

LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA COMO EJE DE UNA PROPUESTA EDUCATIVA UNIVERSITARIA: VALORACIÓN MEDIANTE TRIANGULACIÓN TEÓRICO METODOLÓGICA

CONSERVAÇÃO DA ENERGIA COMO CENTRO DA PROPOSTA EDUCACIONAL DA UNIVERSIDADE: AVALIAÇÃO POR TRIANGULAÇÃO METODOLÓGICA TEÓRICA

THE CONSERVATION OF ENERGY AS THE CORE OF A UNIVERSITY EDUCATIONAL PROPOSAL: ASSESSMENT THROUGH METHODOLOGICAL THEORETICAL TRIANGULATION

Liliana del Valle Ortigoza¹
Juan José Llovera-González²
Héctor Santiago Odetti³

Resumen

En la Universidad actual, el aprendizaje independiente, interactivo y el trabajo autónomo resultan esenciales. Por ello, se propuso resignificar la enseñanza de física en carreras de ciencias de la salud, tomando como eje de enseñanza y aprendizaje la conservación de la energía. Se recurrió al modelo de reconstrucción educativa, asumiendo como referencias teóricas: Conocimiento Pedagógico del Contenido (Schulman), Aprendizaje significativo (Ausubel) y Teoría de la Actividad (Engeström). A partir de un diagnóstico sobre conocimientos de conceptos físicos y competencias del ingresante universitario, del análisis del diseño curricular, de contenidos de física recuperados y su importancia, se diseñó e implementó -durante tres años consecutivos- una propuesta educativa, con eje en la conservación de la energía. El entorno de enseñanza se concibió con estrategias educativas tanto presenciales como virtuales, adaptadas al comportamiento del estudiante, posibilitando diferentes formas de aprender. Luego de seis meses de finalizado el cursado de física, se efectuaron pruebas de solidez, buscando interpretar el grado de competencias y conocimientos alcanzado, como también su relación con resultados de las evaluaciones diagnóstico. Dentro de este marco, el objetivo del presente artículo fue valorar indicadores de pertinencia del modelo educativo adoptado, a través de una triangulación teórico-metodológica. Se utilizaron métodos cualitativos y cuantitativos, evaluando instancias previas, durante y posteriores a la implementación de la propuesta, desde diversos actores e instrumentos. Los principales resultados evidenciaron relevancia educativa y aprendizaje significativo, con mejoras en el rendimiento académico. Se

¹ Doctora en Educación en Ciencias Experimentales. Docente-investigador en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Departamento de Física, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral (UNL/Argentina).

² Doctor en Ciencias Técnicas, por el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba. Pos-doctorado por la Universidad de São Paulo, Brasil. Asesor de investigaciones y posgrado del Instituto de Ciencias Básicas (ICB) Universidad Tecnológica de La Habana, Cujae, Cuba. Miembro del Tribunal Nacional de Grados Científicos en Ciencias Pedagógicas de la República de Cuba. Vicepresidente de la Sociedad Cubana de Física, sección de Enseñanza de la Física.

³ Doctor en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral (UNL/Argentina). Profesor titular en Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Departamento de Química General y Química Inorgánica - Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina.

propusieron modificaciones curriculares, considerando las voces de los actores y posibles nexos con otras disciplinas.

Palabras clave: Educación Superior; Física; Conservación de la energía; Triangulación Teórica-metodológica.

Resumo

Na universidade de hoje, o trabalho independente, interativo e autônomo é essencial. Por essa razão, propôs-se ressignificar o ensino da física nos cursos de ciências da saúde, tendo como eixo de ensino e de aprendizagem a conservação da energia. Utilizou-se o modelo de reconstrução educativa, assumindo como referências teóricas: Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (Schulman), Aprendizagem Significativa (Ausubel) e Teoria da Atividade (Engeström). A partir de um diagnóstico sobre conhecimentos de conceitos físicos e competências do aluno ingressante na carreira universitária, da análise do desenho curricular, de conteúdos recuperados de física e sua importância, uma proposta educacional foi desenhada e implementada - por três anos consecutivos - com eixo em conservação de energia. O ambiente de ensino foi concebido com estratégias educativas presenciais e virtuais, adaptadas ao comportamento do estudante, possibilitando diferentes formas de aprendizagem. Após seis meses de estudo em uma disciplina de física, foram realizados testes de solidez, buscando interpretar o grau de competências e conhecimentos alcançados, bem como sua relação com os resultados das avaliações diagnósticas. Nesse contexto, o objetivo deste artigo foi avaliar indicadores de relevância do modelo educativo adotado, por meio de triangulação teórico-metodológica. Foram utilizados métodos qualitativos e quantitativos, avaliando momentos antes, durante e após a implementação da proposta, desde diversos atores e instrumentos. Os principais resultados mostraram relevância educativa e aprendizagem significativa, com melhorias no desempenho acadêmico. Foram propostas modificações curriculares, considerando as vozes dos atores e possíveis vínculos com outras disciplinas.

Palavras-chave: Ensino Superior; Física; Conservação de Energia; Triangulação Teórica-Metodológica.

Abstract

In today's university, independent, interactive learning and autonomous work are essential. Thus, this research proposed to resignify the teaching of physics in health sciences careers, taking energy conservation as the axis of teaching and learning. The educational reconstruction model was used, assuming as theoretical references: Pedagogical Knowledge of Content (Schulman), Meaningful Learning (Ausubel) and Activity Theory (Engeström). Starting from a diagnosis on knowledge of physical concepts and competences of the university student, from the analysis of the curricular design of the career, of recovered physics contents and their importance, an educational proposal was designed and implemented, focused on the conservation of energy. The teaching and learning environment was conceived with both face-to-face and virtual educational strategies, adapted to student behaviour, enabling different ways of learning. After six months of completing the physics course, tests were carried out, in order to interpret the degree of competencies and knowledge achieved, as well as its relationship with the results of the diagnostic evaluations. Within this framework, the objective of this article was to assess indicators of relevance of the educational model adopted, through a theoretical-methodological triangulation. Qualitative and quantitative methods were used, evaluating instances before, during and after the implementation of the proposal, from various actors and instruments. The main results evidenced educational relevance and significant learning, with improvements in academic performance. Curricular modifications were proposed, considering the voices of the actors and possible links with other disciplines.

Key words: Higher Education; Physics; Energy Conservation; Theoretical-methodological triangulation.

Introducción

En los últimos años, distintos investigadores han argumentado que el discurso científico en sí involucra el uso flexible de múltiples representaciones y los estudiantes necesitan poder entender y vincular diferentes representaciones para desarrollar una comprensión más profunda de los conceptos científicos (TREAGUST et al., 2012).

Zaluski y Oliveira (2018), afirman que la tendencia contemporánea muestra una práctica educativa involucrada en cambiar el contenido y la forma de evaluar, considerando los propósitos de la enseñanza.

Dentro de este marco, el papel de la investigación es crucial para desarrollar estrategias y metodologías activas para una educación comprometida, promoviendo la construcción de entornos de aprendizaje significativos. En el presente estudio, se propuso la conservación de la energía como eje de enseñanza de física en carreras de ciencias de la salud, vinculando el modelo de investigación con un cuadro epistemológico de corte constructivista (DUIT; TREAGUST, 2003; WIDODO, 2004). Así, el aprendizaje se entiende como la labor del estudiante que construye sus propios conocimientos sobre los cimientos de un saber ya preexistente, partiendo de ese saber hacia el saber científico a construir (DUIT; GROPENGEßER; KATTMANN, 2005).

