colaborativo, con el objetivo de generar espacios que favorezcan el compromiso de los docentes participantes con el proceso de investigación así como la formación y reflexión continua sobre los temas abordados en el proyecto. El Seminario incluyó principalmente actividades tales como: análisis de materiales de lectura, reflexión sobre las propias prácticas a partir de las lecturas realizadas, debates entre los integrantes del equipo sobre los temas abordados en los materiales, profundización de conceptos relacionados con el objeto de estudio de la investigación, etc.

Y, por último, en cuanto a las técnicas de recolección de información, se utilizaron técnicas basadas en la observación, y técnicas basadas en la conversación y análisis de documentos (Latorre, 2003). Las técnicas basadas en la observación consisten en procedimientos en los cuales el investigador presencia en directo el fenómeno en estudio. La observación le permite contar su versión, además de las versiones de otros participantes y de las contenidas en los documentos. La observación no es sólo una actividad fundamental vinculada a la I-A, es también una técnica clave en la metodología cualitativa. Observar científicamente significa observar con un objetivo claro, definido y preciso, el investigador sabe lo que desea observar y para qué. Poner en práctica un proceso de observación incluye determinar el objeto, la situación, el caso a observar, los objetivos y la forma con que se van a registrar los datos. Los registros tienen como finalidad conservar la información a través de diferentes procedimientos como las notas de campo, la grabación de una exposición, la fotografía de una situación o una combinación de los mismos (Hermida, 2013).

Dentro de las técnicas basadas en la conversación se encuentran las encuestas (cuya finalidad es obtener información, generalmente, referida a lo que piensan, hacen, opinan, sienten, saben, quieren, aprueban o desaprueban las personas participantes en el estudio) o las entrevistas individuales semiestructuradas (permiten explorar las concepciones, puntos de vista del entrevistado, quien expresa libremente sus opiniones, sentimientos, actitudes; es decir, aquella información que no es posible observar y que se encuentra en la interioridad, en los pensamientos de las personas).

El análisis de documentos como indica McKernan (2013) es una técnica adecuada para investigar algún aspecto del currículum a través de la información que brindan las planificaciones de cátedra, las reglamentaciones institucionales, las pruebas realizadas a los alumnos en cursos anteriores, los cuestionarios de las evaluaciones, los exámenes parciales las producciones escritas con evaluación realizadas por alumnos, y otros trabajos escritos realizados por los estudiantes tales como informes de laboratorio y notas de clase, entre otros.

Marco teórico

La evaluación de los aprendizajes es un aspecto central a considerar si se pretende mejorar la formación del futuro profesional (Zabalza, 2013). Numerosas investigaciones indican que los sistemas de evaluación implementados por los docentes influyen en el proceso de aprendizaje de los estudiantes (Biggs, 2011; Brown, 2003; Hassan, 2011). En estas investigaciones se ha encontrado que la evaluación incide en las estrategias de aprendizaje que los alumnos despliegan y en los contenidos que aprenden.

La evaluación puede promover en el estudiante un enfoque profundo o superficial del estudio. En el primer caso tratará de integrar los aspectos teóricos y prácticos del curso tratando de establecer rela-

ciones y construir significados mientras que si adopta un enfoque superficial seleccionará fragmentos de información que tratará de reproducir en los exámenes y pasar el curso.

La evaluación de los aprendizajes entonces queda determinada por esta doble función: por una parte, la función de certificación de unos logros de aprendizajes necesarios para encarar la labor profesional y, por otra, la función formativa para favorecer dichos aprendizajes.

El sentido concedido a la evaluación en el campo educativo ha ido variando a lo largo del tiempo, moldeado por situaciones sociales, económicas, políticas y también por los avances científicos y tecnológicos (Palou de Maté, 2008).

En las primeras décadas del siglo XX, el término evaluación aparece vinculado al de medición bajo la influencia de diferentes factores que confluyen en dicho momento: el proceso de industrialización en los Estados Unidos, los métodos desarrollados por Frederick Taylor para organizar el trabajo, la influencia del positivismo y el florecimiento de los métodos estadísticos promovieron la orientación métrica de la época. Surgen las pruebas estandarizadas o test y el docente centra su atención en determinar en qué medida los alumnos dominan el contenido enseñado (Escudero Escorza, 2003).

Posteriormente, en las décadas de 1940-1950, sobresale la contribución de Ralph W. Tyler, quien vinculó la evaluación con el currículo. Surge la planificación por objetivos y según este autor, la evaluación se define como el proceso necesario para verificar en qué medida se han alcanzado los objetivos, los cuales han sido previamente establecidos y expresados en términos de comportamiento esperado (Palou, 2008; Perassi, 2013). Así, la finalidad de la evaluación reside en el análisis de la congruencia entre los objetivos y los logros. Benjamin Bloom, discípulo de Tyler, organiza los objetivos construyendo una taxonomía. Esta concepción de la evaluación, centrada en los logros alcanzados, ha impregnado la práctica docente hasta nuestros días.

En los años 60 Michael Scriven introduce un nuevo lenguaje y distingue entre “evaluación formativa” y “evaluación sumativa”. Scriven (1967; en Wiliam, 2014) se refirió a la evaluación de programas educativos. Estableció la diferencia entre la información que se usa para introducir mejoras en un programa que aún se encuentra en desarrollo permitiendo una “evaluación formativa” del mismo, y la que se utiliza para valorar el resultado final (evaluación sumativa).

D.Royce Sadler resalta que la información que brinda un proceso de evaluación formativa, no sólo es útil para el profesor, y entonces incorpora a los estudiantes como destinatarios claves de la misma (Sadler, 1989 en Wiliam, 2014). En este enfoque el estudiante adquiere un rol protagónico al plantearse una meta de aprendizaje a seguir, comparar el nivel actual de su desempeño con dicha meta y comprometerse en una acción orientada por el docente que conduzca a la disminución de la brecha. Como lo expresa Lorrie Shepard (2006) el modelo de evaluación formativa elaborado por Sadler requiere que los profesores y los estudiantes tengan una comprensión y una apropiación compartidas del objetivo de aprendizaje y, por último, que los estudiantes sean capaces de supervisar su propio mejoramiento. Diferentes investigaciones han revelado que los estudiantes mejoran su aprendizaje cuando se involucran activamente en el proceso de evaluación (Stiggins, 2002; McMillan, 2008). Las formas en las cuales la evaluación puede afectar la motivación y la autoestima de los alumnos, así como los beneficios que implica comprometerlos en la autoevaluación, sugieren que ambos aspectos merecen una cuidadosa atención.

El informe más influyente y ampliamente citado sobre la evaluación formativa ha sido la revisión realizada por Paul Black y Dylan Wiliam (1998). El trabajo de estos autores abarca 250 publicaciones y proporciona lineamientos que facilitan la aplicación práctica de la evaluación formativa. En su reseña, Black y Wiliam (1998) definieron la evaluación formativa como: *“aquella que abarca todas las actividades llevadas a cabo por los docentes, y/o por sus estudiantes, las cuales proveen información para ser usada como retroalimentación para modificar las actividades de enseñanza y de aprendizaje en las que están involucrados”* (p.7).

Otros autores (Broadfoot et al., 2002) encontraron que la mejora del aprendizaje a través de la evaluación formativa dependía de cinco factores claves: la provisión de una retroalimentación efectiva a los estudiantes; la participación activa de los mismos en el propio proceso de aprendizaje; el ajuste de la enseñanza a partir de los resultados de la evaluación; el reconocimiento de la influencia que tiene la evaluación sobre la motivación y la autoestima de los alumnos y de estos factores en el aprendizaje; y la necesidad de los alumnos de ser capaces de evaluarse a sí mismos y comprender cómo mejorar. Estos educadores propusieron el uso del término “evaluación para el aprendizaje” para referirse a la evaluación que respalda el proceso de aprendizaje, en oposición al término “evaluación del aprendizaje” que sólo valora resultados.

En trabajos posteriores, Wiliam formuló una nueva definición de la evaluación formativa: “La práctica en una clase es formativa en la medida en que la evidencia acerca de los logros de los estudiantes es obtenida, interpretada y usada por docentes, aprendices o sus pares para tomar decisiones acerca de sus próximos pasos en el proceso de aprendizaje que tengan probabilidades de ser mejores, o mejor fundadas, que las decisiones que ellos hubieran tomado en la ausencia de la evidencia que fue obtenida” (2009:6).

Los trabajos de Sadler (en Wiliam, 2014) señalan tres aspectos que caracterizan a la evaluación formativa y se resumen en la figura 2:

- La comunicación precisa de los objetivos a alcanzar (objetivos del curso), es decir indicaciones claras al estudiante sobre el punto de llegada o el aprendizaje esperado y de los criterios que permitirán valorar su trabajo.
- La información de la situación actual (estado inicial) del trabajo del estudiante en relación a la meta propuesta, ya sea a través de la retroalimentación del profesor, de la autoevaluación o de la evaluación entre pares (ventanas de observación).
- Las estrategias de mejora (procesos de enseñanza y de aprendizaje) y la orientación necesaria para que el alumno pueda avanzar (retroalimentación), superar las dificultades y acercarse a la meta propuesta.

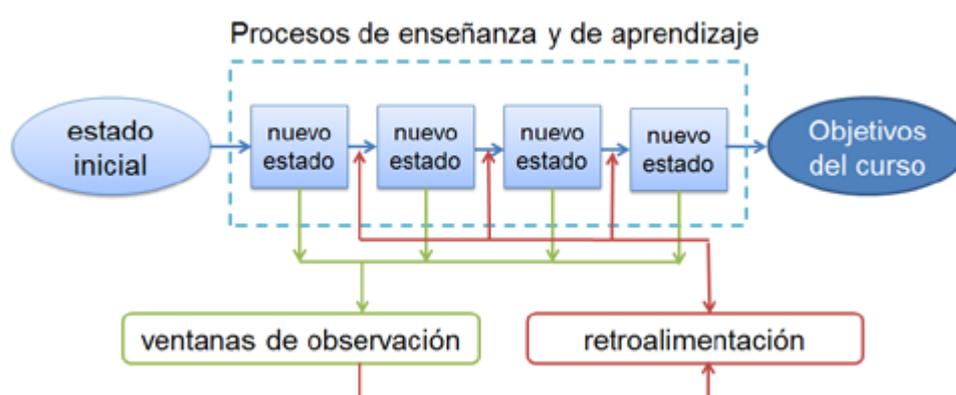


FIGURA 2. Aspectos característicos de la evaluación formativa

La evaluación, entonces, es un recurso indispensable para el perfeccionamiento de los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Desde esta perspectiva la retroalimentación es el núcleo del proceso, entendiendo que la misma tiene un sentido formativo cuando provee al estudiante información relacionada con su desempeño, con el objetivo de mejorarlo (Diefes-Dux et al., 2012).

