

Trabajo colaborativo para el desarrollo de prácticas innovadoras en la enseñanza de la física universitaria con el uso de tecnologías

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Collaborative work for the development of innovative practices in teaching college physics with the use of technologies

Daiana García, Alejandra Domínguez y Silvia Spitchich

Departamento de Formación Docente, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Pje. Arroyo Seco S/N, Tandil, CP 7000, Buenos Aires, Argentina

E-mail: dana_e17@hotmail.com

(Recibido el 27 de octubre de 2016; aceptado el 14 de febrero de 2017)

Resumen

Las prácticas de enseñanza en el nivel superior están caracterizadas por un enfoque de tipo tradicional. El advenimiento de nuevas tecnologías y las demandas de la sociedad actual, generan la necesidad de pensar en procesos de innovación en las clases universitarias. El objetivo de este trabajo es caracterizar cómo se modifica la práctica de enseñanza en el nivel superior, a partir del trabajo colaborativo llevado a cabo entre docentes universitarios de física e investigadores en educación en física, para la incorporación de diferentes recursos tecnológicos en las clases de física. Los resultados muestran que a partir de dichas incorporaciones es posible modificar las prácticas tradicionales por prácticas innovadoras, generando cambios, tanto en el rol de los estudiantes, como en el de los docentes universitarios y en las interacciones que entre ellos tienen lugar. En conclusión, se puede afirmar que, el trabajo colaborativo constituye un medio mediante el cual generar procesos de innovación en el nivel superior.

Palabras clave: Prácticas docentes universitarias en física; Trabajo colaborativo; Tecnología; Innovación; Investigadores en educación en física.

Abstract

Teaching practices at university level are defined by a traditional type approach. The advent of new technologies and the demands of modern society implied new innovative processes in university classes. The aim of this work is to describe how educational practice at university level is changed; starting with collaborative work conducted among physics university teachers and science researchers, to include various technological resources in physics classes. The results show that with these incorporations it is possible to modify traditional practices by innovative practices, generating changes, both in the role of students, university teachers and in the interactions that take place between them. In conclusion, it can be affirmed that, collaborative work constitutes a means by which to generate innovation processes in higher education.

Keywords: University teaching practices in physics; Collaborative work; Technology; Innovation; Researchers in physics education.

I. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información y la comunicación, se han constituido en uno de los recursos más importantes de la sociedad actual. Esto trae asociadas nuevas necesidades en relación con las competencias de los profesionales que deben hacer uso de dichas herramientas. Se requiere de la formación de sujetos con diferentes destrezas y habilidades para manejarse en este cambiante escenario social.

Esta demanda recae principalmente en las instituciones formadoras de profesionales de cada disciplina, entre ellas, la universidad, en dónde deben generarse procesos de innovación orientados a una formación integral de los estudiantes. Ante la complejidad de los desafíos mundiales la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (2005, 2009) y la Asociación de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES, 2004, 2006, 2012) han insistido sobre la necesidad de

innovar en la docencia universitaria para que los profesores promuevan la interdisciplinariedad, el pensamiento crítico y la ciudadanía activa en los estudiantes. Algunos proyectos, como el Tuning América Latina (2007), proponen que una manera de atender a esta demanda es a través de la formación de estudiantes basada en competencias, entendiendo que no alcanza sólo con conocer sobre cada disciplina, sino que se requieren además otro conjunto de habilidades que integren la complejidad del acto educativo que es enseñar una disciplina. Por tal motivo, sostiene que se debe replantear el tipo de enfoque de enseñanza que subyace al nivel universitario en la actualidad y pensar en uno superador, que atienda los aspectos antes mencionados.

Sin embargo, algunos autores (Díaz Barriga, 2005; Guzmán, 2011) plantean que, si bien existe acuerdo en la necesidad de generar cambios en las aulas universitarias, los enfoques de enseñanza utilizados actualmente en el nivel no presentan modificaciones en relación con los recibidos en más de dos generaciones de profesionales. Para hacer frente a estas demandas, la educación en el nivel superior debe generar procesos de innovación en sus prácticas, que atiendan a dos aspectos fundamentales: la incorporación de nuevos recursos, principalmente tecnológicos, y el despliegue de estrategias de enseñanza y aprendizaje superadoras de las tradicionales (Área Moreira, 2005 a y b).

Respecto al primer aspecto, Argentina atraviesa un período de cambio en el sistema educativo, cuyo objetivo es renovar los enfoques de enseñanza y aprendizaje, particularmente el de las ciencias, con la incorporación de nuevas tecnologías. Numerosos trabajos dan cuenta de las potencialidades de dicha práctica en la educación secundaria, y sostienen que en la enseñanza del nivel superior permanece en desarrollo y avanza más lento (Salinas, 2004; Cámara y Giorgi, 2005; Ferrini y Aveleyra, 2006; Paredes-Labra, 2011; García y Stipcich, 2012). Según Selwyn (2007) las TIC son infrautilizadas en el nivel superior y en muchos casos siguen estando sin explotar en gran medida. Si bien tienen presencia en el ámbito universitario, su uso no dista de la enseñanza tradicional y, como mencionan en una revisión de Garrison y Akyol (2009), su utilización se restringe a soporte de una explicación, como apoyos o ilustraciones, editores de presentaciones, etc. Los autores sostienen que, en menor medida, existe mayor apertura a dejar materiales de estudio a disposición de los estudiantes en los denominados repositorios, facilitar la entrega de trabajos en sitios web o por correo electrónico, así como la tutoría y consultas electrónicas.

En cuanto a las estrategias de enseñanza, existe acuerdo en que la enseñanza en el nivel superior debe realizar un giro, y plantear un proceso educativo centrado en el sujeto que aprende desplazando el foco de los contenidos que se enseñan (Zabalza, 2011). Este enfoque demanda nuevas estrategias por parte de los profesores universitarios, para las cuales no se encuentran capacitados ni disponen de herramientas suficientes que les permitan afrontar tal desafío (Díaz Barriga, 2005), por lo cual llevar esta nueva revolución a la universidad no es una tarea fácil. Laurillard (2002) intenta exponer alguna de las razones por las que en la universidad se reduce el potencial pedagógico que pueden ofrecer las TIC. Una de las explicaciones es que muchas de las actuales generaciones de profesores universitarios no han aprendido a través de la tecnología por lo que, en la práctica, se desarrollan lentamente y en la teoría casi nada. Por su parte Owen y Demb (2004), plantean que la investigación indica que el profesorado se siente amenazado por el cambio y no ha sido impresionado por los beneficios que la tecnología puede tener en los procesos de aprendizaje. El cambio de las funciones que se requieren en la docencia es, a menudo, percibido como la creación de trabajo adicional e innecesario. En la misma línea, Fernández, Maiques March, Abalós Galcerá (2012), expresan que otra de las dificultades básicas para la mejora de la docencia en la universidad tiene que ver con su carácter de actividad solitaria. Se sabe poco acerca de cómo trabajan los docentes universitarios en el ámbito de su actuación debido a que, su práctica real, permanece en un territorio privado y discrecional.

En una investigación realizada por Fernández, Hinojo y Díaz (2002), sobre la actitud de los docentes en la formación en TIC, encontraron que 95% de los encuestados consideraron importante la formación en TIC, pero sólo 70% manifestaron su disponibilidad para formarse en ellas; algunos de los problemas expuestos fueron: falta de tiempo, pocas ofertas de formación y cursos que no cubren las necesidades sentidas. Los autores plantean que existen otras variables que son determinantes: la formación inicial y la formación permanente; a partir de las respuestas de los docentes infieren que la oferta formativa no cumple las necesidades de los docentes en activo, y por otro, que no hay una oferta formativa de calidad. Por su parte, Martínez, Montero, Pedrosa y Jukna (2006), evaluaron los resultados de un proceso de capacitación docente en el uso de las TIC, cuyo objetivo fue determinar en qué medida habían puesto en práctica las propuestas desarrolladas durante la capacitación. A pesar de que la participación fue voluntaria, sólo el 16.5% implementó la propuesta; los investigadores encontraron que algunos factores importantes, asociados con la mayor o menor predisposición del docente a incorporar la tecnología a su trabajo en el aula, son: la experiencia en el uso de computadoras, las actitudes y la autoeficacia. Concluyen que es de gran importancia que los planes de capacitación docente sean entendidos como procesos, con seguimientos y apoyos que sirvan de andamiaje al docente, como así también, de análisis que permitan que las próximas capacitaciones aprovechen la experiencia acumulada.