El entorno de enseñanza y aprendizaje adoptado se concibió como un espacio con estrategias genéricas de enseñanza, adaptadas al comportamiento del estudiante, posibilitando diferentes formas de aprender, implementando diversas actividades presenciales con complemento de instancias virtuales. Desde esta concepción, se reconoce que la enseñanza es una actividad compleja que requiere variadas decisiones sobre el terreno y respuestas a las necesidades de aprendizaje continuo de los estudiantes. Es esta complejidad, y su naturaleza interaccional y dinámica, lo que motivó la elección de la Teoría de la actividad (ENGESTRÖM, 1999) para explorar su desarrollo.

El estudio formó parte de un trabajo de tesis de Doctorado en Educación en Ciencias Experimentales, cuyo objetivo fue resignificar la enseñanza de física en ciencias de la salud, con la conservación de la energía como núcleo de la educación. Se

desarrolló en el marco del proyecto de investigación PICT 0594-2016, de la Agencia Nacional para la promoción de la ciencia y la tecnología.

Para la presente investigación se propuso como **objetivo**: valorar indicadores de pertinencia del modelo educativo adoptado, a través de una triangulación teórico-metodológica.

Ubicación espacial de la investigación e historia Institucional

El trabajo de investigación se desarrolló en la República Argentina, dentro del ámbito de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB), específicamente con estudiantes de la carrera de Licenciatura en Nutrición (LN).

Desde 2005, cuando se inicia la carrera de LN ha sido, dentro de la FBCB-UNL, la carrera con mayor número de ingresantes. Esto habla del interés que despierta en los estudiantes la nutrición con todas sus connotaciones, tema que ha cobrado una relevancia sustantiva en los últimos años.

En el primer año de la carrera, se cursa la materia Física General y Termodinámica, durante catorce (14) semanas, correspondiendo las primeras seis semanas al módulo Física General y las semanas restantes al módulo Termodinámica.

La asignatura se implementó durante el período 2005-2010 bajo la modalidad exclusivamente presencial, con clases teóricas expositivas, ausencia de instancias de laboratorio experimental y evaluación bajo el sistema de opción múltiple (multiple choice). Durante el citado período, un porcentaje nunca mayor al 30% del total de inscriptos promocionó la materia.

Teniendo en cuenta lo mencionado, y sabiendo que, tal como sostiene Camilloni (2016), uno de los fuertes reparos que recibe la formación universitaria actual surge de la falta de relación que existe entre la enseñanza de las disciplinas básicas y el empleo que se hará luego de esos conocimientos, se realizó un análisis exhaustivo de las posibles causas de esta situación desde la disciplina, el currículo, la Institución y sus protagonistas inmediatos -estudiantes y docentes-, desde lo pedagógico, social e Institucional, para así poder generar una propuesta tendiente a fortalecer el proceso educativo.

Se consideró lo complejo de establecer relaciones entre los conocimientos científicos y los procesos cotidianos, requiriendo de un nivel de comprensión y claridad, tanto del léxico científico como del uso cotidiano del lenguaje, para poder establecer analogías pertinentes y ejemplos claros (SOLBES; TORRES, 2012).

En consonancia con lo mencionado por Zalusky y Oliveira (2018), se implementó una propuesta educativa con eje en el Principio de Conservación de la Energía.

La propuesta educativa

La enseñanza y aprendizaje de física se entiende como una actividad educativa, que requiere de: la adquisición de conocimientos y competencias genéricas y específicas; capacidad práctica en la actividad científico-investigadora; -actitudes y valores, que en su conjunto posibiliten apreciar los beneficios de la ciencia y los inconvenientes del uso irresponsable de los conocimientos científicos.

Dentro de este marco, luego de un análisis diagnóstico, se llevó a cabo la reestructuración del programa de la asignatura y de su concepción didáctica, tomando como eje de enseñanza y contenido estructurante el principio de conservación de la energía (PCE), como principio unificador en toda la Física y contenido articulador con otras asignaturas de la carrera (ORTIGOZA; ODETTI; LLOVERA-GONZALEZ, 2018).

El PCE se abordó desde el inicio, comenzando con un enfoque general que toma en cuenta la conservación, transferencia, transformación y degradación de la energía. En consonancia con lo recomendado por Gutiérrez-Berraonda et al. (2018), se analizaron los tipos de energía involucrados para diferentes procesos en nutrición humana.

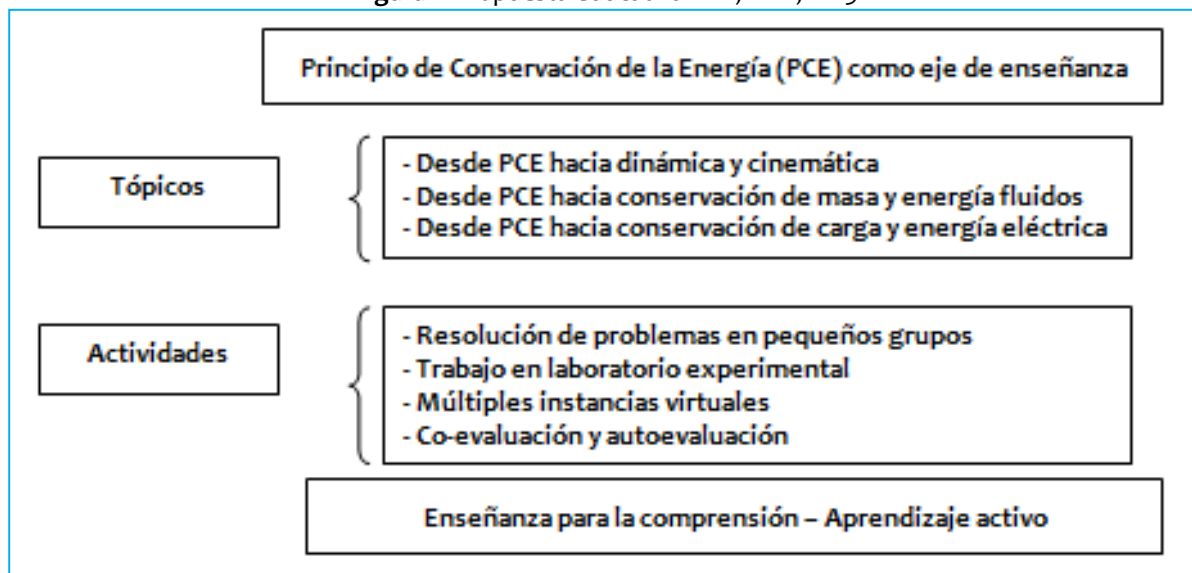
A partir del PCE, se profundizó en conceptos fundamentales de dinámica, cinemática, conservación de la masa y la energía para fluidos, así como conservación de la carga y la energía en circuitos eléctricos, aplicando modelos didácticos analógicos.

La propuesta contempló entornos de aprendizajes presenciales y virtuales, entendiendo que existen distintas instancias en la construcción compartida del conocimiento, generando un contexto motivador que favorezca el aprendizaje significativo. Los materiales diseñados implicaron un trabajo áulico que propició

la ejercitación de destrezas científicas en los estudiantes, que se profundizaron con complemento de actividades virtuales, durante el cursado de la asignatura.

En la figura siguiente, se ilustra la propuesta educativa implementada.