El origen del concepto de retroalimentación proviene del campo de la ingeniería, donde se lo entiende como aquellas “informaciones que circulan, de un punto a otro, y a modo de estímulos producen

efectos sobre los elementos que componen dicho circuito, y pueden, de este modo, modificar los resultados de un sistema e incluso el sistema mismo” (Anijovich, 2010:130).

La retroalimentación supone instancias de devolución a los estudiantes de los trabajos que ellos han realizado e incluye la comunicación de las valoraciones que los docentes realizan de esos trabajos. Puede realizarse de manera individual, grupal o colectiva, en formato escrito u oral, concretarse en instancias más o menos formalizadas, y su inclusión dentro de las actividades áulicas es muy importante. Además, para que tenga impacto positivo en el aprendizaje, la retroalimentación debe ser relevante y responder a las necesidades de los alumnos (Hattie y Temperley, 2007, en Anijovich, 2010). “Si la retroalimentación permite detectar fortalezas y debilidades, obtener orientaciones y generar espacios sistemáticos para el intercambio de percepciones, experiencias y saberes, contribuirá a rediseñar cursos de acción, desarrollar aprendizajes más profundos y desempeños más eficaces” (Anijovich, 2010:145)

En este marco también cobran un alto protagonismo las actividades que suponen autoevaluación y evaluación entre pares, ya que ellas aportan al objetivo último que es la retroalimentación. Tal como plantea Anijovich (2010: 139), “Si bien una retroalimentación eficaz conducida por un docente en forma sistemática y no esporádica ayuda al alumno a desarrollar conciencia metacognitiva, la retroalimentación también tiene lugar entre pares y en los procesos de autoevaluación”.

Respecto de la autoevaluación, **ésta supone** “poder emitir un juicio valorativo sobre un proceso que se está viviendo (por ejemplo el enseñar o el aprender) y sobre los resultados provisionales alcanzados, hasta cierto momento, en dicho proceso. Autoevaluarse es poder analizar con criticidad, identificando obstáculos, descubriendo logros, es poder hacer un ejercicio metacognitivo, es el más democrático de los procedimientos porque hace partícipe a todos los que han estado involucrados en un proceso áulico” (Steiman, 2008: 139).

Particularmente en la formación de profesionales universitarios, que se pretenden autónomos, se torna sumamente importante la generación de instancias de autoevaluación que permitan a los estudiantes poder analizar el proceso de resolución de ciertas tareas y tomar decisiones propias a partir de ello. Tanto para el docente como para el alumno, “la autoevaluación, más que condescendencia o gesto de benevolencia, es obligación comprometida en una forma de entender la enseñanza y el aprendizaje orientados hacia la comprensión. El alumno siempre tendrá algo que decir sobre su propio ejercicio de voluntad que es el aprendizaje. Autoevaluación y autonomía no se pueden disociar” (Álvarez Méndez, en Celman: 1990).

Y respecto de la evaluación de pares o coevaluación, supone que los alumnos realicen un juicio de valor sobre el trabajo de sus compañeros, puede ser individual o grupal. Esta evaluación, si incluye una realimentación entre compañeros, “contribuye a la cohesión de los grupos y les ayuda a centrarse en el aprendizaje” (Brown, 2003: 131).

De todo lo anterior se deriva que la evaluación es un proceso estrechamente relacionado con la enseñanza y por ello es necesario relacionar las estrategias didácticas y las actividades propuestas a los alumnos con los objetivos del curso. Un modelo interesante se puede encontrar en el trabajo de Biggs, y que el autor ha denominado “alineamiento constructivo”. Esencialmente, este modelo consiste en realizar un diseño del curso a través del cual se logre alinear los objetivos curriculares, las actividades de enseñanza, las de aprendizaje y la evaluación (Biggs, 2011).

Es fundamental entonces considerar los criterios de evaluación utilizados los cuales son la especificación de los objetivos de la evaluación (Barbier, 1999) y orientan los juicios de valor que realizan los docentes sobre las tareas de los estudiantes. Al ser elaborados y explicitados previamente a los alumnos, los criterios no sólo transparentan el lugar desde el cual se llevan a cabo las valoraciones sino que además, permiten el mejoramiento de las producciones (Litwin, 1998). A ello aportan, por ejemplo, los asistentes de evaluación tales como rúbricas y listas de cotejo, que permiten juzgar el desempeño en relación con criterios bien definidos, en vez de juzgar a un estudiante comparándolo con otros (Shepard, 2006). Son escalas de evaluación del desempeño de los estudiantes centradas en aspectos cualitativos,

y aunque es posible incluir puntuaciones numéricas, las rúbricas suponen una evaluación basada en un amplio rango de criterios más que en una calificación (Díaz Barriga, 2005).

Es necesario entonces crear espacios de diálogo para buscar el entendimiento y el consenso en relación a los objetivos del curso, las estrategias adecuadas para alcanzarlos y las formas de evaluar los aprendizajes. Una herramienta a través de la cual se pueden plasmar estos acuerdos es el llamado "Contrato Didáctico" o "Contrato de aprendizaje", como aparece en las publicaciones en inglés (learning contract) (Anderson, Bould y Sampson, 1996).

Según Przesmycki (2000), la pedagogía de contrato es aquella que organiza las situaciones de aprendizaje a través de un acuerdo negociado que estuvo precedido de un diálogo entre docentes y alumnos, con el fin de alcanzar un objetivo, ya sea cognitivo, metodológico o actitudinal. El contrato pedagógico tiene la función de clarificar, en un ambiente de intercambio, las "reglas del juego", los objetivos, los criterios de evaluación y otras situaciones que muchas veces se dan de forma implícita.

La concepción de evaluación formativa trae aparejado además un cambio respecto del rol docente, de la clase como espacio de formación y de los errores propios del proceso de aprendizaje. Es fundamental que el docente genere las condiciones para que los errores aparezcan y se trabajen en la clase, y en este sentido el error "deja de ser un elemento de castigo o de penalización para convertirse en factor de aprendizaje en la medida en que nos revela la naturaleza de las representaciones o de las estrategias elaboradas por el alumno" para comprender o estudiar un contenido (Álvarez Méndez, 2003:107).

En el nivel de educación superior, una de las características de la evaluación es que una de las funciones principales que posee es la de acreditación. Es decir, la universidad tiene la función social de garantizar que sus alumnos al concluir sus estudios estén capacitados para desenvolverse competentemente en un ámbito y disciplina determinada. La centralidad en la función de acreditación dio lugar a uno de los principales problemas de la evaluación en la enseñanza universitaria: que la evaluación suele interpretarse como sinónimo de examen, reducirse a la asignación de una calificación o nota, y asociarse con un ejercicio de control (Álvarez Méndez, 2003; Zabalza, 2003; López Pastor, 2009).

El pedagogo español Miguel Ángel Santos Guerra llama a reflexionar sobre el tema y hace notar que "la evaluación habitual del alumno parece cobrar sentido en la comparación y la competencia. (...) importa el cuánto del aprendizaje. Y que ese cuánto esté por arriba de... (...) La valoración cuantitativa es propensa a la comparación. Las escalas tienen en ella la justificación más evidente. (...) El auténtico significado de un proceso educativo se encuentra en el análisis de todos los elementos que lo integran... Pero no en el contraste, comparación y competencia con otros similares, diferentes o antagónicos" (Santos Guerra, 2000: 33-34).

Por otra parte, el énfasis en los resultados excede ampliamente el ámbito de la evaluación, y encuentra sus raíces en cuestiones culturales y de época. De todos modos, es altamente preocupante, ya que en la educación "la obsesión por la eficacia mata preocupaciones elementales: ¿disfrutan aprendiendo?, ¿les sirve para algo lo que estudian?, ¿acaban aborreciendo el aprendizaje?, ¿aprenden a estudiar por sí mismos?, ¿es justa y respetuosa la forma de relacionarse?, ¿se utiliza la evaluación como amenaza y control?, ¿si no hubiera calificaciones estarían aprendiendo con nosotros?, ¿utilizan el conocimiento de manera ética?, ¿se pone al servicio de los valores?" (Santos Guerra, 1999: 373-4).

En el ámbito de nuestro país, y a propósito de la evaluación de los aprendizajes universitarios, Celman (2007) describe una serie de prácticas "habituales" tales como realización de exámenes parciales y trabajos prácticos para regularizar las asignaturas y exámenes finales para aprobarlas; incidencia de las calificaciones de los parciales sólo para habilitar al examen final; calificación final restringida a la nota del examen final; posibilidades de recuperatorios de exámenes mediante nuevos exámenes parciales, etc. Advierte que este tipo de prácticas serían más bien "tendencias conformadas históricamente y naturalizadas en el nivel de la educación superior, especialmente en las universidades, sin haber sido sometidas, probablemente, a indagaciones sobre su validez y pertinencia".

Asimismo, la literatura actual indica una preocupación de la comunidad internacional de docentes en carreras de ingeniería por revisar, modificar y rediseñar la propuesta pedagógica de acuerdo con las nuevas demandas sociales (Zabalza Beraza, 2013). En este contexto de revisión de enfoques educativos, se promueve una formación de ingenieros basada en competencias, con metodologías de aprendizaje activo, principalmente centradas en el estudiante. Ejemplo de esta tendencia es el documento elaborado por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina en el cual se sugieren determinadas competencias genéricas de egreso del ingeniero argentino, algunas de las cuales son: identificar, formular y resolver problemas de ingeniería; desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo; comunicarse con efectividad; aprender en forma continua y autónoma (CONFEDI, 2014).