En sintonía con lo antes expuesto, UNESCO (2005) resalta la necesidad de retribuir al docente universitario su importancia en el proceso formativo. Si bien las TIC vienen a cambiar las bases mismas de los procesos de enseñanza y aprendizaje, y del lugar que el conocimiento tiene en la sociedad actual, el docente juega un papel central como articulador del proceso de innovación.

Atendiendo a los argumentos anteriores, este trabajo se propone abordar la renovación de las prácticas universitarias mediante el trabajo colaborativo entre docentes universitarios “tradicionales”, que aún no modifican su práctica junto a investigadores en educación en Física. Ese trabajo colaborativo se orientará a la reflexión sobre la práctica docente mediante procesos de negociación de significados entre los miembros del grupo de trabajo.

Esta comunicación presenta el estado de avance de un proceso de investigación sobre el trabajo colaborativo entre profesores universitarios, a cargo de clases de Física básica, e investigadores en educación en física (todos ellos pertenecientes a la Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires). Particularmente, se enfoca en dos aspectos:

- a) caracterizar las actividades conjuntas para incorporar recursos tecnológicos en las clases de Física básica;
- b) describir las transformaciones en los modos de enseñar y aprender que fueron identificados a través de los cambios de roles del profesor y de los estudiantes como consecuencia de lo anterior.

II. REFERENTES TEÓRICOS

La sociedad actual se halla fuertemente atravesada por una gran ola de cambios. El auge de las tecnologías de la información y la comunicación ha modificado en gran medida la forma en que ella funciona. El sistema educativo no permanece ajeno a este hecho y, si bien los procesos de transformación son lentos, es necesario pensar en procesos de innovación, fundamentalmente en el nivel universitario, en donde se forman los futuros profesionales que atenderán a las demandas de dicha sociedad.

Seguindo a Steiman (2005), en acuerdo con la teoría sociohistórica de Vigotsky, se entenderá el aula en la educación superior como una compleja relación entre profesores y estudiantes, como parte de una historia colectiva, social, donde cada uno es una individualidad pero también una construcción social. Se aceptará que la cultura y los instrumentos culturales median en esta relación entre docentes y estudiantes, y que el contenido que circula en el aula tiene sentido en un marco social, en un momento o proceso histórico. Uno de los roles del docente en este escenario es identificar obstáculos de aprendizaje y potenciar los factores que lo facilitan, para pensar intervenciones que colaboren en este sentido.

La enseñanza de las ciencias en el nivel universitario se caracteriza por mantener un enfoque que podría catalogarse dentro del tipo de enseñanza tradicional. Se adaptan y describen a continuación las características que Pozo (1997) establece para este tipo de enseñanza, según los propósitos de este trabajo, en las siguientes categorías:

- Rol del estudiante: consumidor de conocimientos acabados que se presentan como hechos dados e indiscutibles. El estudiante debe reproducir de la manera más fiel posible este conocimiento e incorporarlo a su memoria. No todos los alumnos están “formateados” para aprender ciencia, y se acepta que no todo el mundo tiene las capacidades necesarias para hacerlo.
- Rol del profesor: mero proveedor de conocimientos ya elaborados, listos para el consumo. Los conocimientos que provee son saberes absolutos, productos acabados de la exploración humana sobre la naturaleza. Ejerce el control determinando el aprendizaje del estudiante paso a paso.
- Estrategias utilizadas: los conocimientos serán organizados siguiendo la lógica marcada por los propios saberes disciplinares tanto en la formación de los profesores, que debe basarse en la presentación de los últimos avances científicos, como en el propio desarrollo del currículo, es decir siguiendo la lógica de la disciplina. Los criterios utilizados para seleccionar y secuenciar el contenido se basan en el conocimiento disciplinar, aceptado por la comunidad científica. La eliminación o reducción de contenidos disciplinares se considera una trivialización de la educación científica. Las clases son de tipo “magistrales” en las que el objetivo es la mera transmisión de conocimientos. El proceso educativo está centrado en el profesor y en la enseñanza y no se tienen en cuenta los procesos de aprendizaje de los estudiantes.
- Tipo de contenido: los contenidos son saberes conceptuales, acabados y absolutos. Estos se presentan de manera estática, de modo que las teorías superadas o no se enseñan o se presentan como saberes abandonados, innecesarios de aprender.
- Tipo de actividades y herramientas utilizadas: la actividad de preferencia para este enfoque es la explicación, basada en la exposición por parte del profesor. Esta puede estar acompañada por ejercicios y demostraciones que sirven para ilustrar dichas explicaciones, y/o para promover la adquisición de una técnica. Los recursos utilizados se limitan a soportes de presentación y libros de texto.

– Evaluación: instancia en la que el estudiante debe devolver al profesor el conocimiento que en su momento les dio, de la forma más precisa y reproductiva posible. Este conocimiento debe parecerse lo más posible a lo que el profesor expuso o a lo que dice el libro de texto. Cuanta más exactitud se logre, mejor se califica el aprendizaje. Suelen usarse problemas de tipo repetitivo o “problemas tipo”, en el que se pone a prueba el dominio de rutinas o técnicas explicadas previamente. La función de la evaluación es de tipo sumativa, y el objetivo es identificar si el estudiante supera el nivel mínimo exigido.

Esta caracterización revela en extremo el enfoque tradicional. Las características de los enfoques que predominan en las aulas universitarias se aproximan fuertemente a esta descripción aunque con matices (Díaz Barriga, 2005; Guzmán, 2011).

Para superar este enfoque tradicional de enseñanza es preciso pensar en procesos educativos innovadores. Siguiendo a Da Cunha y Lucarelli (2005),

...se entenderá la innovación por oposición y contraste con una situación presente habitualmente en las aulas universitarias, asociada a prácticas de enseñanza que alteren, de alguna manera, el sistema de relaciones unidireccional que caracteriza una clase tradicional: esto es, aquella centrada solamente en la transmisión de la información, emitida por el docente, un impreso, o a través de un medio tecnológico más sofisticado como el que se produce a través de la comunicación virtual. En este sentido una innovación en el aula supone siempre una ruptura con el estilo didáctico impuesto por la epistemología positivista, aquel que habla de un conocimiento cerrado, acabado, conducente a una “didáctica de la transmisión” que regida por la racionalidad técnica, reduce al estudiante a un sujeto destinado a recepcionar pasivamente cualquier información.

En esta transcripción se pueden reconocer algunos de los elementos que antes se han esbozado como representativos de los componentes que Pozo identifica para caracterizar la enseñanza de corte tradicional. Y continúan,

Innovar, en consecuencia significa alterar el sistema relacional intersubjetivo de una clase. Esa ruptura del statu quo implica la inclusión del estudiante como sujeto, aun cuando no se agota en las estructuras de significado subjetivo; en este último encuadre no hay alteración profunda sino parcial de la situación didáctica pues se ponen en acción estrategias que garanticen la libertad del alumno sin modificar su relación con el saber.

En este sentido, un enfoque de enseñanza innovador, supone una modificación en los elementos básicos que caracterizan el estado de situación vigente, generando transformaciones en los roles ocupados por docentes y estudiantes, los tipos de contenidos que se abordan, las estrategias de enseñanza utilizadas, los objetivos perseguidos y las herramientas incorporadas en el proceso educativo, como así también en las relaciones que entre ellos se establezcan. Un aspecto importante de esta propuesta consiste en afirmar que la educación debiera atender ya no sólo a la enseñanza de contenidos, sino centrar el foco en el aprendizaje de los estudiantes, es decir abandonar la enseñanza de tipo tradicional meramente transmisora de conocimientos por una educación basada en el sujeto que aprende y en la forma en que mejor lo hace.

Para hacer frente a estas demandas los profesores universitarios requieren de competencias y modelos de enseñanza que no han sido adquiridos anteriormente en su formación (Díaz Barriga, 2005). Sin embargo, se puede pensar en diferentes estrategias que hagan posible esta tarea. Un primer paso puede consistir en revisar la práctica mediante un proceso de reflexión sobre la misma (Perrenoud, 2004). Según Edelshtein (2013) el concepto de profesional reflexivo no es neutral ni está libre de valores. Coincidimos con la autora en asumir una posición en la que se considera que los profesores no son técnicos que pueden ejecutar decisiones de investigadores universitarios, o establecidas por políticas alejadas de la vida universitaria. Se concibe al profesor como un *agente curricular significativo* con capacidad para intervenir en la definición del qué, cómo, por qué y para qué en sus prácticas. La formación de un profesor reflexivo surge de la necesidad de volver a pensar en su tarea docente, cuestionar sus propios conocimientos y, disponerse a aprender y formarse de forma continua. El educador debe replantearse sus metodologías y estrategias de enseñanza, las características del contexto de aula donde las desarrolla, los límites de validez de las herramientas aplicadas y las necesidades de los estudiantes (Gómez Lima, 2002).