Figura 1. Propuesta educativa 2011, 2012, 2013



Fuente: Autoría propia (2019)

Referentes teóricos de la investigación

Para poder abordar la investigación se han establecido como referentes teóricos fundamentales:

El *modelo de reconstrucción educativa* (DUIT, GROPENGEIßER Y KATTMANN, 2005), ofreciendo una visión profunda sobre la naturaleza interdisciplinaria de la investigación en ciencias de la educación, tratando de equilibrar las cuestiones relacionadas con los contenidos de las ciencias y los problemas educativos, favoreciendo el desarrollo de niveles satisfactorios de alfabetización científica.

La *teoría del aprendizaje significativo* de AUSUBEL (2002), según menciona:

...La experiencia humana no solo implica pensamiento, sino también afectividad y únicamente cuando se consideran en conjunto se capacita al individuo para enriquecer el significado de su experiencia. Para entender la labor educativa, es necesario tener en consideración tres elementos del proceso educativo: los profesores y su manera de enseñar; la estructura de los conocimientos que conforman el currículo y el modo en que éste se produce y el entramado social en el que se desarrolla el proceso educativo.

La *tercera generación de la teoría de la Actividad* (ENGESTRÖM, 1999), estudiando las tensiones estructurales acumuladas. Por ejemplo, por la introducción de una nueva tecnología en un sistema determinado, que no solo producen perturbaciones y conflictos, sino también conducen al surgimiento de soluciones innovadoras para resolverlas. Se trató de interpretar -a partir de la Teoría de la Actividad- las relaciones entre enseñanza y aprendizaje, entendido como un sistema de actividad de acuerdo a lo postulado por Engeström, quien sostiene que:

“La actividad se realiza mediante una constante negociación, orquestación y lucha entre las distintas metas y perspectivas de los participantes”, “(...) la construcción de objetos mediada por artefactos (...) es un proceso dialogal y en colaboración donde distintas perspectivas (...) y voces (...) se encuentran, chocan y se fusionan. “El objeto de la actividad es un blanco en movimiento que no es reducible a objetivos conscientes a corto plazo” (ENGESTRÖM, 1999, p.19-38).

Duit (2006), sobre la base de las ideas de Shulman acerca de conocimiento pedagógico del contenido (CPC), elabora el constructo de reestructuración educativa. Para el autor el proceso de reestructuración parte del análisis de la estructura del conocimiento, tal como es enunciado en el escenario original. Al análisis primario se le suma el estudio de su relevancia educativa.

Para ello se hizo necesario conocer en profundidad el contenido desde el área a la que corresponde, así como las ideas que distintos sujetos del quehacer educativo aportaron a la temática. Lo mencionado dio lugar a la reestructuración del contenido a enseñar y de las estrategias a implementar. Durante este recorrido fue necesario esforzarse siempre por entender la situación cambiante, junto con las percepciones y emociones de los participantes, para desde ese lugar remodelar la teoría de la acción.

Metodología

Se realizó una investigación educativa teniendo como objeto de estudio las relaciones entre la enseñanza y el aprendizaje de Física en la carrera de LN, con eje de enseñanza en la conservación de la energía.

La metodología adoptada fue de tipo pluri-metodológica, recogiendo aportes del diseño cualitativo en la interpretación y contextualización de los datos, aportes

del diseño cuantitativo buscando singularidades, recurrencias y tendencias a lo largo del tiempo, para lograr reconocer características estructurales del objeto de estudio.

Para abordar el objeto de estudio se constituyeron como unidades de análisis: - antecedentes sobre la enseñanza de Física en carreras de ciencias de la salud y el tratamiento del principio de conservación de la energía en libros de texto de Física; - el modelo adoptado para la enseñanza de Física desde la creación de la carrera de LN en 2005 a 2010 inclusive; - el diseño curricular y la planificación de asignaturas de LN; - la nueva propuesta didáctica y su implementación desde 2011 a 2013 inclusive; - las voces de estudiantes, graduados, docentes y coordinador de LN.

La población total de la investigación fue de 376 alumnos totales, inscriptos en Física cursando el 1er. año de la carrera de LN, con quienes se implementó la propuesta didáctica durante 2011, 2012 y 2013. Estos estudiantes participaron de evaluaciones diagnóstico previo cursado y de solidez, luego de seis meses de haber finalizado el cursado de la asignatura.

Se realizaron encuestas sobre importancia de contenidos de Física en LN a 166 alumnos avanzados y 104 graduados. Se llevaron a cabo entrevistas en profundidad semiestructuradas a 6 docentes y a la coordinadora de LN.

El diseño múltiple, como mencionan Tashakkori y Teddlie (2003), requiere por parte del investigador un trabajo con técnicas y procedimientos provenientes de enfoques tanto cualitativos como cuantitativos durante todo el proceso de investigación; desde la idea o planteamiento del problema, hasta el análisis de los datos e interpretación de los resultados, pasando por la mayor parte de las fases o momentos en la labor investigativa; este diseño se hace operativo a través de la estrategia técnica de triangulación.

En el proceso de triangulación realizado, se pudieron valorar:

Instancias previas a la implementación de la propuesta:

- Opiniones de graduados recientes (104 Licenciados en Nutrición), surgidas de una investigación realizada por PAULINI y DEZAR (2016), con el propósito de describir la valoración de graduados sobre la formación de grado recibida.

- Encuestas de opinión a 166 alumnos avanzados de LN, acerca de contenidos de física recuperados en asignaturas posteriores y su importancia.

- Análisis de planificaciones de asignaturas de LN, en relación a contenidos de física recuperados.

Instancias durante el cursado de la propuesta implementada:

- Evaluaciones diagnóstico previas al cursado de las cohortes 2011, 2012 y 2013, sobre conocimientos y competencias con que los estudiantes ingresan a la asignatura.

- Encuestas de opinión durante el cursado de los distintos espacios de enseñanza desarrollados, obtenidas del sistema SIU Guaraní y el Entorno Virtual-UNL.

- Resultados de evaluaciones finales de la asignatura, y su relación con la propuesta educativa.

Instancias posteriores al cursado de la propuesta:

- Pruebas de solidez, desarrolladas 6 meses después de finalizar el cursado de la asignatura, para las tres cohortes en estudio.

- Entrevistas en profundidad a docentes y coordinadora de la carrera de LN, en relación a contenidos de física recuperados y su importancia.

Resultados

Instancias previas a la implementación de la propuesta:

- *Opiniones de graduados recientes:*

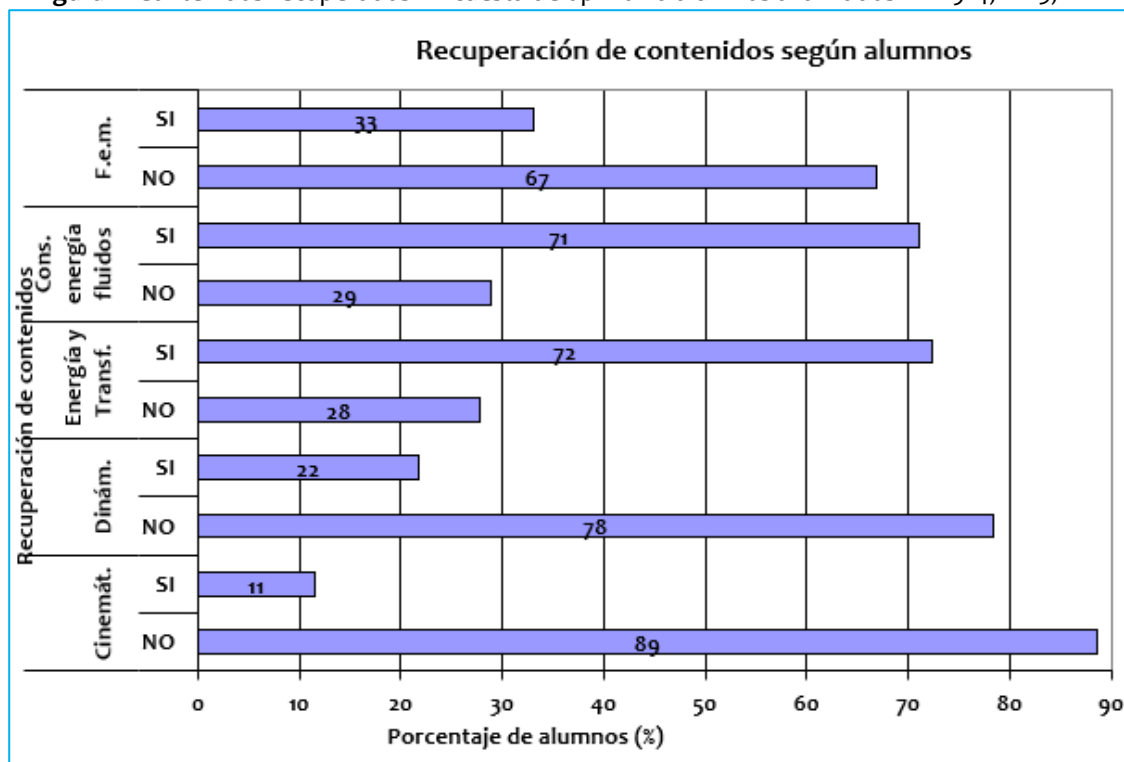
Se recabó información de la valoración de 104 graduados de LN, que cursaron Física General y Termodinámica con la propuesta tradicional (período 2005-2010), en respuesta a la consigna: *Materias o contenidos de la carrera de grado que consideran que no resultaron de utilidad en el ejercicio profesional*; 48,4% (50 profesionales) respondió que las materias que no resultaron de utilidad se encontraban en el ciclo básico de la carrera, las más señaladas fueron: *Física General y Termodinámica* (1er. año) y *Fisicoquímica biológica* (2do. año).

- *Encuestas de opinión a alumnos avanzados de LN:*

Se realizaron encuestas a 166 alumnos avanzados de LN (72 estudiantes encuestados año 2014, 51 estudiantes encuestados año 2015 y 43 estudiantes encuestados año 2016),

acerca de contenidos de física recuperados en asignaturas posteriores y la importancia de los mismos. A continuación se muestran los principales resultados:

Figura 2. Contenidos recuperados. Encuesta de opinión a alumnos avanzados LN 2014, 2015, 2016



Fuente: Autoría propia (2019).

Los contenidos que en mayor medida se recuperaron en la carrera - de acuerdo a las respuestas de estudiantes avanzados - fueron los relacionados con la conservación de la masa en fluidos y conservación de la energía y sus transformaciones. El contenido que consideraron de mayor importancia fue el de conservación de la energía y sus transformaciones.

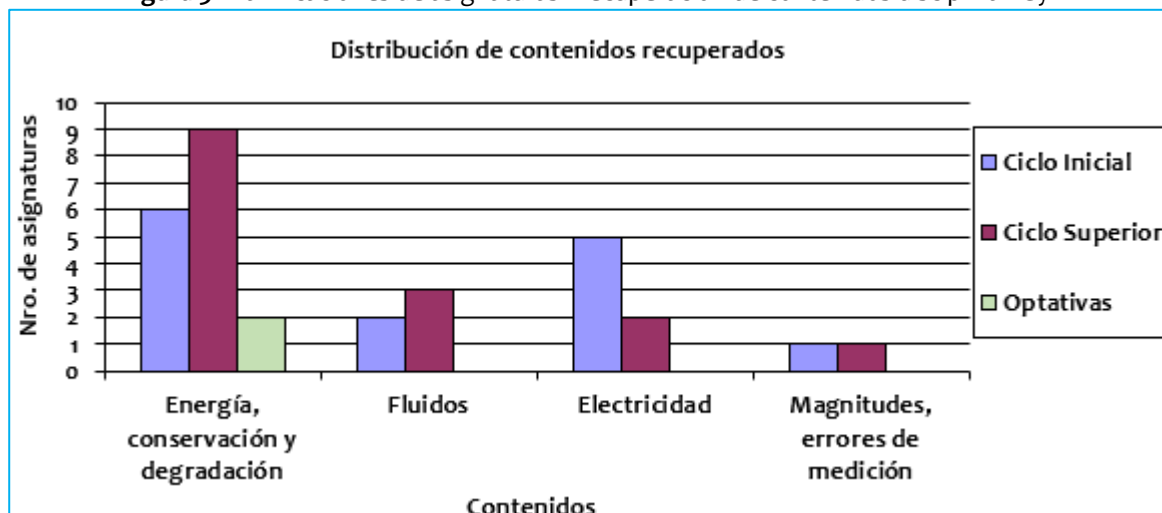
- Planificaciones de LN en relación al objeto de estudio:

Uno de los fuertes reparos que recibe la formación universitaria actual surge de la falta de relación que existe entre la enseñanza de las disciplinas básicas y el empleo que se hará luego de esos conocimientos. Respecto de esta cuestión, es necesario preguntarse, ¿en las planificaciones de las asignaturas están planteadas temáticas que se recuperan de asignaturas precedentes?, ¿cuáles se consideran de apoyo para el desarrollo de distintas asignaturas?

Intentando dar respuesta a estas preguntas, en relación a los contenidos de la disciplina Física General y Termodinámica (FGyT), se realizó un estudio sobre

las planificaciones del total de las asignaturas y se encontró que de las 36 planificaciones de materias obligatorias, en 23 de éstas se encuentran contenidos recuperados de Física General, según la siguiente distribución:

Figura 3. Planificaciones de asignaturas. Recuperación de contenidos disciplina FGyT



Fuente: Autoría propia (2019).

En la figura 3 se observa que los contenidos sobre energía, su conservación y degradación presentaron el mayor porcentaje de recuperación, siendo desarrollados en ciclos inicial, superior y en materias optativas (47% de las asignaturas de LN contienen en sus planificaciones temas relacionados; dentro de este porcentaje la mayor incidencia se encuentra en el ciclo superior de la carrera).

Lo anterior pone de manifiesto la importancia del concepto de conservación de energía, en íntima relación con las planificaciones de las asignaturas, tanto de manera transversal como longitudinal. Se evidenció concordancia con las opiniones de alumnos avanzados, quienes destacaron la recuperación del concepto de conservación de energía y transformaciones, como también su importancia.

Instancias durante el cursado de la propuesta implementada:

- *Evaluaciones diagnóstico previas al cursado de las cohortes 2011, 2012 y 2013:*

Se llevó a cabo una evaluación diagnóstica a los estudiantes que cursan el 1er. semestre de la carrera de LN, para las tres cohortes en estudio, los que resultan potenciales alumnos para la asignatura Física General y Termodinámica (FGyT), acerca de la

situación de los estudiantes frente al conocimiento y al desarrollo de competencias transversales tales como:

- Análisis e integración de conocimientos a situaciones de la vida cotidiana (Conexión con el entorno físico);

- Habilidades lógico-matemáticas: capacidad de conexión – cambios y relaciones (Relaciones matemáticas);

Dicha prueba exploratoria sobre conocimientos y competencias se encuentra disponible en **Anexo 1**.

Utilizando el programa SPSS se estudiaron los estadísticos descriptivos, obteniendo los valores detallados en la tabla siguiente.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de Notas finales y notas de cada competencia evaluada durante prueba diagnóstico 2011, 2012 y 2013.