En consonancia, actualmente se llevan a cabo numerosas investigaciones que promueven innovaciones con el objetivo de incrementar la participación del alumnado y generar mayor implicación del mismo en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Este es uno de los retos más importantes de las universidades en la actualidad: pasar de una cultura del examen a una cultura de la evaluación, entendida como evaluación formativa y focalizada en mejorar los aprendizajes.

Presentación y análisis de resultados

Los resultados de este proyecto se presentan de acuerdo a los objetivos generales definidos, analizando las siguientes dimensiones:

1. Modificaciones en las prácticas de enseñanza y de evaluación, resultantes del proceso de investigación:
 - a. Definición de criterios de evaluación de los aprendizajes y elaboración de una rúbrica.
 - b. Incorporación durante el cursado de las asignaturas de instrumentos de evaluación que brindan información sobre el proceso de aprendizaje de los estudiantes:
 - Informes Semanales (IS).
 - Exposiciones orales informales.
 - Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL), con instancias de retroalimentación.
 - c. Transformación de las clases prácticas de las asignaturas, otorgando centralidad al proceso de retroalimentación.
 - d. Rediseño de las evaluaciones parciales.
 - e. Desarrollo de actividades donde los estudiantes participan del proceso de evaluación:
 - Taller de consenso y firma del Contrato Didáctico.
 - Evaluación del trabajo en grupo: Autoevaluación y evaluación entre pares.
 - f. Incorporación de actividades previas a las evaluaciones parciales.
 - g. Incorporación de actividades posteriores a las evaluaciones parciales.
 - h. Implementación de un nuevo plan de evaluación encuadrado en una concepción formativa.
2. Reflexiones de docentes sobre los cambios en sus prácticas.

Vale reiterar aquí que, al ser éste un proyecto de I-A, las modificaciones en las prácticas docentes enumeradas y que serán desarrolladas a continuación, no se dieron de manera simultánea ni tampoco linealmente, sino que fueron surgiendo a medida que el equipo docente transitaba por los diferentes ciclos de investigación que han sido mencionados en la sección de Marco Metodológico. En efecto, una acción en el marco de un ciclo de la investigación, daba lugar a ciertos resultados que al mismo tiempo permitían analizar nuevos aspectos de los procesos didácticos y evaluativos así como observar e identificar nuevas problemáticas que serían abordadas en el siguiente ciclo. Como resultado de los tres años del proyecto, entonces, pueden enumerarse estas dimensiones, que son emergentes de un proceso cíclico, recursivo y profundamente reflexivo.

1. Modificaciones en las prácticas de enseñanza y de evaluación, resultantes del proceso de investigación:**a.** Definición de criterios de evaluación de los aprendizajes y elaboración de una rúbrica.

Una de las reflexiones que más fuertemente surgieron durante el proceso de investigación tuvo que ver con la necesidad de contar con criterios de evaluación de los aprendizajes acordados por el equipo docente, que pudieran ser tomados en consideración en las diferentes instancias de evaluación y conocidos por los alumnos previamente de manera tal que pudieran aportar a su proceso de estudio y de aprendizaje de las asignaturas.

Esta reflexión surgió en los docentes del reconocimiento de que si bien se otorgaban indicaciones a los alumnos sobre cómo resolver los problemas, los estudiantes no seguían algunas de estas sugerencias. Para abordar la situación se implementaron diferentes acciones entre las cuales se destaca la definición clara de los criterios de evaluación relacionados con la resolución de problemas.

Estos criterios quedaron plasmados en una rúbrica que la cátedra elaboró para tal fin. La misma tiene un diseño analítico, presenta los criterios de evaluación basados los aspectos o etapas de resolución de problemas y define una escala de calidad brindando a los alumnos una explicación detallada de lo que debe realizar para alcanzar un nivel determinado (ver tabla 1).

TABLA 1. Rúbrica con criterios de evaluación.

Aspecto	
A1. Identificación de datos y metas	MB: Identifica correctamente la incógnita y las variables. Organiza los datos. Verifica que son consistentes con el problema planteado.
	B: Identifica correctamente la incógnita. Muestra cierta organización de los datos aunque incompleta.
	R: Identifica correctamente la incógnita. No organiza ni analiza los datos.
	I: No realiza un análisis del enunciado o el realizado demuestra que no comprendió el enunciado.
A2. Planteo teórico del problema	MB: Relaciona el problema con conceptos teóricos pertinentes, considerando todas las condiciones o hipótesis.
	B: La relación del problema con conceptos teóricos es correcta, faltan algunas precisiones.
	R: La relación del problema con conceptos teóricos es algo confusa e incompleta.
	I: No expresa una vinculación del problema planteado con conceptos teóricos. Se observan errores de concepto
A3. Selección de la estrategia o método de solución	MB: Define la estrategia de solución más conveniente. Si corresponde, considera los diferentes métodos. Expresa una justificación completa.
	B: Propone una estrategia adecuada pero la justificación es incompleta.
	R: Selecciona la estrategia adecuada sin justificar la selección realizada.
	I: No selecciona la estrategia más adecuada.
A4. Procedimiento	MB: Sigue la secuencia lógica de resolución. Desarrolla la solución paso a paso, usando la notación matemática adecuada y expresando la justificación teórica cuando se aplica una propiedad o teorema.
	B: Sigue la secuencia lógica de la resolución. El desarrollo es correcto, faltan algunas justificaciones
	R: Sigue la secuencia lógica de la resolución sólo parcialmente, no logrando completarla.
	I: No consiguió aplicar un método de resolución.

Continúa en página siguiente >>>

A5 Cálculos	MB: Realiza todos los cálculos correctamente, aplicando las reglas y propiedades que corresponden. Obtiene y expresa el resultado correcto.
	B: Realiza todos los cálculos siguiendo el procedimiento seleccionado. Pero con errores algebraicos menores no llegando al resultado correcto.
	R: Realiza algunos de los cálculos siguiendo el procedimiento seleccionado, pero no logra completarlo. Faltan cálculos necesarios para llegar al resultado.
	I: No realiza los cálculos de acuerdo al procedimiento seleccionado/Se observan numerosos errores de cálculo que surgen de la aplicación incorrecta de reglas y propiedades o de conocimientos previos.
A6 Resultados	MB: Vincula el resultado con la meta y el contexto del problema. Interpreta y verifica la coherencia analizando los aspectos del resultado que están a su alcance.
	B: Analiza la coherencia del resultado obtenido aunque de manera incompleta.
	R: No obtiene el resultado pero hace algunas estimaciones o predicciones válidas.
	I: No realiza un análisis del resultado.
A7 Comunicación	MB: Utiliza correctamente el lenguaje matemático, con precisión, claridad y notación correcta su razonamiento.
	B: Utiliza la notación correcta. Falta expresar algunas explicaciones menores.
	R: Se observan algunos errores de notación. Falta expresar algunas explicaciones o resultan imprecisas.
	I: La comunicación escrita de la resolución es desordenada y presenta errores de notación.
A8 Representación gráfica (cuando corresponde)	MB: Ilustra su razonamiento con gráficas claras, brindando los detalles adecuados.
	B: Ilustra su razonamiento con gráficas claras. Faltan detalles.
	R: La representación gráfica es incompleta y algo confusa.
	I: No realiza la representación gráfica adecuada.

Los estudiantes disponen de la rúbrica desde el inicio del curso, luego de la firma del Contrato Didáctico (que va a ser explicado posteriormente). Tal como se plantea en la bibliografía consultada (Litwin, 1998; Barbier, 1999; Shepard, 2006; Díaz Barriga, 2005) mediante la rúbrica se logró aumentar la participación de los estudiantes en el proceso de evaluación, dándoles a conocer con antelación los criterios que se emplean.

b. Incorporación durante el cursado de las asignaturas de instrumentos de evaluación que brindan información sobre el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

En el marco de la investigación se incorporaron diferentes instrumentos de evaluación que tienen el propósito de brindar información a los docentes sobre el proceso de aprendizaje de los estudiantes, de manera tal que los docentes puedan a partir de ellas reorientarlos. Esos instrumentos son:

- Informes Semanales (IS).

Los IS consisten en un informe que no se califica con una nota, es un trabajo escrito cuya función es la de informar, tanto al alumno como al profesor, cómo se va construyendo el conocimiento en un entorno de resolución de problemas. Este trabajo es grupal, domiciliario y se discute en las clases de práctica en un debate coordinado por los docentes.

- Exposiciones orales informales.

En el contexto de las clases prácticas, los alumnos exponen la solución a los problemas resueltos en los IS, a partir de lo cual se discute colectivamente. El grupo que expone recibe las opiniones de sus compañeros y también del profesor, quien trata de crear el clima adecuado en el aula para que los errores y confusiones se expresen sin temor. Además, a partir de esta discusión, los estudiantes realizan una autoevaluación confrontando sus propios desarrollos y resultados con las conclusiones del debate, marcando en sus apuntes de trabajo errores, aciertos y aclaraciones.

- Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL), con instancias de retroalimentación.

Los TPL implican el planteo de soluciones con apoyo de software matemático. En los mismos se proponen problemas que incluyen la selección de un modelo matemático y la simulación computacional del mismo. Inicialmente se entregaban en una fecha establecida luego de algunas instancias de consulta de modalidad presencial. El primer cambio realizado como consecuencia del primer ciclo de I-A consistió en que se permite el envío de borradores o preliminares de manera virtual. De esta manera el docente observa el proceso e interviene, no para corregir o calificar en esta etapa, sino para sugerir revisiones, mejoras y profundización. El segundo cambio realizado en este instrumento intentó favorecer la dinámica del trabajo en grupo y dar oportunidad de participación individual a los integrantes. En este sentido se rediseñaron los TPL incorporando a los problemas propuestos actividades que debían ser realizadas por cada uno de los integrantes, pero cuyos resultados eran utilizados en una posterior discusión grupal.