El proceso de reflexión se vuelve potencialmente significativo si se realiza en relación con otros (Perrenoud, 2004). En este sentido, cobra importancia el trabajo de tipo colaborativo, el cual se asume como estrategia para propiciar espacios de intercambios entre los docentes, de modo tal que se desarrollen habilidades grupales e individuales a partir de la discusión. Maldonado (2007) plantea en su trabajo diversas definiciones que la literatura presenta para el concepto de “trabajo colaborativo”. En todas ellas pueden identificarse algunos aspectos en común:

– La interacción entre sujetos, es decir el trabajo no se lleva a cabo entre individuos aislados, sino

a partir del trabajo con otros.

- La formación heterogénea del equipo: los integrantes presentan diferentes conocimientos y habilidades que aportan de manera diferente al fin común.
- Un fin común, es decir, se persigue un objetivo compartido y consensuado por los miembros del equipo.
- Intercambio entre las individualidades, ya sea, de conocimientos, ideas, opiniones, experiencias, entre otros.
- Negociación de significados, en la cual no se impone un punto de vista, sino que se argumenta y justifica, en búsqueda de consensos.
- Una construcción de cada sujeto en lo personal, pero al mismo tiempo también como grupo, a partir de la reflexión. Al aprender en colaboración los individuos alcanzan un conocimiento mayor, que el que podrían construir las partes aisladas.
- Promueve el desarrollo de destrezas en los miembros del equipo como: pensamiento crítico, solidaridad, respeto, etcétera.

Mesa (2011) plantea que la llegada de nuevas tecnologías ha venido a transformar la tarea docente. Sin embargo, sostiene que existe un rasgo característico de los docentes que dificulta este proceso: el individualismo, el aislamiento y el secretismo. Sostiene que estos aspectos representan un verdadero estorbo para llevar a cabo trabajos colaborativos y por lo que es necesario generar una nueva cultura profesional docente. La autora acuña el concepto de "cultura de la colaboración", el cual define de la siguiente manera:

Una cultura de colaboración implica unas relaciones de "confianza" entre el profesorado, de apoyo mutuo, auto-revisión y aprendizaje profesional compartido. Supone la comprensión de la actividad profesional de enseñar como responsabilidad colectiva, colaboración espontánea y participación voluntaria, una visión compartida del centro y la interdependencia y la coordinación como formas de relación asumidas personal y colectivamente. Requiere condiciones organizativas para promover el trabajo conjunto, pero también actitudes de compromiso profesional.

En el trabajo colaborativo la noción de autoridad se diferencia claramente de una interacción jerarquizada, por cuanto no se impone la visión de un miembro del grupo por el sólo hecho de tener autoridad, sino que el gran desafío es argumentar puntos de vistas, justificar e intentar convencer a los pares (Maldonado, 2007).

Para este trabajo se consideran todos estos aspectos de gran importancia, entendiendo que para llevar adelante la innovación en las aulas universitarias, los profesores deben construir nuevas estrategias de trabajo, y esto se logra aprendiendo en colaboración. En este sentido, trabajar con otros en un proceso de reflexión, enriquece y facilita la innovación.

III. METODOLOGÍA

Esta comunicación se encuadra en una investigación que puede catalogarse como un estudio de caso instrumental que emplea herramientas de la etnografía.

Según Stake (1998) el estudio de caso es la descripción y análisis de la particularidad y de la complejidad de un caso singular, para llegar a comprender su actividad en circunstancias concretas. En nuestra investigación el caso es el curso de física del primer año de universidad. Como unidad de análisis nos enfocamos en las prácticas docentes ya que estamos interesados en las transformaciones en la actuación docente a partir del trabajo colaborativo, para la innovación de las clases universitarias.

Moreira (2002) plantea que:

La observación participativa es la principal técnica de investigación etnográfica. Sin embargo, las entrevistas son también muy utilizadas. Los datos generados por esas dos técnicas son frecuentemente complementados por otros como documentos, narrativas, historias de vida, artefactos, diagramas, producidos por en el grupo investigado. En general, el investigador etnográfico busca recoger toda la información que puede, no sólo a través de observación participativa y entrevistas, para interpretarla inductivamente y construir una realidad social que es su comprensión descriptiva contextualizada de la cultura investigada.

Las principales técnicas empleadas en este trabajo han sido la observación participativa con la presencia del investigador en educación en las clases y el trabajo compartido antes de la clase (etapa de planificación conjunta) y después de ellas (etapa de análisis y reflexión). Otra técnica para construir datos y

acompañar a la observación fue la realización de entrevistas semiestructuradas con los docentes. Asimismo se construyeron notas de campo durante las clases y se recogieron las producciones de los estudiantes del curso como materiales complementarios para contribuir a nuestra comprensión acerca de las prácticas docentes.

La propuesta que se describe a continuación se llevó a cabo en un curso de Física I de la Licenciatura en Física de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA). El equipo de trabajo colaborativo estuvo integrado por la profesora a cargo de las clases de teoría, el profesor a cargo de las clases de resolución de problemas y la investigadora en educación en física. Los dos primeros son licenciados y doctores en física mientras que la investigadora está graduada como profesora de física y es doctoranda en ciencia y tecnología.

Los criterios de selección de los profesores y un estado diagnóstico sobre el empleo de TIC en los primeros años de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNCPBA forman parte de un estudio anterior (García, Stipcich y Domínguez, 2014). En dicho trabajo se comunica el análisis a las respuestas de una encuesta realizada a profesores universitarios que dictan Física y/o Matemática en los primeros años de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNCPBA, donde se explora sobre la visión de la población docente respecto del uso de tecnologías en las clases.

Para pensar el trabajo en forma colaborativa con los profesores, planteamos las siguientes preguntas que orientan la investigación que nos proponemos:

1. ¿Cuáles estrategias didácticas emplea habitualmente el profesor de Física I de la Licenciatura en Física de la UNCPBA?
2. ¿Bajo qué consideraciones hablamos de innovación en la enseñanza del nivel superior? ¿Qué rol ocupan las tecnologías en dicho proceso?
3. ¿Cómo se lleva a cabo un proceso de innovación en la enseñanza? ¿Cuál es el rol del profesor en dichos procesos?

En relación con estas preguntas se espera caracterizar las actividades conjuntas desarrolladas entre docentes universitarios e investigadores en educación en ciencias cuando se incorporan recursos tecnológicos a las clases de física y describir posibles transformaciones derivadas de ello.

A. Etapas de la investigación

El trabajo en conjunto ha transitado por tres etapas. Cada una de ellas tiene asociadas un conjunto de actividades que se detallan a continuación:

Primera etapa: Identificación de necesidades a partir de la reflexión sobre la práctica. En primer lugar se revisaron las prácticas de enseñanza que se venían llevando a cabo en la materia y las necesidades que los profesores identificaban en el dictado de la misma. Esta actividad resultó de insumo para identificar el enfoque de enseñanza presente y algunos requerimientos que los propios docentes reclamaban como necesarios de revisar para modificar el estilo de sus clases. Durante este período, concretado en un cuatrimestre, se realizaron encuentros quincenales con los profesores a cargo de las materias. Se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas con el objetivo de indagar sobre las percepciones de los profesores acerca de las necesidades y objetivos que se proponían con la incorporación de tecnologías. Además se realizaron observaciones de clase y análisis de los recursos utilizados por los docentes para el dictado de la materia, como guías de trabajos prácticos, libros de texto, etcétera.