	Nota final 2011	Nota final 2012	Nota final 2013	Conexión con el entorno 2011	Conexión con el entorno 2012	Conexión con el entorno 2013	Relaciones matemáticas 2011	Relaciones matemáticas 2012	Relaciones matemáticas 2013
Mínimo	0	0	5	0	0	0	0	0	0
Media	30,04	30,33	32,09	36,70	34,63	39,94	21,47	14,63	18,84
Mediana	25,00	28,00	29,50	36,00	35,00	36,00	0,00	0,00	0,00
Amplit. IC	25	18	25	15	16	22	50	25	25
S_x	16,45	15,6	18,51	13,32	13,82	15,24	36,71	34,31	35,46
Máximo	72	85	80	72	86	86	100	100	100

Fuente: Autoría propia (2019).

Del análisis de los estadísticos descriptivos se destacó:

- Distribución asimétrica para las notas finales y notas de las categorías en las distintas cohortes.

- La nota final para la cohorte 2013 presentó el mayor promedio (32,09).

- La categoría que presentó el mayor promedio fue conexión con el entorno para la cohorte 2013 (36,70).

- La categoría que presentó menores valores promedio fue relaciones matemáticas (14,63), correspondiente a la cohorte 2012.

Del análisis de los datos se desprende que 31% de los alumnos que realizaron la prueba diagnóstico durante 2011, 2012 y 2013, presenta ideas correctas sobre

transformaciones y conservación de la Energía, 22% ha adquirido habilidades lógico-matemáticas mientras que solo el 8% de los estudiantes posee ideas correctas sobre aplicación de Fuerzas y movimiento.

Se concluye que el ejercicio que requiere interpretar el movimiento a partir de las interacciones del cuerpo en estudio (ejercicio 4) es el que presenta mayor dificultad, por lo que se elaboraron estrategias didácticas, que abordaron el tema partiendo de la conservación de la energía, lo que según los resultados de las notas de cada ejercicio resultaría adecuado para lograr un aprendizaje significativo, a partir de los conocimientos previos de los alumnos participantes.

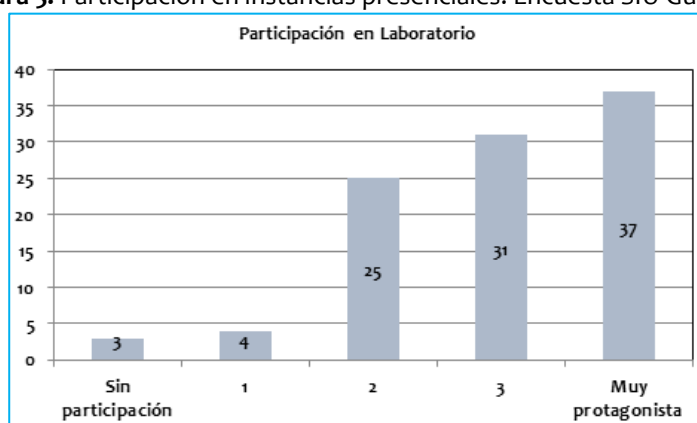
- Encuestas de opinión durante el cursado de los distintos espacios de enseñanza desarrollados, obtenidas del sistema SIU Guaraní y el Entorno Virtual-UNL:

Respecto de las instancias presenciales:

De acuerdo a las valoraciones presentadas, los estudiantes al finalizar el cursado manifestaron en elevado porcentaje (superior al 82%) que las actividades propuestas para los espacios presenciales de laboratorio, coloquio y teoría, resultaron integradas y de utilidad.

En la figura 5 se registraron las opiniones de los estudiantes sobre su participación en la instancia de laboratorio experimental.

Figura 5. Participación en instancias presenciales. Encuesta SIU Guaraní.



Fuente: Autoría propia (2019).

El 68% de los participantes manifestó una elevada participación en la actividad de laboratorio.

Con respecto a la actividad de consultas, si bien mostraron interés en adicionar más horarios de consulta cercanos al parcial, se evidenció por las respuestas que solo el 32% consideró esencial dicho espacio.

Vale destacar también que -en las sugerencias- algunos estudiantes propusieron un cambio en la evaluación del sistema en cuanto a la regularización de la asignatura y a la modalidad de la evaluación (si bien la propuesta contemplaba evaluación formativa y sumativa, durante los años 2011, 2012 y 2013 la evaluación continuó realizándose al finalizar el módulo de Física y bajo la modalidad opción múltiple).

Respecto de las instancias virtuales:

Las actividades del curso FGyT para el Entorno Virtual- UNL, (EV-UNL) fueron: - cuestionarios sobre situaciones problemáticas; - simulaciones de experimentos virtuales interactivos; - problemas con distintas cuestiones por resolver y/o calcular; - foros para interactuar entre alumnos y docentes; - libros interactivos donde se recuperan contenidos de estudios precedentes.

A continuación se muestran resultados de acuerdo a los registros del EV-UNL, y resultados de encuestas de opinión a alumnos sobre las instancias virtuales, luego del cursado de la asignatura.

Las secciones más consultadas se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 2. Porcentaje de ingreso a cada actividad, según EV-UNL.

Sección	Participación (%)
Página Web Energía y Transformaciones	78
Cuestionario	69
Respuestas a Cuestionario	59
Foro de Intercambio de Ideas	55
Problemas	43
e- books	De 24 a 55
Foros de Problemas	18

Fuente: Autoría propia (2019).

La primera de las actividades, *Sobre Energía y sus Transformaciones*, incluyó videos, recuperando experiencias realizadas en los laboratorios presenciales, enlaces a páginas Web de otras universidades con simulaciones interactivas, lo que promovió interés en los participantes de la actividad. De acuerdo a lo registrado en las encuestas de opinión un elevado porcentaje de alumnos - mayor del 60% - consideró a las simulaciones interactivas la actividad que resultó más interesante en la propuesta, ya que:

Se puede profundizar en el tema de una manera divertida

Contestaba preguntas practicando a través de las animaciones

Las respuestas de los estudiantes indicaron que, a través de la actividad, se promovió la reflexión y el aprendizaje.

- *Resultados de evaluaciones finales de la asignatura, y su relación con la propuesta educativa:*

En el gráfico siguiente se muestra el porcentaje de alumnos que promocionaron el módulo Física General, desde la creación de la carrera (año 2005) hasta año 2017 inclusive.

Figura 4. Porcentaje de alumnos promocionados FGyT. Período 2005-2017.

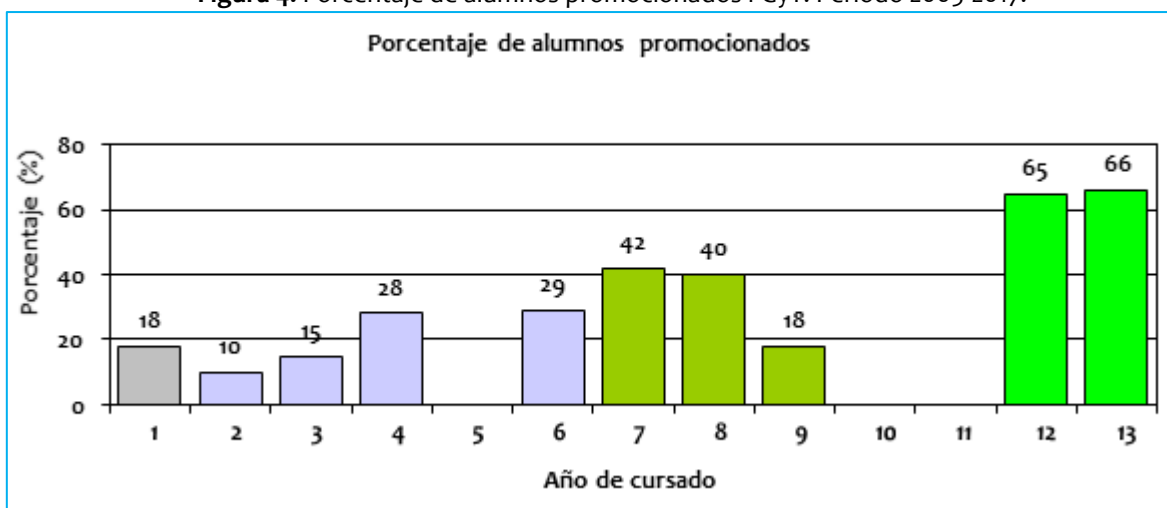


Figura 4. Planificaciones de asignaturas. Recuperación de contenidos disciplina FGyT

Fuente: Autoría propia (2019).