Estos instrumentos permitieron concretar el enfoque formativo en diferentes instancias de las asignaturas en tanto dieron lugar a la obtención de información que pudo ser utilizada para la toma de decisiones durante el proceso de aprendizaje, tal como se desarrolló en el marco teórico (Black y William, 2009).

c. Transformación de las clases prácticas de las asignaturas, otorgando centralidad al proceso de retroalimentación.

En el diseño tradicional de las clases prácticas el profesor realizaba una introducción repasando los conceptos teóricos, luego resolvía algunos ejemplos en la pizarra y posteriormente proponía otros ejercicios o problemas a los estudiantes. Este esquema se ha reemplazado por uno nuevo que coloca al estudiante en el centro de la escena (ver figura 3).

A partir de la entrega de los IS y la incorporación de las exposiciones orales informales descriptos previamente, las clases prácticas semanales de la asignatura fueron transformándose progresivamente centrándose primordialmente en la discusión y reflexión grupal sobre los ejercicios realizados. Vale reiterar que en el IS no se califica con una nota, no se penaliza el error, no se exige que se presente completo y tampoco con el resultado correcto. Se les solicita que realicen el esfuerzo de justificar cada paso tratando de establecer conexiones entre los cálculos realizados y los conceptos teóricos o propiedades que los sustentan y también que intenten expresar las dudas que van surgiendo en este proceso y que no pueden salvar en la discusión grupal.

Al inicio de la investigación, la guía del IS brindaba indicaciones tales como: anotar el enunciado, extraer del mismo los datos o información dada, especificar el objetivo o meta, expresar la estrategia de solución incluyendo los cálculos y los aspectos teóricos empleados para llegar a la misma o mostrar el intento realizado para encontrarla aunque no lo logre (REDU). Como resultado del proceso de I-A, estas indicaciones se transformaron en criterios que quedaron plasmados en la rúbrica descrita anteriormente (ítem 1.a)

De esta manera el IS y la exposición oral informal brindan información valiosa para detectar errores, los cuales no son sancionados sino, antes bien, bienvenidos y analizados como una oportunidad para poder identificar los obstáculos al aprendizaje. Sobre este material se trabaja y debate en la clase práctica dando lugar a tres instancias de evaluación formativa:

- El grupo que expone recibe las opiniones de sus compañeros (Evaluación entre pares) y también del Profesor, quien trata de crear el clima adecuado en el aula para que las dudas se expresen sin temor y los errores surjan.
- Los estudiantes que observan realizan una autoevaluación confrontando sus propios desarrollos y resultados con las conclusiones del debate, marcando en sus hojas de trabajo los errores, aciertos y aclaraciones.
- Al finalizar la clase el profesor lleva consigo los informes con el objetivo de realizar una revisión general, preparar un registro de las dificultades, hacer sugerencias y marcar aspectos no observados durante la autoevaluación. Posteriormente devuelve el trabajo con la retroalimentación en forma escrita.

En la figura 3 se resumen las características de las actividades desarrolladas en las clases prácticas.

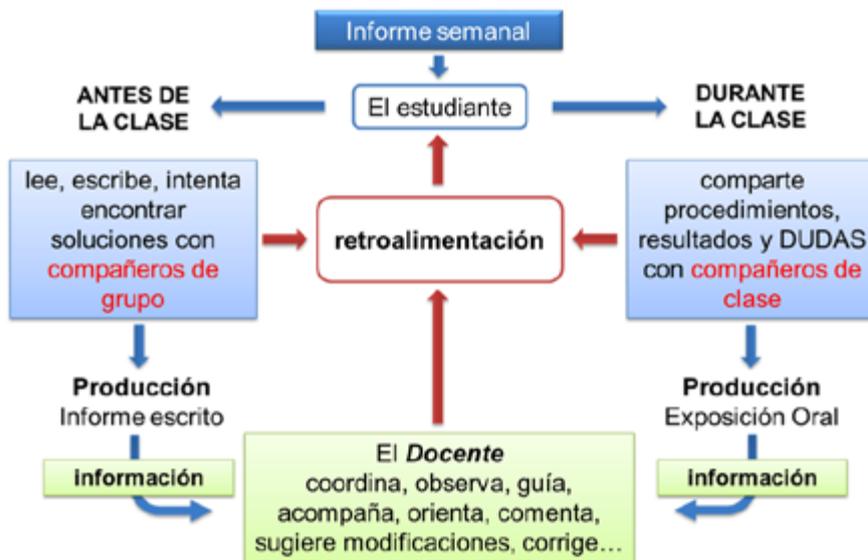


FIGURA 3. Dinámica de las actividades de las clases prácticas centradas en el proceso de retroalimentación

De este modo, se logró otorgar un papel central en las clases prácticas a la retroalimentación, realizada en forma sistemática y no sólo entre docente y alumnos sino también entre los mismos alumnos, lo cual *“ayuda al alumno a desarrollar conciencia metacognitiva”* (Anijovich, 2010:139), es decir, a conocer sobre su proceso de estudio y aprendizaje.

d. Rediseño de las evaluaciones parciales.

En estas asignaturas se implementan dos exámenes parciales durante el cursado de cada una de ellas, los cuales incluyen generalmente cuatro ejercicios teórico-prácticos. En estos exámenes se otorga una calificación que va de 0 a 100 puntos. En el inicio de la investigación, el puntaje máximo en cada ejercicio era 25 puntos.

Como resultado del primer ciclo de IA, se utilizó la rúbrica para evaluar las producciones de los alumnos. Una vez elaborado el examen, se identificaron los aspectos de la Rúbrica que estaban presentes en cada ejercicio y se les asignó un puntaje correspondiente. Para el análisis de los resultados de los exámenes se calculó, para cada aspecto, la razón entre el puntaje obtenido por el alumno y el máximo puntaje del aspecto en el parcial. La razón obtenida varía de 0 a 1. Se graficaron los diagramas de caja con un software estadístico. A modo de ejemplo, se muestran en la figura 4 los resultados obtenidos para la cohorte de CV del año 2016.

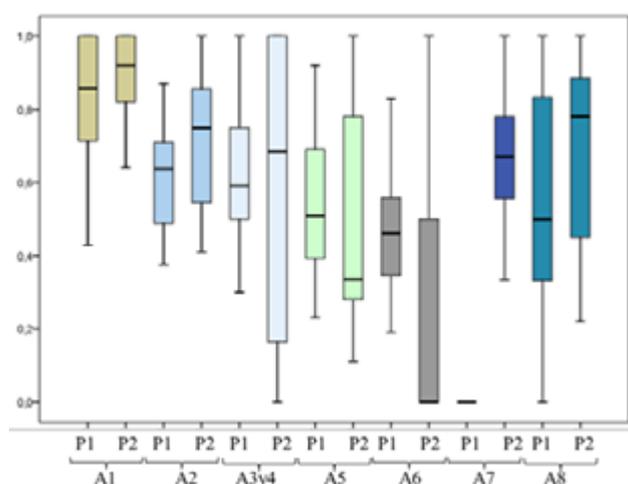


FIGURA 4. Resultados de la evaluaciones parciales de la asignatura CV del año 2016 utilizando la rúbrica.

La Rúbrica permitió a los profesores aplicar criterios de evaluación de una manera más equitativa, e independiente del profesor encargado que evalúe al estudiante, disminuyendo así la subjetividad en el proceso. Sin embargo, tal como se muestra en la figura 4, uno de los aspectos (A7) no fue tenido en cuenta en el primer examen, evidenciando así un desbalance en la evaluación de las habilidades inherentes a las etapas de resolución de problemas, lo cual derivó en el rediseño del examen parcial.

El rediseño del examen parcial a partir de la rúbrica brindó información sobre el desempeño de los alumnos en los distintos aspectos relacionados con la competencia de resolución de problemas. En la figura 5 se muestran el análisis de las evaluaciones parciales de la asignatura CV correspondiente al año 2017 en cada uno de los aspectos. Estos resultados evidencian un mayor balance en la evaluación de las habilidades que se intentan formar.

Si bien ya se había tenido en consideración una alineación constructiva entre actividades de enseñanza y evaluación (Biggs, 2011) al utilizarse la rúbrica para la evaluación de los exámenes, en el rediseño se mejoró esa alineación al contemplar los criterios desde el momento mismo en la elaboración del examen por parte de los docentes.

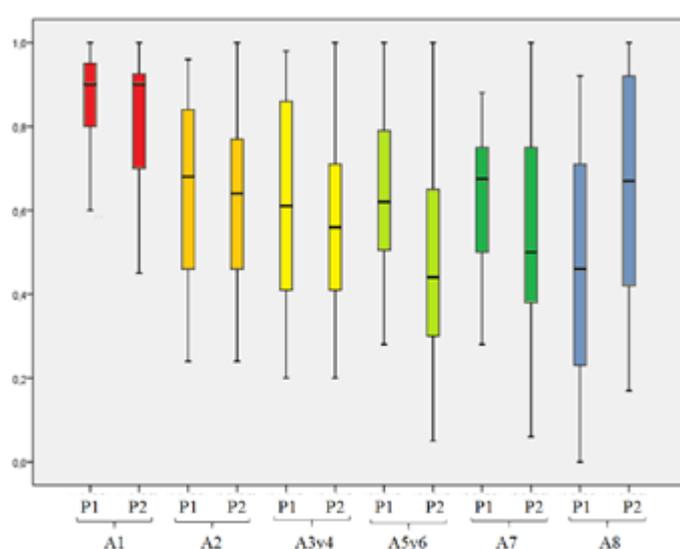


FIGURA 5. Resultados de la evaluaciones parciales de la asignatura CV del año 2017 rediseñadas utilizando la rúbrica.

- e. Desarrollo de actividades donde los estudiantes participan del proceso de evaluación:
 - Taller de consenso y firma del Contrato Didáctico.