Segunda etapa: Prueba piloto. Para atender alguno de los requerimientos identificados se implementó una prueba piloto incorporando, a lo largo de un cuatrimestre de cursada de la asignatura, el uso de simuladores computacionales en las clases prácticas de resolución de problemas. Específicamente, consistió en la implementación de cuatro simuladores en diferentes temas de la cursada. Para ello, la investigadora diseñó cuatro propuestas de actividades concretas, guardando coherencia con las guías de trabajos prácticos de resolución de problemas vigentes en la materia. A continuación, la investigadora presentó estas actividades a los docentes de la cátedra y se pusieron a discusión, reflexionando sobre los objetivos y alcances de las mismas. La actividad con el primer simulador fue implementada por la investigadora, quien asistió a una clase práctica de resolución de problemas y guió el proceso de discusión con los estudiantes, de modo que los docentes pudieran observar la metodología de interacción, discusión entre el investigador y los estudiantes, rol de los estudiantes ante el recurso, etc. La investigadora en ningún caso intentó “mostrar” lo que habría que hacer en una clase. Esa primera clase se planteó de esa manera porque los profesores tenían cierta incomodidad con las situaciones nuevas y sentían inseguridad al ser observados. Por lo tanto, en la búsqueda de lograr un clima que fuera “ameno” para todos y no generara incomodidades, la investigadora aceptó desarrollar parte de la clase, algo que había sido solicitado por los profesores. Las tres actividades posteriores fueron implementadas por los docentes, mientras la investigadora observaba y registraba el proceso. En todas las actividades se grabó en audio las clases completas, se recolectó la resolución de las actividades en papel de los estudiantes y se llevaron a cabo registros a modo

de notas de campo. Luego de cada implementación, se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas a los docentes, donde se propuso reflexionar y proyectar a futuro, a partir de los resultados obtenidos de las actividades concretadas. Dichas entrevistas fueron grabadas, transcritas y luego analizadas, con base en categorías que se desarrollan en García, Domínguez y Stipcich (2015). En dicho trabajo se desarrolla la evolución del trabajo entre docentes universitarios e investigadores en educación, ambos en física, con miras al trabajo colaborativo, a la vez que se analiza la transformación del conocimiento construido por los profesores en este proceso, a la luz del modelo TPACK.

De estas dos etapas se desprenden los siguientes aspectos, que fueron tomados como punto de partida para el diseño de la etapa posterior:

Respecto de los Docentes:

- Sus conocimientos sobre tecnologías son escasos. Reconocen que saben de sus potencialidades pero desconocen cómo implementarlas.
- No conocen cómo utilizar las herramientas en clases, se sienten inseguros, presentan dificultades para llevar adelante una actividad con participación activa de los estudiantes.
- Su enseñanza está basada en la exposición y resolución de problemas tradicionales de Física.
- El foco del proceso de enseñanza está centrado en el conocimiento disciplinar algebraico.

Respecto de los estudiantes:

- No relacionan los conocimientos abordados en las clases teóricas con los planteos de las clases prácticas.
- El rol que ocupan en el proceso de aprendizaje es de tipo pasivo, meramente receptivo.
- Carecen de habilidades adaptativas ante nuevas situaciones propuestas como así también de habilidades reflexivas sobre su propio proceso de aprendizaje.
- Presentan dificultades para llevar la materia al día.

En las evaluaciones del tipo tradicional propuestas por los docentes de la cátedra para evaluar los conocimientos construidos por los estudiantes durante la cursada, los investigadores identificaron que éstas se correspondían con instancias donde se solicitaba a los estudiantes que replicaran resolución de problemas como lo hacían en las guías de trabajos prácticos. Los procedimientos requeridos se centraban fundamentalmente en el manejo algebraico de ecuaciones. Tampoco se contemplaban evaluaciones orales durante la cursada, pero si es utilizado en la instancia de defensa final.

Atendiendo a estos aspectos se procedió a la tercera etapa de trabajo.

Tercera etapa: Implementación de una propuesta concreta. Se diseñaron diferentes estrategias de innovación con el uso de herramientas tecnológicas que atendieran a las demandas identificadas en las dos etapas anteriores y se implementaron durante un cuatrimestre con estudiantes ingresantes de la carrera. La tercera etapa de trabajo resultó la más intensa, respecto del trabajo en colaboración, ya que implicó mayor frecuencia en los encuentros, dada por la necesidad de constantes reflexiones y tomas de decisiones periódicas. Es aquí donde se llevó a cabo el diseño de nuevos modos de planear las actividades de aula a partir de la incorporación de tecnologías no empleadas hasta el momento. Éstas resultan nuevas para los estudiantes y para los propios docentes que deciden hacerlos parte de sus prácticas. Entre ellos se identifican:

- Plataforma *Moodle*: Surge del trabajo con los docentes la necesidad de generar un espacio, virtual, al que los estudiantes pudieran acceder desde sus hogares y en el cual la información sobre la cátedra se encontrara de forma organizada. Atendiendo al hecho de que los estudiantes se encuentran conectados continuamente a las redes mediante sus teléfonos móviles, aspecto manifestado por los docentes, se solicita al área TIC de la Facultad de Ciencias Exactas, la habilitación de un espacio de cátedra virtual, dentro del soporte de la plataforma de la universidad, que permitiera a los usuarios recibir notificaciones cuando se generaran movimientos en su configuración. De esta forma, cada usuario configuró las notificaciones que deseaba recibir.

En cuanto al funcionamiento, la plataforma habilita dos tipos de usuarios: Docente (los docentes de la cátedra y el investigador, en este caso) que desempeñan el rol de profesores con permisos de edición, y los estudiantes del curso, con un rol de permisos de navegación, participación, pero no edición. El espacio se encuentra organizado en dos bloques: uno denominado "Novedades" y otro "Semanas de trabajo". El primer bloque contempla aspectos de índole organizativa, donde se colocan novedades, fechas importantes, bibliografía y calificaciones. El segundo constituido por subunidades dentro de las cuáles se organiza cada semana de trabajo y cursada. Estas últimas están tituladas con el contenido a abordar y en su interior se proponen cinco espacios:

- a) Clase teórica y Trabajo Práctico: se le proporciona al estudiante una presentación *Power Point* sobre el contenido de la semana, usada por el docente en la clase teórica, y una guía de problemas que se abordará en las clases prácticas. Puede considerarse como un repositorio de los materiales necesarios para el trabajo de esa semana.

b) Actividad de entrega obligatoria: aquí se les propone una actividad de afianzamiento sobre la temática abordada en la clase teórica presencial, mediante la cual se prevé evaluar de forma individual el aprendizaje logrado. El tiempo pautado para la resolución es de una semana, una vez dictada la clase teórica.

c) Foro de discusión: en este espacio se plantea una problemática de tipo abierta, de modo que los estudiantes, haciendo uso de los conceptos aprendidos, puedan discutir acerca de posibles resoluciones de la misma.

d) Entrega de Mapas conceptuales: cada semana se habilita un espacio en el cual los estudiantes deben subir los mapas conceptuales construidos y en el mismo espacio se realizan las devoluciones o comentarios sobre ellos. Los estudiantes contaban con un máximo de dos semanas para la construcción de los mismos, pudiendo entregarlo en cualquier momento, luego de abordadas las clases teóricas correspondientes a cada tema.

e) Foro de consultas: los estudiantes disponen de un foro para manifestar sus inquietudes a los profesores acerca de cualquiera de las actividades, de los conceptos que no hubieran sido comprendidos, dificultades con las consignas, intercambios con los mismos compañeros, etcétera.

La participación en cada uno de estos espacios se define de carácter obligatorio para los estudiantes y se contempla dentro de las condiciones de aprobación de la cursada de la materia.

– Simuladores computacionales, *applets* y videos: con el propósito firme de acercar la tecnología a las clases, en los encuentros de trabajo colaborativo en los que “se planea y se piensa en las clases” se discute acerca de cuáles recursos (simuladores, *applets* o vídeos) pueden resultar oportunos a los fines de la enseñanza del tema de cada clase. En principio, se mantiene la guía de problemas tradicional utilizada por los profesores en años anteriores, pero se eligen uno o dos de ellos para pensar su resolución en el aula con los estudiantes, acompañando esta resolución con alguna tecnología. Una vez seleccionado el problema y el recurso a utilizar, se procede a la discusión acerca de qué actividades se desarrollan con ellos, de qué manera serán abordadas, se anticipan las posibles intervenciones que harán los estudiantes y las necesarias participaciones de los docentes. Todo este recorrido se reitera en los encuentros posteriores a la implementación cuando el foco es “reflexionar sobre la clase”.

– Mapas conceptuales: la incorporación de mapas conceptuales (aunque no es una herramienta tecnológica en sí misma) fue producto del trabajo de reflexión con los docentes. Se identificó la necesidad de que los estudiantes revisaran cuáles eran, según su juicio, los conceptos más importantes abordados en clase, que los pensarán en relación de unos con otros, los jerarquizaran, etc., de modo que arribaran a partir de ello a enunciados de principios y/o leyes. Con estas consideraciones la investigadora ofreció a los docentes esta herramienta de trabajo, proporcionando además, el recurso informático *Cmaptools*, el cual consiste en un programa de acceso libre que permite representar gráficamente conceptos y sus relaciones, haciendo uso de comandos sencillos. Con el devenir de los encuentros de trabajo se acordó en dedicar una clase específica para enseñar a los estudiantes cómo construir un mapa, se les ofreció material de lectura al respecto y luego se incorporaron como actividad semanal. Se solicitó a los estudiantes la construcción de mapas “parciales” al finalizar cada semana, y posteriormente un mapa de tipo integrador al finalizar la cursada, cuya elaboración estuvo acompañada de una defensa oral frente a los profesores y al resto de sus compañeros.