En la figura 4 se observa:

- 1 a 6 inclusive, porcentaje de alumnos promocionados que cursaron la asignatura en el período previo a la propuesta motivo de investigación (2005 a 2010).

- 7 a 9 inclusive, porcentaje de promocionados a partir de implementar la propuesta educativa; se muestran datos de años 2011 a 2013, donde la evaluación de regularización y evaluación final se siguió realizando con exámenes de opción múltiple.

- 12 y 13, porcentaje de promocionados siguiendo con la propuesta educativa; se muestran datos de años 2016 a 2017, donde la evaluación se cambió de acuerdo a la propuesta educativa mencionada.

Como se destaca en la figura anterior, el porcentaje de promocionados en el módulo Física General ascendió a valores superiores a 60%, a partir de que se implementó la evaluación según lo planificado y consensuado con los estudiantes: a la regularización se accedió de acuerdo a asistencias y evaluación formativa durante el desarrollo de actividades de laboratorio y coloquio, en el examen final se cambió la modalidad de opción múltiple por resolución de problemas, donde se valoraron los procedimientos utilizados y los resultados obtenidos.

Instancias posteriores al cursado

- Pruebas de solidez para cohortes 2011, 2012 y 2013:

Luego de seis meses de finalizado el cursado de la asignatura, se efectuaron pruebas de solidez a estudiantes para cada una de las tres cohortes en estudio (2011, 2012, 2013), buscando interpretar el grado de competencias y conocimientos alcanzado, como también su relación con los resultados de las pruebas diagnóstico realizadas.

Se tomaron el número de respuestas que correspondían al mismo estudiante para la prueba diagnóstico y para la evaluación de solidez respectiva, por lo que pudieron registrarse para cohorte 2011, 65 casos, para cohorte 2012, 34 casos y para cohorte 2013, 44 casos, correspondiendo a los alumnos que accedieron a desarrollar ambas evaluaciones.

Al realizar el procesamiento y el análisis de los resultados obtenidos, se efectuó la prueba ANOVA de un factor para comparar los intervalos tanto diagnóstico como solidez y entre ellos.

Comparación entre notas y categorías de las tres cohortes:

Se determinaron las medias de las notas finales y las medias de las notas de las categorías (Relación con el entorno; Conocimiento de la ciencia) de cada una de

las cohortes. Al realizar la prueba de ANOVA se comprobó que la nota final y la nota de cada una de las categorías Inter-grupos (diagnóstico y solidez) presentaron un nivel de significancia $p < 0,05$.

Los resultados se detallan en la tabla siguiente:

Tabla 3. Prueba ANOVA de un factor para evaluaciones diagnóstico y de solidez 2011, 2012 y 2013.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (p)
Nota final	Inter-grupos	45758,997	5	9151,799	31,062	4.10 ⁻²⁵
	Intra-grupos	82496,625	280	294,631		
	Total	128255,622	285			
Relación con contexto	Inter-grupos	39855,623	5	7971,125	26,268	9,6.10 ⁻²²
	Intra-grupos	84968,013	280	303,457		
	Total	124823,636	285			
Conocimiento de la ciência	Inter-grupos	31320,193	5	6264,039	23,036	2,3.10 ⁻¹⁹
	Intra-grupos	76137,452	280	271,919		
	Total	107457,645	285			

Fuente: Autoría propia (2019).

Lo anterior permitió asumir que existe diferencia entre las medias de los grupos (entre evaluación diagnóstico y evaluación de solidez) al menos para una de las cohortes.

Teniendo en cuenta los resultados de la evaluación diagnóstico y evaluación de solidez, realizada 6 meses después de que el estudiante ha aprobado la asignatura se pudo comprobar que:

- se obtuvieron diferencias significativas (teniendo en cuenta nivel de significancia 0,05) entre las evaluaciones diagnóstico y las evaluaciones de solidez, lo que supone un aprendizaje significativo de conocimientos y competencias.

- *Entrevistas en profundidad a docentes y coordinadora de la carrera de LN, en relación a contenidos de física recuperados y su importancia:*

A fin de identificar puntos de encuentro y/o singularidades entre las opiniones de alumnos y docentes se transcriben algunas de las frases significativas (unidades de identificación) obtenidas en las entrevistas en profundidad realizadas a la coordinadora de LN y a seis (6) docentes de ciclo inicial y superior de la carrera:

Acerca de recuperación de contenidos disciplinares:

Creo que todos los conceptos nombrados en el cuestionario presentado, son recuperados en distintos espacios curriculares en mayor o menor medida. Coordinadora de LN y docente de Práctica Profesional, materia de 5to. año.

Los conceptos están, los utilizo pero sin nombre ni apellido... volvemos a explicar toda la parte de f.e.m., flujo de electrones, la energética de la célula, anabolismo y catabolismo, respiración y fotosíntesis. Docente de Biología General, materia de 1er. año y de Biología Celular y Molecular, materia de 2do. año.

El único tema que recuperamos es transformaciones energéticas en distintos sistemas. Docente de Química Biológica, materia de 2do. año.

El principio de conservación de la energía...Estamos como que tocando el tema, no decimos en Física vimos tal concepto pero sí estamos aplicando lo que se dio en Física. Docente de Fisiología General y Evaluación Nutricional, materia de 3er. año.

Acerca de importancia de los contenidos y su fundamentación:

Son todos importantes, para considerar las acciones del metabolismo y acción dinámica específica de los alimentos, entendiendo entre otras cosas, el comportamiento y relaciones entre materia, energía y espacio. Coordinadora de LN.

El más importante para mí es Conservación de la masa y de la Energía porque son temas muy gruesos, fundamental por su relación con procesos metabólicos. Docente de Biología General, y de Biología Celular y Molecular.

Transformaciones energéticas podría ser un contenido fundamental en lo que respecta a metabolismo para química biológica. Docente de Química Biológica.

El principio de conservación importante como nexo con materias posteriores. Docente de Fisiología General y Evaluación Nutricional.

Puntos de encuentro y singularidades de las distintas voces de la comunidad

Los resultados evidenciaron un marcado registro de contenidos recuperados en relación a conservación de la energía en distintos sistemas, tanto en lo expresado por alumnos como por docentes y coordinadora de la carrera.

Se presentaron coincidencias, con respecto a porque se considera fundamental el concepto de conservación y transformaciones, valorado desde la relación con otras materias de la carrera (por los estudiantes), como también fundamental para la comprensión de diferentes procesos metabólicos (valoración docente).

Un elevado número de alumnos (40 estudiantes) consideró este contenido como importante, debido a su relación con la profesión futura.