Para analizar el problema observado por los docentes respecto de la escasa utilización de las sugerencias brindadas para la resolución de problemas se llevó a cabo en el primer cuatrimestre del año 2014 un cuestionario en cuyos resultados se pudo observar que, aunque el 79% reconoció que “siempre lee tratando de comprender el enunciado del problema planteado”, sólo el 28% admitió que “siempre” trata de detectar “palabras clave” que le permitan relacionar el problema con los conceptos teóricos y más llamativo nos resultó que sólo el 37% manifestara que “siempre” identifica la meta u objetivo del problema. La aparente desvinculación de la teoría con la práctica se reflejaba en las respuestas del ítem 6: sólo el 4% reconoció que “siempre” justificaba cada paso realizado en el proceso de solución expresando la definición, una propiedad o teorema que permite realizarlo. Mientras que el 45% admite que expresó una argumentación teórica “ocasionalmente” y el 6% respondió que “nunca” completa la resolución con una explicación teórica. Sólo el 44% reconoció que emplea gráficos con frecuencia y que realiza una verificación de los resultados y un 42% manifestó que “frecuentemente” realiza una interpretación de los resultados.

Fue así que se percibió la necesidad de crear espacios de diálogo para buscar el entendimiento y el consenso en relación a los objetivos del curso, las estrategias adecuadas para alcanzarlos y las formas de evaluar los aprendizajes. Desde el segundo año del proceso de investigación (año 2016), se incorporó al inicio de cada cuatrimestre una clase denominada “Taller de inicio: consenso y firma del Contrato Didáctico”, en el cual se acuerdan los criterios de evaluación que son posteriormente materializados en un Contrato Didáctico.

El Taller comienza presentando a los estudiantes un interrogante: “¿Cuál es el procedimiento que siguen al resolver un ejercicio o un problema matemático con lápiz y papel?” Con el fin de organizar la participación de los estudiantes presentes, se forman libremente grupos de 5 o 6 integrantes y se les indica que elaboren una respuesta a la pregunta mencionada. Se asigna un tiempo de 20 minutos a la discusión grupal, y para orientar el trabajo se indica que la respuesta debe expresar un procedimiento general, ordenado y detallado, como si fuera una secuencia de indicaciones brindadas a un amigo inexperto.

A continuación se realiza una puesta en común con el objetivo de generar una construcción colectiva con el aporte de cada grupo. Se leen las respuestas al tiempo que un docente las escribe en el pizarrón. Esta escritura se organiza en base a las etapas de resolución de problemas definidas por los referentes teóricos. Como resultado de la puesta en común, se obtiene una producción colectiva escrita en la pizarra que evidencia los pasos propuestos por los alumnos.

A través del diálogo se acuerda la aplicación de los mismos como herramientas que ayudan a regular y controlar el proceso que se realiza al resolver un problema. La figura 6 muestra a modo de ejemplo imágenes de las actividades del Taller.



FIGURA 6. El trabajo grupal coordinado (a la izquierda) y el análisis de las respuestas elaboradas por los estudiantes (a la derecha).

Se logra entonces el siguiente acuerdo: “los docentes deberán establecer los criterios de evaluación a partir de las etapas consensuadas”, y “los estudiantes los tendrán en cuenta al realizar las actividades de evaluación de todo el cursado”. Todo lo trabajado se formaliza en un Contrato Didáctico, el cual se imprime y entrega a los alumnos para su lectura y acuerdo. Finalmente en un acto formal, con el fin de sellar el compromiso, tanto los docentes como los estudiantes, firman el Contrato (ver figura 7).

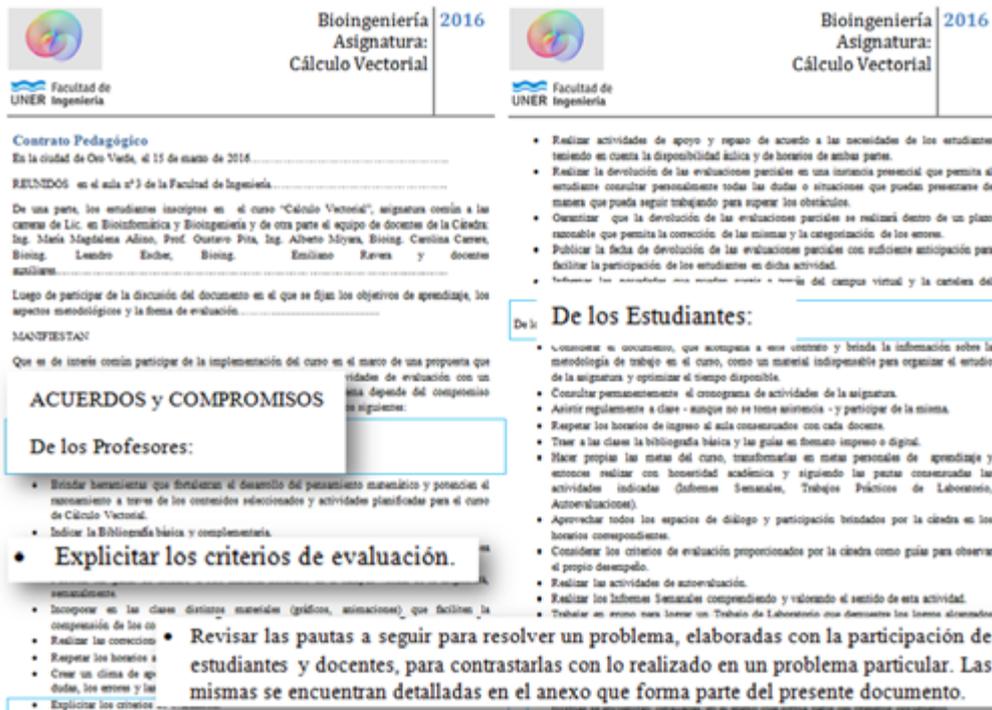


FIGURA 7. Contrato Didáctico correspondiente al curso de CV del año 2016

De este modo, tal como se deriva de las publicaciones al respecto, el contrato didáctico ha sido altamente valioso en tanto propicia la creación de ambientes de aprendizajes eficientes, mejora la relación entre quien enseña y quien aprende y sustituye las normas implícitas por normas explícitas consensuadas (Stephenson, 1993).

- Evaluación de Trabajo en grupo: Autoevaluación y evaluación entre pares.

Para favorecer la participación de los estudiantes en el proceso de evaluación de los aprendizajes en contexto de los trabajos en grupo, en primer lugar se generó una instancia de acuerdo sobre los criterios que serían utilizados para ello. En segundo lugar, se implementaron actividades de autoevaluación y coevaluación utilizando los criterios previamente acordados.

La metodología llevada a cabo en la instancia de acuerdo de los criterios de evaluación fue similar a la descrita anteriormente respecto del Taller de consenso y firma de contrato didáctico. En relación a las actividades de autoevaluación y coevaluación, por cada TPL los alumnos trabajaron individualmente en presencia de un docente y respondieron un cuestionario, el cual se presentó a través del campus virtual y se elaboró con los criterios de evaluación.

El cuestionario consistió en preguntas de respuesta cerrada, cada una de las mismas correspondía a un descriptor literal que se convirtió a un valor numérico para obtener la nota de autoevaluación y coevaluación. En la Tabla 2 se muestran los descriptores utilizados.

TABLA 2. Descriptores literales de las actividades de autoevaluación y coevaluación

Descriptor
Cumplió con los acuerdos realizados por el equipo y su contribución fue un aporte notable para lograr el objetivo.
Contribuyó de manera consistente para lograr el objetivo con una buena preparación y predisposición a cooperar.
Habitualmente hizo lo que se supone que tenía que hacer, su preparación y colaboración fueron aceptables.
Con frecuencia hizo lo que se supone que tenía que hacer, su preparación y colaboración fueron mínimas.
Faltó muchas veces a las reuniones o no completó su tarea, rara vez estaba preparado.
Se mostró ausente para la realización del trabajo.

La autoevaluación y la evaluación entre pares permitieron otorgar mayor protagonismo al estudiante en el proceso de evaluación lo cual derivó en una mayor implicación y compromiso de su parte. El enfoque formativo de la evaluación, tal como ha sido desarrollado en el Marco teórico, supone que el estudiante adquiera mayor autonomía en el proceso de aprendizaje analizando críticamente obstáculos y logros (Steiman, 2008).

- f. Incorporación de actividades previas a las evaluaciones parciales

A partir del año 2016, se incorporaron al cronograma de trabajo formal de cada cursado actividades de repaso previas a la evaluación parcial. Las mismas se organizan a partir de la información obtenida de los informes escritos presentados por los alumnos, de las autoevaluaciones y de las observaciones realizadas por los docentes.

En estas instancias se propone a los estudiantes que resuelvan la evaluación parcial correspondiente al curso del año anterior y se autoevalúen haciendo uso de la rúbrica con los criterios de evaluación establecidos. En estas actividades el estudiante realiza su propio juicio de valor de acuerdo a los criterios expresados para cada dimensión.

De esta manera se logró que los estudiantes puedan evaluar sus propias producciones a partir de criterios acordados previamente, reduciendo el nivel de arbitrariedad y evaluándose cualitativamente para detectar posibles errores (Díaz Barriga, 2005).

- g. Incorporación de actividades posteriores a las evaluaciones parciales

A partir del año 2016, luego de las evaluaciones parciales el equipo de cátedra realiza un trabajo con los errores observados, categorizándolos y analizando los más frecuentes. La información recabada se utiliza para dos actividades:

– La devolución de los exámenes parciales en una clase en la que se encuentran presentes todos los profesores que han participado en la evaluación. De esta manera, cada alumno puede leer la retroalimentación escrita en su examen y además consultar personalmente con el profesor que ha realizado la evaluación.

– Los docentes exponen en la clase una síntesis del análisis global de los errores encontrados y también de los aciertos.

Mediante ambas actividades se logró incorporar instancias de devolución a los estudiantes de los trabajos que ellos han realizado, lo cual supone retroalimentación, aspecto central de la evaluación formativa (Anijovich, 2010). Las mismas permitieron focalizar la evaluación en el análisis de los elementos que la integran, evitando la comparación y competencia entre los estudiantes (Santos Guerra, 2000).

h. Implementación de un nuevo plan de evaluación encuadrado en una concepción formativa.

Como resultado de las diferentes modificaciones descritas previamente, y en términos generales, se modificó el plan de evaluación completo de las asignaturas, considerando que el plan original se encuadraba en una concepción sumativa.