La recolección de datos fue realizada por los investigadores, y se llevó a cabo mediante diferentes herramientas:

– Respecto de los encuentros con los docentes: Entrevistas a los docentes, grabación y transcripción de cada encuentro, registro a modo de notas de campo de aspectos importantes durante las entrevistas, recolección de producciones escritas por los docentes (criterios de evaluación, anotaciones sobre aspectos conceptuales, diagramas, etc.)

– Respecto de las clases: Grabación de audio y transcripción de cada clase, observación y registro a modo de notas de campo de los aspectos relevantes para el investigador, en cada encuentro, recolección de las producciones escritas de los estudiantes, cuestionario a los estudiantes.

– Respecto de los datos almacenados en la plataforma de trabajo, como así también correos y chats intercambiados: se llevó a cabo un almacenamiento de la información y su posterior análisis.

Todos los datos obtenidos fueron interpretados a la luz de las categorías construidas en el marco teórico. Esta tarea fue realizada por el investigador, sin participación de los docentes de las cátedras.

V. RESULTADOS

Al finalizar la segunda etapa de trabajo pueden reconocerse evoluciones que dan cuenta de modificaciones en las categorías descriptas al inicio, respecto de las características de un enfoque tradicional. Las evoluciones identificadas parecen resultar de las innovaciones introducidas, ya sea en términos de los recursos incluidos, en términos de las estrategias innovadoras del trabajo docente, como así también de la reflexión sobre la práctica durante el trabajo colaborativo de todo un cuatrimestre

Rol del estudiante: Los estudiantes adoptan una postura activa, respecto de cómo se caracteriza esta en el enfoque tradicional. En las clases teóricas, participan en discusiones sobre los videos utilizados para la presentación de ciertos contenidos. En los intercambios surgidos a partir de la utilización de este recurso, con sus pares y con los docentes, expresan opiniones, realizan análisis y reflexiones en conjunto.

La utilización de simulaciones en las clases prácticas, genera que los estudiantes participen activamente en la definición del problema que abordarán, identifiquen variables, establezcan hipótesis, las corroboren, realicen diversas pruebas y discutan con el docente sobre los resultados obtenidos para el fenómeno presentado.

Respecto de la implementación de la plataforma *Moodle*, las actividades semanales solicitadas promueven mayor autonomía en el trabajo de los estudiantes y una participación continua en el desarrollo de la materia, ya sea en los intercambios con sus compañeros o con los profesores, haciendo uso de los espacios de foro. Esto se debe a que dichas actividades otorgan un mayor protagonismo a los estudiantes, demandando cada vez la producción de síntesis superadoras, a justificar y argumentar acerca de un evento, tomar decisiones, intercambiar ideas con sus compañeros haciendo uso del espacio de plataforma, la participación activa en discusiones haciendo uso de argumentos, autorregulación de los tiempos de aprendizaje aprovechando la disponibilidad permanente de la plataforma de trabajo, la responsabilidad ante la resolución y cumplimiento de las actividades propuestas en la plataforma, respetando los momentos de intercambio pautados para foros, etcétera.

En cuanto a la construcción de los mapas conceptuales, los estudiantes deben llevar a cabo una tarea de reflexión sobre lo que han aprendido, de modo de poder comunicarlo a otros, de manera precisa. En este sentido, al realizar la exposición de los mapas conceptuales, ocupan un rol protagónico, ya que son ellos quienes explican sobre sus conocimientos. Ejemplo: el diálogo que se transcribe a continuación fue tomado de una clase en la que el profesor propone el trabajo con un simulador para abordar las leyes de Newton. El simulador consta de diferentes objetos, una niña, cajas, heladera, etc., que pueden ser “empujados” sobre diferentes superficies (Figura 1).



FIGURA 1. En la imagen se muestra una captura de pantalla del simulador descargado del sitio PHET, donde se observa una situación similar a las abordadas durante la clase.

Estudiante 1: el problema dice: aplica una fuerza de 250 N sobre la niña y analiza, por un lado lo que ocurre si aplicamos la fuerza de forma instantánea, y por otro si mantienes la fuerza constante sobre ella.

Estudiante 2: ¿cómo es instantánea?

Estudiante 1: la empujás y la dejás sola, la soltás, constante es que la mantenés apretada. Fijate.

Estudiante 2: ah. Sí, sí, ahí está. La empujás y sigue y sigue. Ahí va.

Profesor: ¿Por qué sigue?

Estudiante 3: porque no hay rozamiento. No hay ninguna fuerza, digamos, que cambie su estado, o sea, que vaya para el otro lado.

Estudiante 1: es lo mismo con las dos.

Estudiante 3: sí pero fijate que cuando es constante llega a mucha mayor velocidad. Cuando la soltás va siempre igual.

Estudiante 1: ¿Y si le pongo rozamiento se frena?

Profesor: Probá.

Estudiante 3: Claro, ves, es lo que te decía, fijate que cuando ponés rozamiento aparece la flechita para el otro lado, por eso se frena.

Estudiante 2: ¿Y podemos agregarle peso a la nena? Ponele la heladera encima a ver si se puede.

En este diálogo se puede apreciar cómo los estudiantes adoptan un rol activo tanto en el manejo del simulador, como en la discusión sobre el problema. Pueden hacerse preguntas y poner a prueba sus hipótesis, como así también modificar los parámetros que consideren para generar diferentes situaciones. La discusión entre los estudiantes, permite un intercambio entre pares que enriquece el proceso de aprendizaje y fomenta también el trabajo en conjunto, donde el aporte de cada actor es importante. Es importante destacar el rol que ocupa el docente en este intercambio, cuyas intervenciones mediante preguntas orientadoras, se vuelven claves para favorecer el cuestionamiento y el trabajo de los estudiantes.

Rol del profesor: Los profesores adoptan progresivamente, a medida que transcurre el cuatrimestre, un rol más activo en la selección de los recursos acordes a los objetivos que se proponen, el diseño de actividades y la reflexión sobre los resultados de las clases.

Tanto en las clases teóricas como en las prácticas, abandonan su rol de expositores, para ocupar un rol de mediadores entre el recurso tecnológico presentado, el estudiante y los conceptos físicos. Son quienes llevan a cabo las preguntas que guían las discusiones, indagando sobre las ideas de los estudiantes, motivándolos a pensar en alternativas para la resolución de la actividad propuesta y orientándolos en la reflexión del contenido abordado.

El uso de la plataforma le permite tener un seguimiento identificable de manera objetiva de la participación de los estudiantes. Esto, le facilita convocar a aquellos estudiantes que no se involucran y ofrecer ayuda si lo necesitaran. Por otra parte, los registros que subyacen a los espacios de foro son propicios para analizar cuáles son las dificultades de los estudiantes, identificar aspectos para reforzar o trabajar nuevamente, como así también mantener intercambios individuales con los estudiantes sobre consultas.

La utilización de los mapas conceptuales le ofrece un *feedback* sobre los conocimientos que los estudiantes han construido y revisar su propia práctica, en pos de realizar mejoras en la actividad cotidiana. Ejemplo: siguiendo con el problema descrito anteriormente, se transcribe un momento posterior de la clase:

Profesor: ¿Por qué le está costando más mover a la heladera que a la nena? Si no hay rozamiento ahí.

Estudiante 1: Porque la heladera tiene más masa.

Profesor: ¿Y eso qué modifica? ¿Con cuáles conceptos de los que estudiamos se relacionan?

Estudiante 2: Con la cantidad de movimiento.

Profesor: ¿Qué es la cantidad de movimiento?

Estudiante: La masa por la velocidad

Profesor: ¿Y qué significa eso? Más allá de la ecuación y la cuenta que hacen, ¿Qué significa conceptualmente?

Estudiante 1: Ehh... que si la velocidad aumenta tiene que disminuir la masa. Lo mismo que si la masa aumenta tiene que disminuir la velocidad.

Profesor: ¿Eso por qué?

Estudiante 1: Porque son proporcionales.

Estudiante 2: No, porque...

Estudiante 3: Si, está bien, la velocidad es proporcional a la masa.

Estudiante 2: Claro, porque se conserva.

Profesor: Antes de hablar de conservación, ¿Qué significado físico tiene el concepto de cantidad de movimiento?

Estudiante 1: Es la velocidad que tiene una masa cualquiera. El producto.

Estudiante 2: No, pero nos está preguntando más allá de eso el profe, la ecuación no.

Estudiante 1: Ehh...y decilo vos.

Estudiante 2: No, no sé, estoy pensando, lo que están todos explicando es la cuenta, pero no nos pregunta eso.