Sin embargo, 19 estudiantes del total de encuestados manifestaron que los contenidos de la disciplina no resultan importantes ni presentan relación con la carrera. Cabe mencionar que de los 19 estudiantes, 18 cursaron la asignatura en el período previo a la implementación de la propuesta educativa motivo de investigación.

Primeras Reflexiones

Posterior al análisis y reflexión de la triangulación realizada, se evidenció:

Elevada adhesión a la propuesta desde las encuestas de opinión durante el cursado, tanto por los espacios de enseñanza propuestos, como por la calidad y pertinencia de los materiales de enseñanza.

Marcada participación en las instancias virtuales, como estrategia que permite profundizar en la autogestión de conocimiento y en la situación de cada estudiante frente al aprendizaje.

Tensiones respecto al sistema de evaluación, que pudo ser valorada, colaborando en la modificación del sistema de evaluación.

Mejora en los resultados académicos, dando lugar a un porcentaje mayor de 60% de alumnos promovidos, a partir de la modificación del sistema de evaluación de manera integral con la propuesta educativa.

Aprendizaje significativo que pudo evidenciarse de manera estadística, comparando las medias entre las evaluaciones diagnóstico y evaluaciones de solidez, para cada una de las cohortes en estudio (2011, 2012 y 2013).

Elevada adhesión a la propuesta desde las opiniones de estudiantes avanzados, docentes y coordinadora de la carrera, considerando al principio de conservación de la energía como el mayormente recuperado en las asignaturas posteriores, de gran importancia desde el punto de vista de la articulación, como de las relaciones con la profesión futura.

Al analizar los resultados, en base a la teoría de la actividad (TA) de Engeström, surgen tensiones en los sistemas de actividad que se manifestaron en las voces de los estudiantes, al hacer referencia al sistema de evaluación para la regularización del módulo de Física General y el sistema de evaluación final. Estas tensiones pudieron ser

recogidas para promover, de acuerdo a la TA, situaciones tendientes a optimizar el proceso educativo.

Conclusiones

La fortaleza de la triangulación, en los procesos de investigación y en la aceptación de los resultados, está dada por la manera contextualizada de tratar el tema en estudio. La interpretación no tiene una sola vía para análisis y capta las diversidades aún de los fenómenos complejos, superándose así la forzada simplicidad a que pueden inducir configuraciones metodológicas unitarias. Provee un complejo sistema de interpretación, mostrando la consistencia y lógica que se desprende de cada uno de los pasos y de cada uno de los sectores de donde provienen los datos, las conjeturas y los resultados (DONOLO, 2009).

Por medio de la metodología implementada, se pudieron captar las diversidades de los sistemas de actividad en estudio en interrelación, el sistema de actividad estudiante-espacios de aprendizaje y el sistema de actividad docentes- asignatura.

Se pusieron en evidencia las tensiones propias de sistemas en expansión, dando lugar a modificaciones en actividades presenciales y en las instancias de evaluación de la asignatura. Se posibilitó transformar el sistema de actividad y transformar y expandir, potencialmente, los objetos de la actividad.

Se propusieron nexos con otras disciplinas de manera transversal y longitudinal, contribuyendo a la mejora del proceso educativo.

Coincidiendo con Pozo y Gómez Crespo (2006), se concibe un modelo de educación en ciencias basado en la integración y reestructuración de los conocimientos y/o concepciones alternativas en el marco de las teorías científicas.

No puede existir esfuerzo por aprender, si un estudiante no hace suya la problemática de un tema que requiere ser aprendido. De ahí la importancia de que el docente no sólo domine el saber científico que es objeto de la enseñanza, ni sólo se apoye en las teorías cognitivas o del aprendizaje que le permitan explicar cómo es el proceso de construcción del conocimiento por parte de un sujeto, sino que tenga una adecuada formación en el debate didáctico contemporáneo, para que pueda formular una

situación de aprendizaje que articule problemas del contexto con saberes (DIAZ BARRIGA, 2011).

Referencias

AUSUBEL, D. **Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva.** Barcelona: Paidós, 2002.

CAMILLONI, A. Tendencias y formatos en el currículo universitario. **Itinerarios educativos**, v.9, p.11-26, 2016. ISSN 1850-3853.

DIAZ BARRIGA, A. Competencias en educación. Corrientes de pensamiento e implicaciones para el currículo y el trabajo en el aula. **Revista Iberoamericana de Educación Superior (RIES)**, México, UNAM-IISUE/ Universia, v. II, n.5, p. 3-24, 2011.

DONOLO, D. S. Triangulación: Procedimiento incorporado a nuevas metodologías de investigación. **Revista Digital Universitaria**, v.10, n.9, art. 53, 2009. ISSN: 1067-6079.

DUIT, R. La investigación sobre enseñanza de las ciencias: un requisito imprescindible para mejorar la práctica educativa. **Revista Mexicana de Investigación Educativa**, v.11, n.30, p.741-770, 2006.

DUIT, R.; TREAGUST, D. F. Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning, **International Journal of Science Education**, v.25, n.6, p.671-688, 2003.

DUIT, R.; GROPENGEIßER, H.; KATTMANN, U. Towards science education research that is relevant for improving practice: The model of educational reconstruction. In: FISCHER, H.E. (Ed.). **Developing standards in research on science education.** Londres: Taylor & Francis, 2005, p.1-9.

ENGSTRÖM, Y. Activity theory and individual and social transformation. in: ENGSTRÖM, Y.; MIETTINEN, R.; PUNAMÄKI, R.L. (Eds.). **Perspectives on activity theory.** Cambridge: Cambridge University Press, 1999, p.19-38.

GUTIERREZ-BERRAONDO, J. et al. Ideas de los estudiantes universitarios sobre las relaciones trabajo y energía en Mecánica en cursos introductorios de Física. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 40, n. 1, e1403, 2018. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2017-0131>.

ORTIGOZA, L.; ODETTI, H. S.; LLOVERA-GONZÁLEZ, J. J. Resignificación de la enseñanza de física en carreras de ciencias de la salud: una propuesta de

reestructuración educativa. En: MARTÍNEZ LOSADA, C. y GARCÍA BARROS, S. (coord.) **28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Iluminando el cambio educativo.** Universidade da Coruña, 2018, p. 619-624. DOI: <https://doi.org/spudc.9788497496896>.

PAULINI, R.; DEZAR, G. V. Licenciatura en Nutrición de la Universidad Nacional del Litoral: la mirada de sus graduados recientes. **Revista Aula Universitaria**, v.18, p. 114-126, 2016.

POZO, J. I.; GOMEZ CRESPO, M. **Aprender y Enseñar Ciencia. Del Conocimiento Cotidiano al Conocimiento Científico.** (5ta. Ed.). Madrid: Editorial Morata, 2006.

SOLBES, J.; TORRES, N. Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones socio científicas: un estudio en el ámbito universitario. **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**, v.26, p. 247-269, 2012. ISSN 0214-4379.

TASHAKKORI, A.; TEDDLIE, C. (Eds.). **The handbook of Mixed Methods in social and behavioral research** (1ra. Ed.). California: Sage publication, Inc., 2003.

TREAGUST, D. et al. How well do first year university students learn to use multiple representations of physics concepts for understanding and problem solving? In: TASAR, M. FATIH (Ed.). **The Role of Context, Culture, and Representations in Physics Teaching and Learning.** World Conference on Physics Education, (WCPE). Estambul, Turquía, 2012.

WIDODO, A. **Constructivist oriented lessons: The learning environment and the teaching sequences.** Frankfurt: Peter Lang, 2004.