El plan actual, resultante del proceso de I-A, articula las estrategias de enseñanza con las estrategias de evaluación y se centra en actividades que permiten al alumno participar y comprometerse con su proceso de aprendizaje. Asimismo genera información sobre el proceso de aprendizaje de los estudiantes, e incluye la retroalimentación y reorientación necesaria de manera que cada alumno pueda alcanzar la meta de aprendizaje. En la tabla 3 se muestran las actividades propuestas en los dos planes.

TABLA 3. Actividades del plan de evaluación: se muestran resaltadas las actividades del plan de evaluación original que aún se mantienen en el nuevo plan de evaluación.

Plan de evaluación	
Original	Nuevo
	Contrato Didáctico
	Informes semanales
	Exposiciones orales
	Actividades previas a las evaluaciones parciales
Evaluaciones parciales	Evaluaciones parciales rediseñadas a partir de la rúbrica
	Actividades posteriores a las evaluaciones parciales
Recuperatorio de evaluaciones parciales	Recuperatorio de evaluaciones parciales rediseñadas a partir de la rúbrica
Trabajos Prácticos de Laboratorio	Trabajos Prácticos de Laboratorio con retroalimentación
	Autoevaluación y evaluación entre pares

2. Reflexiones de docentes sobre los cambios en sus prácticas

El proceso de I-A llevado a cabo ha tenido un alto impacto en los docentes participantes generando reflexiones profundas sobre los cambios en sus prácticas.

Entre estos cambios podemos destacar, en primer lugar, un alto nivel de compromiso por parte de los docentes, un trabajo sostenido de reflexión sobre la acción, un valioso acercamiento a temas propios de la pedagogía, un abordaje serio y profesional de la tarea docente y una fuerte cohesión del grupo.

Además, la experiencia ha sido significativamente formativa, aportando herramientas teóricas sólidas para la fundamentación de las opciones didácticas.

Como ejemplo de este impacto citamos algunas de las opiniones y reflexiones docentes que hemos registrado a través de notas de campo en el transcurso de la investigación.

Sobre las prácticas de enseñanza y evaluación los docentes investigadores manifestaron reflexiones tales como:

– “Las evaluaciones “funcionan” en el sentido de que el número de aprobados y promovidos es satisfactorio. Pero ¿están apuntando a que el alumno dé lo mejor de sí? ¿No promueven una homogeneización del alumnado; un “limado” de las mentalidades originales, a las cuales no se les ofrece suficiente estímulo para expresarse en su plenitud?” (docente 3);

– “La elaboración de los exámenes se volvió colaborativa (todos los docentes participan), lo que permitió optimizar enunciados, eliminar consignas ambiguas, conseguir transmitir con mayor claridad lo que se espera que el alumno haga en cada problema, etc.”(docente 3);

– “lo fundamental ha sido la puesta en marcha de modificaciones de fondo desde nuestro espacio, que han redundado en resultados positivos para con el aprendizaje y la enseñanza (en ese orden de prioridades). Esto nos da una base robusta para tengamos elementos sólidos que dan sustento pedagógico y didáctico a la evaluación sumativa que, sin dejarse de lado, es enriquecida notablemente y en ese marco la nota ya no es un número crudo (y muchas veces circunstancial): es un reflejo consistente con el recorrido del alumno” (docente 4);

– “El hecho de socializar la revisión de los enunciados ha permitido que cada docente amplíe la visión global del examen, incrementando la calidad, claridad y objetividad de las consignas, e incorporando un debate (que enriquece a todos)” (docente 4);

– “Se han incorporado elementos que nos permiten identificar los errores como una instancia de aprendizaje, eliminando su penalización” (docente 4).

– “Me brindó una mayor seguridad durante mis actividades de docencia y su planificación, al reconocer a partir de diversas instancias la uniformidad del discurso y acuerdo entre los integrantes del equipo de las cosas que hacíamos y por qué lo hacíamos -más teniendo en cuenta que estas razones siempre se encontraban bajo “la lupa crítica” de lo que íbamos discutiendo y trabajando-.” (docente 5)

– “Considerando que en un principio de mis actividades docentes se limitaban a repasar los contenidos, revisar el material y realizar los ejercicios propuestos...la verdad que tuve un cambio abismal incorporando algunas cosas que considero importantísimas, de las cuales se destaca el papel protagónico del error”. (docente 5)

– “De esta forma la retroalimentación me llevó a realizar cambios en la forma de pensar la evaluación, ya que a través de cada comentario, de cada observación, me permitió ver la importancia de la evaluación del proceso para resolver el problema, sacando del protagonismo al resultado final”(docente 2)

– “la búsqueda de respuestas a los interrogantes que nos planteamos (qué evaluamos, por qué evaluamos, para qué) me orientaron a realizar cambios en mi práctica diaria. Entre ellos el más importante para mí fue la incorporación de la retroalimentación en la evaluación para orientar el proceso de aprendizaje” (docente 2)

– “En un principio la retroalimentación era improvisada y surgía para indicar a los alumnos en su trabajo que algo estaba mal o faltaba por ejemplo: “el resultado no es correcto, hay un error en los cálculos”, “omite pasos en la resolución”. Durante la investigación comprendí la importancia de que la retroalimentación sea una ventana de comunicación entre mi alumno y yo, en el rol de orientador de su aprendizaje. Entonces fue ahí cuando aparecieron las preguntas como herramientas para brindar información a mis alumnos: “¿crees que es adecuado este resultado con el problema?”, “¿cómo se obtiene este resultado?” (docente 2).

– “Como docente auxiliar (siempre en la primer línea del batallón en contacto mucho más directo con los alumnos), resulta primordial realizar las realimentaciones “in-situ” durante los encuentros áulicos. Destaco la gran influencia de los criterios de evaluación y pautas acordadas a seguir en la resolución de problemas, como principales brújulas para orientar dichas realimentaciones. Noté una mayor seguridad, claridad y facilidad a la hora de realizar las mismas -basándome en las reacciones y devoluciones de los alumnos ante ellas-, incluso en tiempos acotados durante el desarrollo de la clase” (docente 5)

– “Hubo también un cambio notable en la forma de realizar el registro escrito de dichas realimentaciones, con muchísimo más detalles orientados según los criterios de evaluación acordados, facilitándolo, ordenándolo y permitiendo identificar de forma más sencillas posibles problemáticas y falencias” (docente 5)

Asimismo, sobre el impacto que el proceso de investigación ha tenido en la formación docente del equipo, se registraron reflexiones tales como:

– “..promovió el compromiso, la profundización del conocimiento del marco teórico y de la bibliografía que sustenta el proyecto. Además, luego de las presentaciones surgieron debates muy enriquecedores que no hicieron más que contribuir a la cohesión del equipo” (docente 1);

– “Ser parte de un grupo interdisciplinario como el que lleva adelante este PID es una experiencia muy valiosa y enriquecedora” (docente 1);

– “Como soy ingeniera, no tenía formación pedagógica para realizar mis tareas docentes, por lo cual todas las actividades desarrolladas en el marco de esta investigación se han convertido en fundamentos teóricos para el desarrollo de mi actividad” (docente 2).

– “a medida que avanzaba el tiempo el participar del proyecto de investigación fue forjando mi manera de encarar las clases. Reflexionando críticamente, me ha dado herramientas para cada vez más para ir implementando estrategias” (docente 6)

– “con toda la experiencia de este proyecto considero firmemente que la claridad y transparencia en los criterios/metastas de la evaluación son fundamentales y deben estar consensuadas entre todos los participantes de la misma (alumnos y docentes). A mi criterio este paso es la piedra fundamental para lograr que los alumnos sean críticos con sus desempeños y sean capaces de desarrollar herramientas de estudio y trabajo independiente”. (docente 3)

– “creo que las cosas más valiosas que aprendí es que uno debe ser la persona que esté acompañando al alumno en su camino, dándole las mejores herramientas para su desarrollo” (docente 6)

La participación en este proyecto de I-A ha posibilitado en los docentes una reflexión sobre la propia práctica que los acerca a la idea del profesional reflexivo de Schön (Elliot, 1990) ya que no es la práctica misma la que incrementa la competencia docente sino la práctica reflexionada, que se va reajustando a medida que se va documentando y analizando (Zabalza, 2004).

Impacto de los resultados de la investigación.

En esta sección se presenta el impacto que los resultados de la investigación ha tenido especialmente teniendo en cuenta tres indicadores: la opinión de los alumnos que cursaron las asignaturas en el período de implementación de la investigación; el rendimiento académico de los mismos alumnos; y la transferencia de los resultados de la investigación en otros ámbitos académicos.

1. Opiniones de alumnos.

Si bien no fue un objetivo de la investigación relevar la opinión de los estudiantes, se considera que, al ser ellos protagonistas principales del proyecto de investigación desarrollado, su opinión acerca de la propuesta pedagógica de las asignaturas es un elemento central para evaluar el impacto de los resultados del proyecto.

Para conocer esa opinión, se tuvieron en cuenta los resultados de una encuesta diseñada e implementada a nivel institucional para evaluar el funcionamiento global de las asignaturas de la Facultad.

de Ingeniería de la UNER. En la misma los alumnos tienen la posibilidad de evaluar el dictado de las asignaturas mediante una encuesta anónima que se administra cada cuatrimestre en forma digital y, una vez obtenidos los resultados, éstos se envían desde Secretaría Académica a los respectivos docentes. Las preguntas que conforman la encuesta son 11 en total, abordan aspectos diversos del desarrollo de las asignaturas.

Para esta Reseña y a los fines de conocer las opiniones de los alumnos sobre los cambios realizados en las asignaturas como producto del proceso de investigación, se focalizó puntualmente en la siguiente pregunta: “La correspondencia entre los temas abordados, las actividades realizadas y las evaluaciones fueron: Muy Bueno – Bueno – Regular – Malo – NS/NC”.

En la figura 8 se muestran en porcentajes las respuestas de los alumnos en el período en el cual se implementaron los cambios relativos al nuevo plan de evaluación: ED 2015, CV 2016, ED 2016 y CV 2017. En la misma se observa que la gran mayoría de los alumnos de los cuatro cursados opina que hay una buena/muy buena correspondencia entre los temas abordados, las actividades realizadas y las evaluaciones.