Profesor: Pensemos en lo que pasa en el simulador. Vimos que al hombrecito le cuesta mover más la heladera que la nena. ¿Qué nos dice la primera ley de Newton? Si un cuerpo está en reposo o con velocidad constante, tiende a permanecer en ese estado, ¿no? ¿Cómo están la nena y la heladera antes de que ustedes apliquen la fuerza?

Estudiante 1: Quietos.

Estudiante 2: En reposo. Y cuando aplico la fuerza le cambio la aceleración, está acelerando.

Profesor, ¿Le cambiás la aceleración?

Estudiante 1: No, le cambiás la velocidad, o sea, le generás una aceleración, por eso se mueve más rápido.

En este diálogo se puede observar que el rol del profesor no es exponer el tema, sino guiar a los estudiantes en la discusión. No sólo va generando preguntas que orientan la construcción de los conceptos sino también, se comporta como mediador, entre la herramienta tecnológica que los estudiantes están utilizando, el simulador en este caso, y los conceptos que espera que sus estudiantes construyan.

Estrategias utilizadas: La incorporación de recursos tecnológicos implica necesariamente la modificación de las estrategias utilizadas para el desarrollo de las clases. Si bien la selección y organización de los contenidos no se vio afectada, se registraron modificaciones en cuanto al tipo de actividades propuestas. Los docentes proponen situaciones innovadoras, respecto de las clases teóricas expositivas y la resolución tradicional de problemas en lápiz y papel, que fomentan el desarrollo de habilidades diferentes en los estudiantes, como por ejemplo, el análisis de un determinado problema haciendo uso de un simulador o un video.

Las actividades presentadas en las clases son variadas, en cuanto a las demandas que presentan a los estudiantes; ya no se limitan a la repetición y aplicación de técnicas, sino que requieren de análisis, reflexión, diseño, creatividad, trabajo con otros, manejo de diferentes herramientas, etc. En este sentido cobra relevancia el trabajo con otros, ya que el tipo de actividades presentadas da lugar a procesos de intercambio fluidos, tanto entre los estudiantes, como con el profesor.

Por otra parte, la propuesta de trabajo en la plataforma, presenta un nuevo formato de trabajo, en el cual el proceso de aprendizaje se puede dar también a distancia y de manera más flexible, adaptándose a los tiempos de cada actor. Ejemplo: luego de abordar la unidad temática "trabajo y energía", se presenta a los estudiantes la imagen de una obra del artista Escher, donde se muestra el agua cayendo y subiendo ininterrumpidamente por un recorrido sin ninguna máquina de bombeo (Figura 2). Se solicita a los estudiantes, mediante preguntas orientadoras, que discutan en el foro de qué manera esta imagen se relaciona con el contenido abordado en clase y que expresen su opinión respecto de esta situación. Se presenta un extracto de la discusión:

Estudiante A: Es imposible desde el punto de vista físico porque no hay ninguna fuerza que esté llevando el agua hacia un punto más alto para que después vuelva a caer; es decir, debería haber alguna fuerza que contrarreste la fuerza de gravedad para que el agua efectivamente suba, pero no la hay (más allá de que es arte y se pretende una ilusión óptica)

Estudiante B: Concuerdo con "Estudiante A" además, en el hipotético caso de que el agua se moviese por la estructura sin la interacción de una fuerza externa, sería una máquina de movimiento perpetuo, las cuales se consideran imposibles.

Estudiante C: Coincido con mis compañeros. Para que la masa del agua logre llegar nuevamente arriba, se necesitaría una fuerza que provoque una variación de energía, como cuando se realiza un trabajo.

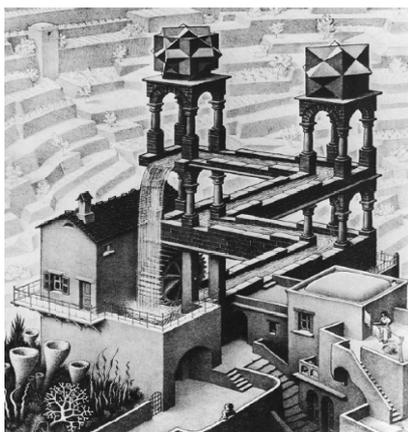


FIGURA 2. La imagen se corresponde con la obra del artista Escher, presentada a los estudiantes para la resolución de la actividad.

En este ejemplo, se puede observar cómo el tipo de actividad planteada dista del trabajo tradicional de resolución de problemas. Los estudiantes se ven implicados en el desarrollo de nuevas habilidades respecto del tipo de contenido a abordar, al mismo tiempo que se les demandan nuevas competencias tecnológicas, respecto al trabajo en espacio de foro, haciendo uso de la plataforma virtual. Al mismo tiempo el trabajo con otros, implica no sólo comprender el contenido, sino también interpretar lo que el otro está entendiendo, de modo de poder realizar los intercambios.

Tipo de contenido: Los contenidos abordados se vieron parcialmente modificados. Si bien no se abandona el peso puesto en el análisis algebraico, comienza a tomar importancia el análisis de significados conceptuales, a partir del análisis de modelos. En este sentido, tanto los simuladores computacionales como los videos abordados, contribuyen en la construcción conjunta de los modelos que subyacen a los fenómenos estudiados; en este sentido los estudiantes pueden hacer explícitas sus concepciones e ir modificándolas, a partir del trabajo con el otro, para acercarse gradualmente al modelo que el profesor espera que el estudiante construya. La construcción de mapas conceptuales colabora en este sentido, de modo que el estudiante debe seleccionar, organizar y relacionar los conceptos que considera más importantes para el fenómeno abordado. Por tal motivo, se puede decir, que además de contenidos conceptuales, se trabajan también nuevos contenidos procedimentales, vinculados a las características de las herramientas incorporadas, y al mismo tiempo actitudinales y críticos respecto del nuevo rol que el estudiante adopta, expresando lo que piensa y reflexionando sobre lo aprendido. Ejemplo: se presenta a continuación un ejemplo de mapa conceptual construido por un estudiante, para su presentación final de la materia. (Figura 3). En él se pueden observar los conceptos seleccionados, la organización y jerarquía que asignó, las relaciones que pudo establecer, como así también los errores conceptuales que pudiera haber construido. El mapa estaba acompañado por una explicación oral, en la que además de exponer lo que presentaban en él, respondían a cuestionamientos que el profesor pudiese plantear.

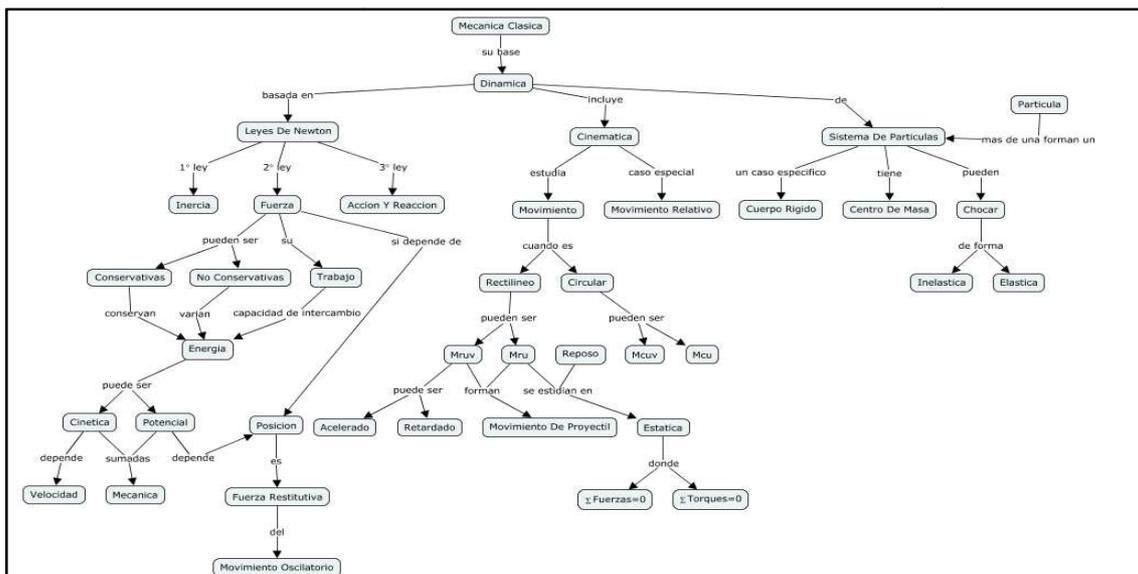


FIGURA 3. En la imagen se muestra una captura de pantalla de un mapa conceptual construido por un estudiante haciendo uso de la herramienta *Cmaptools*, para su presentación al final de la cursada.