ZALUSKI, F. P., OLIVEIRA, T. D. Metodologias ativas: uma reflexão teórica sobre o processo de ensino e aprendizagem. In: Congresso Internacional de Tecnologias e Educação e Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação a Distância, 2018, São Carlos, São Paulo. **Anais... CIET.** En PED: 2018 – Educação e Tecnologias: Aprendizagem e construção do conhecimento, 2018.

Artículo recibido el: 29 de mayo de 2019

Aprobado: 06 de mayo de 2020

SOBRE LOS AUTORES

Liliana del Valle Ortigoza. Docente investigador en Educación en Ciencias Experimentales. Proyecto de extensión de interés social en educación en

ciencias. Doctora en Educación en Ciencias Experimentales, FBCB, UNL, 2019, Mg. en Docencia Universitaria, FHUC, UNL, 2010. Experto universitario en entornos virtuales de aprendizaje, OEI, Virtual Educa, 2011. Responsable de Biofísica en carrera de Medicina, FCM, UNL. Docente del Departamento de Física, FBCB, UNL.

Contacto: liliortigoza@gmail.com

ORCID: [0000-0003-1725-3197](https://orcid.org/0000-0003-1725-3197)

Juan José Llovera-González. Doctor en Ciencias Técnicas, por el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba. Pos-doctorado en óptica aplicada por la Universidad de São Paulo. Investigador por proyecto con la Universidad Estadual de Campinas. Profesor Invitado en la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) como miembro del comité académico de la maestría en Enseñanza de la Física, Risaralda, Colombia. Asesor de Investigaciones y Posgrado del Instituto de Ciencias Básicas (ICB) Universidad Tecnológica de La Habana, Cujae, Cuba. Miembro del Tribunal Nacional de Grados Científicos en Ciencias Pedagógicas de la República de Cuba. Vicepresidente de la Sociedad Cubana de Física, sección de Enseñanza de la Física.

Contacto: fellovera@gmail.com

ORCID: [0000-0001-5000-9562](https://orcid.org/0000-0001-5000-9562)

Héctor Santiago Odetti. Profesor Titular del Departamento de Química, FBCB, UNL. Docente- Investigador Categoría I del Programa de Incentivos. Director de la Maestría en Didáctica de las Ciencias Experimentales y del Doctorado en Educación en Ciencias Experimentales de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, UNL. Director del Programa de Enseñanza Pre Universitaria dependiente de la Secretaría de Planeamiento Institucional y Académico de la Universidad Nacional del Litoral.

Contacto: hodetti@fbc.unl.edu.ar

ORCID: [0000-0002-8120-9185](https://orcid.org/0000-0002-8120-9185)

ANEXO 1

Prueba Exploratoria sobre Conocimientos y Competencias Licenciatura en Nutrición

Problema 1: EL EJERCICIO FÍSICO (extraído de pruebas PISA 2006)



¿Qué sucede cuando se ejercitan los músculos?

a) Marca con un círculo la respuesta correcta, Sí o No, para cada afirmación.

¿Sucede esto cuando se ejercitan los músculos?	¿Sí o No?
Los músculos reciben un mayor flujo de sangre.	Sí / No
Se forma grasa en los músculos.	Sí / No

b) Justifica tus respuestas.

Problema 2: LATIDOS DEL CORAZÓN (extraído de pruebas PISA 2009)

Por razones de salud la gente debería limitar sus esfuerzos, al hacer deporte, por ejemplo, para no superar una determinada frecuencia cardiaca.

Durante años la relación entre la máxima frecuencia cardiaca recomendada para una persona y su edad se describía mediante la fórmula siguiente:

Máxima frecuencia cardiaca recomendada = $220 - \text{edad}$

Investigaciones recientes han demostrado que esta fórmula debería modificarse ligeramente.

La nueva fórmula es la siguiente:





$$\text{Máxima frecuencia cardiaca recomendada} = 208 - (0,7 \times \text{edad})$$

Un artículo de periódico afirma: “El resultado de usar la nueva fórmula en vez de la antigua es que el máximo número recomendado de latidos cardíacos por minuto disminuye ligeramente para los jóvenes y aumenta ligeramente para los mayores.”

¿A partir de qué edad aumenta la máxima frecuencia cardiaca recomendada como resultado de introducir la nueva fórmula?

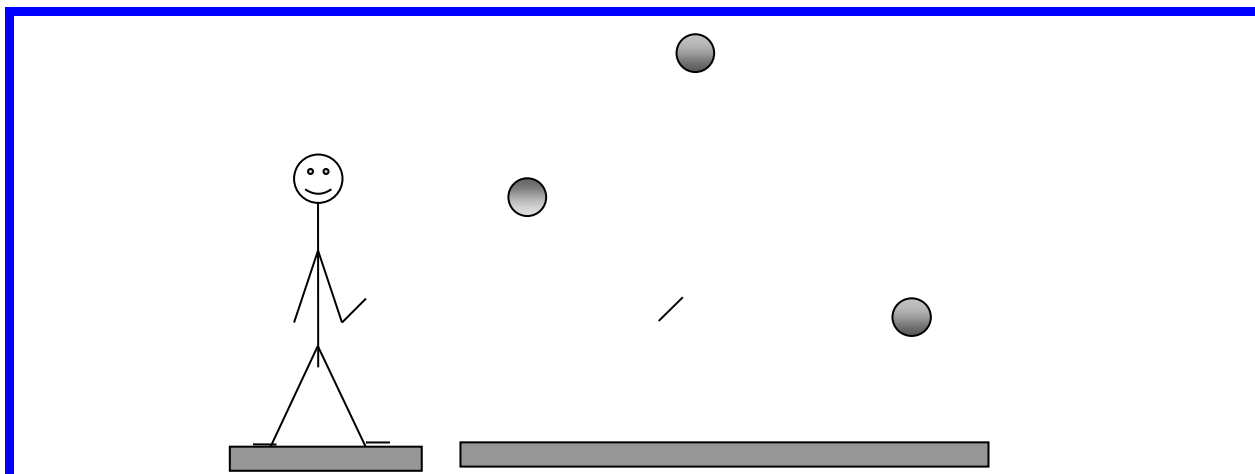
Escribe tus cálculos.

Problema 3: CAMBIO IMPOSIBLE (extraído de “Iniciación a la física en el marco de la teoría constructivista”, 1992)

<p>A)  BOMBILLA $100 \text{ J} \Rightarrow 40 \text{ J}$ energía (eléctrica) → energía (luz)</p>	<p>B)  RIFLE $200 \text{ J} \Rightarrow 250 \text{ J}$ energía (explosiva) → energía de bala en movimiento</p>
<p>C)  CENTRAL $280000 \text{ J} \Rightarrow 70000 \text{ J}$ energía (combustible) → energía (eléctrica)</p>	<p>D)  ALTAVOZ $3 \text{ J} \Rightarrow 0,5 \text{ J}$ energía (eléctrica) → energía (sonido)</p>

- a) ¿Cuál de los cambios de energía A, B, C, D, no podrá ocurrir nunca?
 b) Justifica tu elección.

Problema 4: MOVIMIENTO DE UNA PELOTA EN EL AIRE Extraído de Viennot, Tesis doctoral en “La atención a las dificultades en el aprendizaje de las ciencias experimentales” Benarroch Benarroch, 2003.



Marca en el dibujo **cuál ó cuáles son la(s) fuerza(s) que actúa(n) sobre la pelota** que Pedro lanza hacia arriba cuando:

- a) la pelota está subiendo,
- b) la pelota está en el punto más alto y
- c) la pelota está bajando.