También en esta encuesta los estudiantes tienen un espacio optativo y anónimo para expresar comentarios diversos. Se registraron un total de 18 comentarios y de la totalidad de los mismos, se retomaron los siguientes en tanto reflejan el impacto del proyecto de investigación realizado en la experiencia de cursado y estudio de los alumnos:

- “La cátedra demuestra compromiso con el alumno y su aprendizaje. Del mismo modo, pide al alumno un nivel básico de responsabilidad.”
- “Los docentes hacen que el cálculo vectorial y todos los temas dados sean claros, prácticos y simples.”
- “Excelente funcionamiento de la cátedra. No sólo logran desarrollar los temas de una manera que pueda ser entendida por los alumnos, sino también brindan apoyo a cada uno de los cursantes para que los mismos logren reforzar y seguir el hilo de los temas.”
- “... siempre estuvieron al tanto de las dificultades de los alumnos.”
- “Excelente organización de la cátedra y mucho compromiso por parte de los docentes, se notó durante el cursado la gran dedicación y esfuerzo para que los alumnos podamos comprender los temas dados”.
- “Una de las mejores cátedras de la facultad; las clases están muy bien programadas, los temas se desarrollan con claridad y los docentes se encuentran permanentemente a disposición del alumno ante cualquier tipo de inquietud”.
- “Creo que quien haya realizado todas las actividades propuestas pudo resolver sin problemas, al menos en lo conceptual, el parcial.”

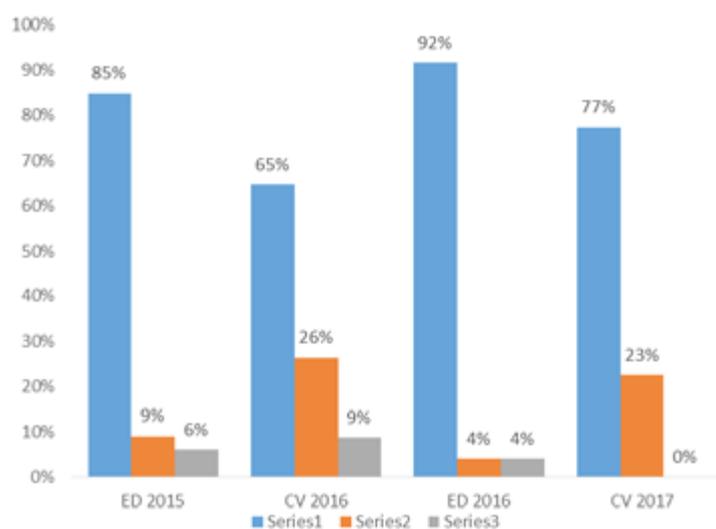


Figura 8. Resultados de la encuesta institucional de las asignaturas

2. Rendimiento académico.

Se considera que, aunque el rendimiento académico no fue un objetivo directo de la investigación, es válido analizar el impacto que los resultados de la misma (es decir, de la implementación de un nuevo plan de evaluación con enfoque formativo) ha tenido en este aspecto.

En la figura 9 se muestra el rendimiento académico en términos del porcentaje de alumnos que adquirieron las condiciones de regulares y promocionales (alumnos que aprobaron el cursado) y la cantidad de alumnos que quedaron en condición de libres. En la misma se observa que los cambios resultantes del proyecto impactaron positivamente en el rendimiento académico. Esto se evidencia en que el porcentaje de alumnos que aprobaron el curso fue mayor o igual a 75% en los cinco cursados correspondientes al período 2015-2017 durante el cual se llevó a cabo la investigación.

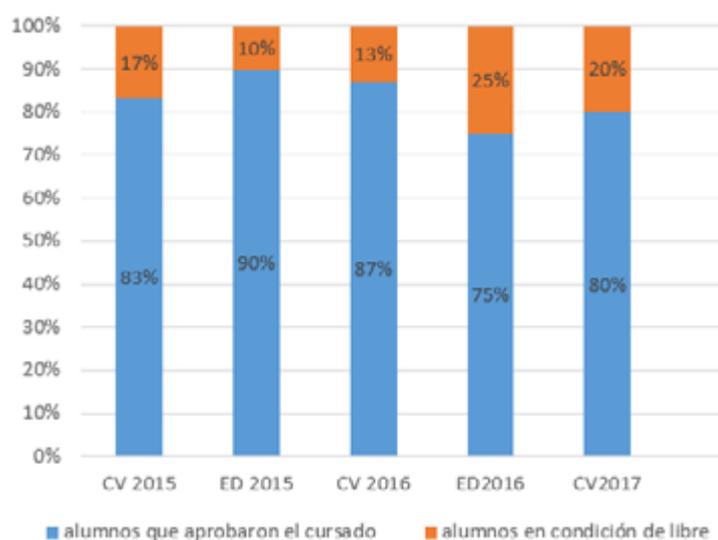


Figura 9. Rendimiento académico de las cohortes de los años 2015, 2016 y 2017

3. Transferencia y difusión de los resultados de la investigación en otros ámbitos académicos.

Se entiende que también es importante señalar el impacto de los resultados de la investigación en otros ámbitos académicos que no sean los de las asignaturas en las que se realizó la investigación, por ejemplo, la comunidad académica de la FIUNER y de otras instituciones de formación de ingenieros, así como eventos científicos afines a la educación en ingeniería.

En este sentido, se llevaron a cabo las siguientes acciones de transferencia y difusión de los resultados:

- Presentación de experiencias y ponencias en más de 15 eventos científicos nacionales e internacionales afines a la temática.
- Publicación de más de 12 artículos en diversas revistas nacionales e internacionales de difusión científica.
- Desarrollo de una conferencia semiplenaria en un evento internacional de carreras de ingeniería.
- Taller de formación docente enmarcado en el Programa de Formación Docente de la FIUNER, destinado a la comunidad académica de la FIUNER.
- Taller de formación docente realizado en el Encuentro Nacional e Internacional de Educación Matemática en Carreras de Ingeniería (EMCI), destinado a docentes de matemática de carreras de ingeniería.
- Articulación con la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario a través de un docente del equipo de investigación, que consistió en la utilización de la rúbrica diseñada en el marco de este proyecto como un instrumento para la evaluación de los exámenes parciales de dos asignaturas de matemática.

Conclusiones

Tal como se ha mostrado a lo largo de toda esta Reseña, los objetivos de la investigación han sido cumplidos satisfactoriamente.

A partir de esta I-A se ha iniciado un proceso de cambio en la manera de pensar la evaluación, no ha sido sencillo modificar las tradiciones que impregnan la evaluación en carreras de ingeniería, vencer estas resistencias ha sido posible a través de un trabajo colaborativo sostenido en el tiempo.

Este proyecto ha permitido incluir espacios de reflexión en torno a los aprendizajes logrados, a la enseñanza que los posibilitó y a los mecanismos de evaluación que se emplearon; recuperar dichas reflexiones como elementos de retroalimentación y realizar propuestas para la mejora.

Si bien los resultados obtenidos tienen un alcance limitado a un contexto en particular, el enfoque conceptual a partir del cual se definieron los objetivos del estudio, fundamentado en la evaluación formativa, puede ser aplicado en diferentes áreas de formación en ingeniería. Al considerar la evaluación como un proceso al servicio del aprendizaje y alineado con las estrategias de enseñanza se ampliaron las posibilidades de participación de nuestros estudiantes.

Si bien el proyecto ha impactado positivamente en el rendimiento académico de los estudiantes, se considera que lo más importante no son estos aspectos cuantitativos sino la información cualitativa que la acompaña. Ahora se tiene más conocimiento sobre las habilidades que generan las actividades propuestas y es posible actuar con mayor profesionalidad docente en la preparación de ingenieros.

La implementación de la rúbrica generada a partir del Contrato Didáctico ha permitido obtener información detallada sobre cómo cada estudiante aborda un problema propuesto teniendo así, la oportunidad de realizar una evaluación formativa del proceso de aprendizaje.

También se observaron cambios cualitativos en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, los cuales podrían ser consecuencia del compromiso asumido por los éstos, al participar activamente en el proceso de evaluación.

El desarrollo de actividades diferentes, que permiten a los estudiantes expresarse y reflexionar sobre sus actitudes y niveles de compromisos ha facilitado la comunicación docente-alumno y con ella los procesos de retroalimentación.

En relación con la evaluación de trabajos grupales la indagación mejoró la comprensión de la problemática y el proceso desarrollado por los alumnos al trabajar en grupo. Asimismo permitió conocer la situación individual de los alumnos y a partir de esto, mejorar la forma de acompañarlos en su formación.

Por otra parte, la experiencia ha sido significativamente formativa para los docentes participantes, aportando herramientas teóricas sólidas para la fundamentación de las opciones didácticas y con ello la oportunidad para revisar las propias prácticas. El proceso de I-A resultó formativo en sí mismo ya que involucró etapas de reflexión, indagación, cambio y mejora de las propias prácticas, que equivalen a instancias de formación y profesionalización para los docentes implicados en ellas. Tomar como objeto de análisis las propias prácticas trajo como consecuencia la mejora de esas prácticas y aportó a la formación de los docentes en cuanto tales.

Finalmente, es válido resaltar que la experiencia descrita y analizada en el presente trabajo, se ha desarrollado en el contexto de un proyecto de investigación avalado por la institución, en la cual no es habitual que se lleven a cabo investigaciones educativas, en general, y menos aún basadas en los principios metodológicos de la I-A. En este sentido, esta experiencia no sólo supuso modificaciones en cuanto a las prácticas y concepciones de los docentes participantes, sino también ha impactado en la comunidad académica, la cual ha mostrado interés por la misma, valorándola positivamente.