El trabajo con mapas conceptuales implicó nuevas destrezas por parte de los estudiantes, ya que muchas veces buscaban definir conceptos mencionando la ecuación que lo caracteriza. Sin embargo cuando se le preguntaba qué significado presentaba esta relación entre variables, no podían contestar. La inclusión de este recurso obligó a los estudiantes a modificar el tipo de análisis que realizaban, propiciando un abordaje conceptual, que complementa el desarrollo algebraico.

Tipo de herramientas: al empleo de presentaciones en *Power Point* se suman como innovación el uso de plataforma, animaciones y videos. Salvo la plataforma de trabajo, administrada por la facultad, los demás recursos utilizados son de acceso libre y gratuito. Los videos son tomados principalmente de *YouTube*, y las simulaciones y animaciones corresponden en su mayoría a los sitios de *PHET* y *Educaplus*. Ejemplo: el profesor les presenta a los estudiantes un video de la competencia del gran premio de Mónaco, donde se toma un choque desde diferentes cámaras, y propone analizar la relación entre la situación observada y el concepto de cantidad de movimiento:

- Profesor:* A ver si pueden escuchar el motor del segundo auto, del chocado. ¿Qué le pasa?
Estudiante 1: Aumenta las revoluciones, ¿no?
Profesor: Escuchen otra vez. (Vuelve a colocar el video). ¿Qué le pasa al segundo auto?
Estudiante 2: se siente como si se acelerara en un determinado momento. Cuando lo choca el otro, baja la velocidad porque se lo lleva puesto. Fijate, ponelo de nuevo.
Profesor: A ver. Vamos de nuevo. Escuchen.
Estudiante 2: Si, viste, se acelera pero después de frenarse.
Estudiante 1: es lo que dije yo, aumentan las revoluciones.
Profesor: ¿Y en función de lo que vimos al principio con el simulador? ¿Qué significa ese sonido?
Estudiante 3: Acá se supone que todos los autos tienen la misma masa, tienen que respetar el reglamento.
Estudiante 1: Sí, pero puede variar según el piloto.
Profesor: Supongamos que todos tienen la misma masa. ¿Y entonces?
Estudiante 2: el de atrás lo toca, porque la rueda se le sale, pero sale uno para cada lado. Es elástico. El de adelante se frena.
Estudiante 1: no, no se frena se acelera.
Profesor: ¿Podemos recrear esto con el simulador?
Estudiante 1: Sí, podemos poner que la velocidad del segundo sea mayor que el otro.
Estudiante 3: Pero los dos con velocidad, acá ninguno está quieto como antes. Ponele al de adelante 170 y al otro 160.
Profesor: A ver.
Estudiante 4: No, no, así no va a andar.

Estudiante 1: Si, vos ponelo así, haceme caso.
Profesor: Bueno. (El profesor ejecuta el simulador)
Estudiante 4: JAJA, viste, es lo que te estaba diciendo, el de atrás, el azul, tiene que ir más rápido, sino no lo va alcanzar nunca. Vos lo que te das cuenta en el video ese es que cuando se lo lleva puesto ahí en la curva, el de adelante estaba frenando, entonces iba más rápido, y cuando lo choca se acelera.
Estudiante 1: ah!
Profesor: ¿Qué pasa con el momento?
Estudiante 4: se intercambian las velocidades.
Profesor: ¿Físicamente hablando?
Estudiante 1: y es matemática pura, si los dos tienen la misma masa y el de atrás se frena, la cuenta te tiene que dar igual, o sea que el de adelante se tiene que acelerar.
Profesor: Bueno, entonces, siempre que tenga un choque elástico, ¿qué va a pasar con el auto chocado? ¿Qué es lo que vemos acá?
Estudiante 1: Aumenta la velocidad, porque se conserva el momento.

En este ejemplo, se ve como el profesor hace uso de dos recursos, el video y el simulador. Se puede identificar cómo aprovecha las potencialidades del video, analizando no sólo la imagen sino también el sonido, volviendo a ejecutar nuevamente la escena las veces que sea necesario, etc. Por otra parte el uso del simulador permite recrear el suceso del video complementando el análisis, a partir del diseño de un caso hipotético que permita analizar las inquietudes que surgen.

Evaluación: La evaluación tradicional que se venía llevando adelante era de tipo sumativa, se correspondía con una evaluación escrita de resolución de problemas similares a los de la guía de trabajos prácticos, al final del proceso. A partir de las innovaciones realizadas en las clases, se pudo realizar una evaluación continua del proceso de cada alumno, evaluándolos de forma parcial cada semana, tanto en sus participaciones en clase, discusiones de foro, como en las entregas obligatorias y mapas conceptuales parciales. De esta forma, no se abandona la evaluación tradicional, sino que se incorporan nuevas instancias que permiten realizar un seguimiento más completo del proceso y no sólo de su actuación final. Ejemplo: se muestra a continuación un ejemplo, del tipo de grilla utilizada para el seguimiento de los estudiantes (Figura 4).

Estudiante	Semana 1: Estática		Semana 2: Cinemática			Semana 3 Dinámica		Semana 4: Trabajo y Energía			Se M Re
	Act. Obl.	Foro	Act. Obl.	Foro	Mapa	Act. Obl.	Foro	Act. Obl.	Foro	Mapa	
ESTUDIANTE1	B	B	B	B ⁻	B	M	B	B	B	B	B
ESTUDIANTE2	B-	B	B	B ⁻	sin part	SIN PAR	SIN PART	SIN PAR	SIN PAR	SIN PART.	
ESTUDIANTE3	B	B	B	B	B	B	B-	B	B	B	
ESTUDIANTE4	B-	B	B	B	B	B	B-	B	B	B	
ESTUDIANTE5	B-	B	M	B	B	MB	MB	B	B	B	
ESTUDIANTE6	B	B	B	B	B	B	MB	B	B	B	
ESTUDIANTE7	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	
ESTUDIANTE8	Sin Partic	Sin Partic	B	B	MB	B	B-	B	B	B	
ESTUDIANTE9	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B-	
ESTUDIANTE10	B-	B	SIN PAR	B	MB	B	B	B	B	B	
ESTUDIANTE11	B-	B	B	B ⁻	B	B	B-	M	B	B	

Referencias: B(bien) B- (incompleto en el análisis) M(mal) Sin. Partic. (No participó de

FIGURA 4. En la imagen se muestra una captura de pantalla del tipo de grilla utilizada para el seguimiento continuo de los estudiantes.

La misma se encontraba compartida en un documento *Drive*, en donde los profesores contaban con permisos de edición y los estudiantes sólo acceso de lectura. Semana a semana este documento se iba actualizando de manera que los estudiantes pudieran realizar un seguimiento de su evaluación. Se puede verificar en la grilla que el seguimiento es de todo el proceso, y de cada actividad de los estudiantes, y no sólo al finalizar la cursada.

VI. CONCLUSIONES

Las modificaciones en los componentes escogidos para caracterizar los procesos de enseñanza y de aprendizaje son alentadoras. Se advierte que hay indicios que ponen de manifiesto el abandono del enfoque tradicional en pos de otro que, en función de los referentes teóricos podemos catalogar de innovador. Se reconoce que a partir del trabajo en colaboración, se pueden generar movimientos en las prácticas de los docentes universitarios que, si bien no implican el abandono de todas las prácticas tradicionales, promueven el desarrollo de nuevas prácticas que lo complementan. Se considera que un factor determinante del trabajo colaborativo es el proceso de reflexión y discusión con otros, ya que permite evaluar las condiciones de trabajo y pensar en mejoras de manera conjunta.

Los desarrollos que se han comentado en este trabajo son producto de la integración de los saberes de las disciplinas a las que cada uno pertenece, física por un lado, y educación en ciencias por el otro, con el objetivo común de re-crear la física a ser aprendida, tomando en consideración el contexto tecnológico que hoy nos atraviesa. En este sentido, el trabajo en colaboración se vuelve rico en dos aspectos: por un lado se observan mejoras en el desenvolvimiento de los docentes, en cuanto a los enfoques de enseñanza utilizados, y por el otro brindan información a los investigadores para pensar en las necesidades del campo.

En indagaciones realizadas a estudiantes, se encuentra que ellos reconocen que los recursos incorporados les fueron de gran ayuda durante el proceso de aprendizaje. Manifiestan "Me resultaron de gran ayuda para recordar, practicar, repasar los conceptos y tener una ayuda a la hora de estudiar para el final y/o parciales", "Considero conveniente usar la simulación antes de afrontar el problema, porque resulta más comprensible la utilización de tales fórmulas o la comprensión de la resolución al realizar el problema, al tener una imagen del uso día a día del tema a tratar", "Me ayudaron para saber los distintos puntos de vista al afrontar el tema tratado o saber que estaba mal (sí había algo erróneo) en el mapa, por ejemplo.", "Fueron de gran ayuda las discusiones de foro semanales para fijar conocimientos de la teoría y en parte de la práctica", "Los simuladores fueron de ayuda, ya que los ejercicios que veíamos en los prácticos los podíamos ver más tangibles. Al mismo tiempo, te ayuda a ver sin números los problemas." Al tratarse del primer año de la carrera, y en el primer cuatrimestre, los estudiantes no tienen parámetro de comparación respecto de las exigencias de su rol, ya que se trata de su primer contacto con la institución universitaria.

Por su parte los profesores, al momento de realizar valoraciones sobre el trabajo realizado, focalizan en el impacto que tiene la innovación en los estudiantes, y no tanto en su propio rol. Mencionan que se sienten a gusto con este nuevo formato de trabajo, y resaltan principalmente la mayor posibilidad de intercambio que tienen con los estudiantes. Sostienen que el hecho de involucrar más a los estudiantes en las actividades cotidianas, permite tener un mayor seguimiento, y tomar medidas en caso de ser necesario, ya sea con dificultades de algún estudiante en particular, o con algún tema o recurso que genere inquietudes al grupo. Expresan que, en un principio les causó temor generar los cambios y sentían que los estudiantes los superarían en el dominio de las tecnologías, sin embargo, pudieron afrontar tal desafío, y, que si bien es una tarea que demanda mucho tiempo, con el acompañamiento correspondiente, no es imposible de realizar. Un aspecto que para los profesores del curso (licenciados y doctores en física) resultó distintivo es el hecho que la deserción solamente fue del 17% mientras que en cursos anteriores la misma rondaba el 50%. Si bien, no podemos atribuir de manera directa la aplicación de la innovación con el porcentaje de deserción, no deja de ser un factor a considerar en la continuidad de nuestra investigación y que claramente, ha promovido una actitud positiva en los responsables de la materia.

En conclusión, podemos afirmar que el proceso de cambio hacia formas que respondan a lo que antes hemos comentado como pertinentes, para actuar en esta sociedad de conocimiento dinámico con múltiples canales de acceso a la información, será lento y requerirá de un trabajo sostenido en el tiempo. Sin embargo, podemos decir que el trabajo colaborativo entre equipos de docentes e investigadores en educación en física es una alternativa que se nos presenta fructífera.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUIES. (2004). *Evaluación del desempeño del personal académico. Análisis y propuesta de metodología básica*. México: ANUIES.

ANUIES. (2006). *Consolidación y avance de la educación superior en México. Elementos de diagnóstico y propuestas*. México: ANUIES.

ANUIES. (2012). *Inclusión con responsabilidad social. Una nueva generación de políticas de educación superior*. México: ANUIES.

Área Moreira, M. (2005a). Hablemos más de métodos de enseñanza y menos de máquinas digitales: los proyectos de trabajo a través de la WWW. *Revista Cooperación Educativa del MCEP*, n° 79, pp. 26-32.

Área Moreira, M. (2005b): *La educación en el laberinto tecnológico. De la escritura a las máquinas digitales*. Barcelona: Octaedro-EUB.

Cámara, C. y Giorgi, S. (2005). La potencialidad de las herramientas informáticas en la enseñanza de la Física en carreras de ingeniería. *En: Memorias del Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas Universidad Nacional de Cuyo, UNCUYO*, pp. 263-271.

Da Cunha, M. I. y Lucarelli, E. (2005). Innovación en el aula universitaria y saberes docentes: experiencias de investigación y formación que aproximan a Argentina y Brasil. *En Actas del I Congreso de la Sociedad Argentina de Estudios Comparados en Educación, UNLP*.

Díaz-Barriga, A. (2005). El profesor de educación superior frente a las demandas de los nuevos debates educativos. *Perfiles Educativos*, 27(108), pp. 9-30.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982005000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es Sitio consultado en septiembre 2016

Edelstein, G. (2011). *Formar y formarse en la enseñanza*. Buenos Aires: Paidós

Fernández, F., Hinojo, F. y Díaz, I. (2002). Las actitudes de los docentes hacia la formación en tecnologías de la información y comunicación (TIC) aplicadas a la educación. *Contextos Educativos*, 5, pp. 253-270.

Fernández March, A., Maiques March, J.M., Abalós Galcerá, A. (2012). Las buenas prácticas docentes de los profesores universitarios: estudio de casos. *Revista de Docencia Universitaria*, 10 (1), pp. 43-66.

Ferrini, A. y Aveleyra, E. (2006). El desarrollo de prácticas de laboratorio de Física básica mediadas por las NTIC's, para la adquisición y análisis de datos, en una experiencia universitaria con modalidad b-learning. *I Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, UNLP.
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19180/Documento_completo.pdf?sequence=1 Sitio consultado en agosto 2016.

García, D. y Stipcich, S. (2012). Contribución de las nuevas tecnologías en la enseñanza de la electrostática. *Simposio de investigadores en Enseñanza de la Física*, Universidad de San Juan Bosco y Asociación de Profesores de Física de Argentina.

García, D., Stipcich, M. S. y Dominguez, M. (2014). Explorando las concepciones de los docentes universitarios en relación con las simulaciones como insumo de clase de Física y Matemática de los primeros años. *Revista Enseñanza de la Física*, Vol. 26, Número Extra.
<http://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/9814> Sitio consultado en agosto 2016.

García, D., Dominguez M. A. y Stipcich, M. S. (2015). Repensando la enseñanza de la Física en la universidad: la inclusión de tecnologías y el trabajo en colaboración. *Actas IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, UNLP.

Garrison, D. y Akyol, Z. (2009). Role of instructional technology in the transformation of higher education. *Journal of Computing in Higher Education*, n° 21, pp. 19-30.

Guzmán, J. (2011). La calidad de la enseñanza en educación superior. ¿Qué es una buena enseñanza en este nivel educativo? *Perfiles educativos*, vol. 33, pp. 129-141.

Laurillard, D. (2002). *Rethinking university teaching, a conversational framework for the effective use of learning technologies*. London: Routledge Falmer.

Maldonado, M. (2008). Aprendizaje Basado En Proyectos Colaborativos. Una Experiencia En Educación Superior. *Laurus*, 14(28), pp. 158-180.

- Martínez, R., Montero Mauro, Y., Pedrosa Borrini, M. y Jukna, E. (2006). La capacitación docente en informática y su transferencia al aula: un estudio en la provincia de Buenos Aires. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 8(2). <http://redie.uabc.mx/vol8no2/contenido-vidal2.html> Sitio consultado en diciembre 2016.
- Mesa, L. (2011). El trabajo colaborativo del profesorado como oportunidad formativa. *CEE Participación Educativa*, pp. 69-88.
- Moreira M. A. (2002) Investigación en Educación en Ciencias: Métodos Cualitativos. Publicado en *Actas del PIDECE*, 4, pp.25-55.
- Owen, P. S. y Demb, A. (2004). Change dynamics and leadership in technology implementation. *Journal of Higher Education*, 75, pp. 636-666.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento. Informe mundial 2005*, París: UNESCO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2009). *La nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambio social y el desarrollo. Comunicado de la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior*. París: UNESCO.
- Paredes-Labra, J. (2011). Transformar la enseñanza universitaria con la formación mediante la creatividad. Una investigación-acción con apoyo de las TIC. *Contornos*. N5, Vol II. <http://ries.universia.net> Sitio consultado en septiembre 2016.
- Perrenoud, P. (2004). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar*. Barcelona: Graó.
- Pozo, J.I. (1997). *Enfoques para la enseñanza de la Ciencias*. Madrid: Editorial Morata.
- Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 1(1). <http://www.uoc.edu/rusc/dt/esp/salinas1104.pdf> Sitio consultado en septiembre 2016.
- Selwyn, N. (2007). The use of computer technology in university teaching and learning: a critical perspective. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23, 83-94.
- Steiman, J. (2005). *¿Qué debatimos hoy en la didáctica? Las prácticas de enseñanza en la educación superior*. Bs. As.: UNSAM.
- Stake, R. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata.
- Tuning-América Latina (2007). *Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina. Informe final*. España: Publicaciones de la Universidad de Deusto.
- UNESCO. (2005). *Formación docente y las tecnologías de la información y comunicación*. Santiago, Chile: Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe.
- Zabalza, M. (2011). Nuevos enfoques para la didáctica universitaria actual. *Perspectiva*, 29(2), pp. 387-416.