Bibliografía

- Álvarez Méndez, J. M. (2003). *La evaluación a examen*. Buenos Aires: Miño y Dávila Editores.
- Anderson, G., Bould, D. and Sampson, J. (1996). *Learning contracts. A practical guide*. London: Kogan Page.
- Anijovich, R. (2010). *La evaluación significativa*. Buenos Aires: Paidós.
- Añino, M. M., Merino, G., Miyara, A., Perassi, M., Pita, G., Ravera, E., y otros (2015) *La Enseñanza de la matemática en Bioingeniería desde la Investigación Acción. Una reseña*. *Ciencia, Docencia y Tecnología Suplemento*. 5 (5), 137-163. <http://pcient.uner.edu.ar/index.php/Scdyt/article/viewFile/154/96>
- Barbier, J. M. (1999). *Prácticas de formación: evaluación y análisis*. Buenos Aires: Novedades Educativas.
- Biggs, J. y Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university: What the student does*. McGraw-Hill Education (UK).
- Black, P. y Wiliam, D. (1998). *Assessment and classroom learning*. *Assessment in education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7-74. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0969595980050102>
- Broadfoot, P. M., Daugherty, R., Gardner, J., Harlen, W., James, M. y Stobart, G. (2002). *Assessment for learning: 10 principles*. Cambridge, UK: University of Cambridge School of Education. <https://www.stir.ac.uk/research/hub/publication/15775>
- Brown, S. A. y Glasner, A. (2003). *Evaluar en la universidad: problemas y nuevos enfoques*. Narcea Ediciones.
- Case, J. M. y Light, G. (2011). *Emerging research methodologies in engineering education*. *Journal of Engineering Education*, Wiley Online Library. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/j.2168-9830.2011.tb00008.x/full>
- Celman, S. (1990). "La evaluación en la universidad". Trabajo presentado en el I Encuentro Latinoamericano de Alternativas en Educación. Experiencias en la Universidad. Universidad Nacional de Rosario.
- Celman, S. (2007). "Evaluación de los aprendizajes universitarios: más allá de la acreditación" Presentación de trabajo II Jornadas Nacionales y I Latinoamericanas de Pedagogía Universitaria. "Enseñar y aprender en la universidad". Universidad Nacional de General San Martín.

- Colmenares, A. M. (2008) Evaluación de los aprendizajes desde la investigación-acción. *Multiciencias*, 8(1) <http://www.redalyc.org/pdf/904/90480107.pdf>
- CONFEDI (2014). Declaración de Valparaíso sobre Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Iberoamericano. Mar del Plata: Universidad FASTA Ediciones.
- Daniels, M., Cajander, Å., Pears, A., & Clear, T. (2010). Engineering education research in practice: Evolving use of open ended group projects as a pedagogical strategy for developing skills in global collaboration. *International journal of engineering education*, 26(4), 795.
- Díaz Barriga, F. (2005). Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida. México: McGraw Hill.
- Diefes-Dux, H. A., Zawojewski, J. S., Hjalmarson, M. A. y Cardella, M. E. (2012). A framework for analyzing feedback in a formative assessment system for mathematical modeling problems. *Journal of Engineering Education*, 101(2), 375-406.
- Elliot, J. (1990) La investigación-acción en educación, Madrid: Editorial Morata.
- Elliot, J. (2007). Assessing the quality of action research. *Research Papers in Education*, 22(2), 229-246. http://www.usal.es/teoria/n10_01_gutierrez_martin.pdf
- Escudero Escorza, T. (2003). Desde los tests hasta la investigación evaluativa actual. Un siglo, el XX, de intenso desarrollo de la evaluación en educación. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa (RELIEVE)*, v. 9, n. 1, 11- 43 https://www.uv.es/RELIEVE/v9n1/RELIEVEv9n1_1.htm
- Gulikers, J., Biemans, H. J., Wesselink, R., & van der Wel, M. (2013). Aligning formative and summative assessments: A collaborative action research challenging teacher conceptions. *Studies in Educational Evaluation*, 39(2), 116-124.
- Hassan, O. A. (2011). Learning theories and assessment methodologies: an engineering educational perspective. *European Journal of Engineering Education*, 36(4), 327- 339. <https://doi.org/10.1080/03043797.2011.591486>
- Hermida, A. (2013). Las Grabaciones de Clase Como Instrumento para Facilitar la Reflexión y la Autonomía Docente. *Revista Nebrija de Lingüística Aplicada a la Enseñanza de Lenguas*, (13). https://www.nebrija.com/revista-linguistica/files/articulosPDF/articulo_5326d3db520bb.pdf
- Jesiek, B. K., Borrego, M., & Beddoes, K. (2010). Advancing global capacity for engineering education research: relating research to practice, policy and industry. *European Journal of Engineering Education*, 35(2), 117-134. <https://www.asee.org/papers-and-publications/publications/jee/jee9902-9022-jesiek.pdf>
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (2005). Participatory Action Research: Communicative Action and the Public Sphere. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.)
- Latorre, A. (2003). Investigación acción. Conocer y cambiar la práctica educativa. Barcelona: Graó.
- Litwin, E. (1998). La evaluación: campo de controversias y paradojas o un nuevo lugar para la buena enseñanza. En Camilloni, A, Celman, S. Litwin, E. y Palau, M.: La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo. Buenos Aires: Paidós.
- López Pastor, V. M. (2009) Evaluación formativa y compartida en Educación Superior. Madrid: Narcea Ediciones.
- Mann L. y Chang, R. L. *Creating an Engineering Education Community of Practice within an Institutional Setting: A Blueprint for Action Research*. Proceedings of the 21st Annual Conference for the Australasian Association for Engineering Education, Engineers Australia, 2010.
- McKernan, J. (2013). Curriculum action research: A handbook of methods and resources for the reflective practitioner. Routledge
- McMillan, J. H. (2008). Student Self-Assessment: The Key to Stronger Student Motivation and Higher Achievement. *Educational Horizons* , 87 (1), 40-49.
- Palou de Maté, M. C. (2008). La evaluación de las prácticas docentes y la autoevaluación. En Camilloni, A, Celman, S. Litwin, E. y Palau, M.: "La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo". Buenos Aires: Paidós.

- Perassi, Z. (2013). La relación evaluador-evaluado en educación. Aportes de filosofía para poder pensar-la. *Educere*, Septiembre-Diciembre, 437-442. <http://www.redalyc.org/pdf/356/35630404007.pdf>
- Przesmycki, H. (2000). La pedagogía del contrato. El contrato didáctico en la educación. Barcelona: Graó.
- Sadler, D. R. (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional science*, 18(2), 119-144. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00117714>
- Santos Guerra M. Á. 20 paradojas de la evaluación del alumnado en la Universidad española. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 2(1), p. 33, 1999. http://www.aufop.com/aufop/uploaded_files/articulos/1224341617.pdf
- Santos Guerra, M. A. (2000): *Evaluación educativa 1. Un proceso de diálogo, comprensión y mejora*. Buenos Aires: Editorial Magisterio del Río de la Plata.
- Shepard, L. A. (2006). La evaluación en el aula. En Brenan, R. L. (ed.), *Educational Measurement*, 4ª. Edición. ACE/Praeger Westport, 623-646. http://www.upn303.com/files/evaluacion_aula.pdf
- Steiman, J. (2008). *Más didáctica (en la educación superior)*. Buenos Aires: UNSAM Edita y Miño y Dávila Editores.
- Stiggins, R. J. (2002). Assessment crisis: The absence of assessment for learning. *Phi Delta Kappan*, 83(10), 758-765. <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/003172170208301010?journalCode=pdka>
- Vaiyavutjamai, P., Charoenchaia, S., Ponmanee, S., Danpakdee, A., Chotivachira, B., Warotamawit, V., & Sitthiwong, W. (2012). Collaborative action research to promote reflective thinking among higher education students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 47, 739-744.
- Wiliam, D. (2009) "Una síntesis integradora de la investigación e implicancias para una nueva teoría de la evaluación formative". *Archivos de Ciencias de la Educación*, 3(3), pp. 15-44. http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.4080/pr.4080.pdf
- Wiliam, D. (2014). Formative assessment and contingency in the regulation of learning processes. In Annual Meeting of American Educational Research Association, Philadelphia, PA. [http://dylanwiliam.org/Dylan_Wiliams_website/Papers_files/Formative%20assessment%20and%20contingency%20in%20the%20regulation%20of%20learning%20processes%20\(AERA%202014\).docx](http://dylanwiliam.org/Dylan_Wiliams_website/Papers_files/Formative%20assessment%20and%20contingency%20in%20the%20regulation%20of%20learning%20processes%20(AERA%202014).docx)
- Zabalza, M. A. (2013). Formar ingenieros para el siglo XXI. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 11(extra.), 9-12. <https://polipapers.upv.es/index.php/REDU/article/download/5544/5535>
- Zabalza, M. Á., & Beraza, M. Á. Z. (2003). *Competencias docentes del profesorado universitario: calidad y desarrollo profesional*. Madrid: Narcea Ediciones.
- Zabalza, M. A., & Beraza, M. Á. Z. (2004). *La enseñanza universitaria: el escenario y sus protagonistas*. Madrid: Narcea Ediciones.

PID 6154

Denominación del Proyecto

Investigación acción participativa en evaluación para el aprendizaje de la matemática en bioingeniería

Directora del proyecto

Mg. Bioing. Carrere Lucía Carolina

Codirectora

Mg. Lic. Perassi Marisol

Unidad Ejecutora

Facultad de Ingeniería

Dependencia

Universidad Nacional de Entre Ríos

Cátedra

“Cálculo Vectorial” y “Ecuaciones Diferenciales”

Área o disciplina científica

Departamento Matemática

Contacto

ccarrere@ingenieria.uner.edu.ar; mperassi@ingenieria.uner.edu.ar

Integrantes del Proyecto

Escher, Leandro Gabriel; Miyara, Alberto; Pita, Gustavo de Dios; Ravera, Emiliano; Waigandt, Diana; Lapyckyj, Iván; Ilardo, Juan Carlos; Ruiz, Joaquín Victorio; Añino, María Magdalena (fecha de baja: diciembre 2017)

Fechas de iniciación y de finalización efectivas

01/02/2015 y 01/02/2018

Aprobación del Informe Final por Resolución CS N° 117/18 (05/06/2018)

[<<< VOLVER AL INICIO](#)