

# Innovación en un primer curso de física en la universidad en el marco de la enseñanza para la comprensión

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

Innovation in a first course of physics at the University within the framework of teaching for understanding

Adrián Silva<sup>1</sup>, Jorge Maeyoshimoto<sup>2,3</sup>, Alejandro Lacaria<sup>4</sup> e Ignacio Idoyaga<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Buenos Aires, Ciclo Básico Común, Cátedra de Física, Ramos Mejía 801, C1405CAE, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica, Junín 956, C1113AAD, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Cátedra de Física, Junín 956, C1113AAD, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>4</sup>Universidad de Buenos Aires, Escuela Técnica, Departamento de Ciencias Naturales, Av. Roca y Av. Escalada, C1439DUL, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

E-mail: iidoyaga@ffyb.uba.ar

## Resumen

El trabajo describe las innovaciones realizadas en cursos iniciales de Física de la Universidad de Buenos Aires en el marco de la Enseñanza para la Comprensión (EpC). A través de conceptos transversales, integraciones temáticas, análisis de casos, experiencias abiertas y trabajo en grupos, se propone una dinámica interactiva con los estudiantes a través de hilos conductores, con tópicos generativos, metas y desempeños de comprensión y valoración continua. Estos pilares de la EpC orientan hacia una propuesta pedagógica estructurada en torno a tópicos generativos mostrando respuestas favorables y ha logrado una empresa alentadora que permite mejorar el plano motivacional enriqueciendo el desempeño, e incorporando una nueva estructura funcional a través de los hilos conductores que mejora la enseñanza y favorezca la posibilidad de que se generen aprendizajes de gran valor y significación.

**Palabras clave:** Enseñanza para la comprensión; Universidad; Física; Hilos conductores.

## Abstract

The paper describes the innovations made in initial courses of physics at the Universidad de Buenos Aires within the framework of Teaching for Understanding (TU). Through transversal concepts, thematic integrations, cases analysis, experiences and group work, a dynamic approach is proposed to students through interactive conductive threads, with generative topics, comprehension and performances goals and continuous assessment. These pillars of the TU orientate towards a new pedagogical proposal structured around generative topic showing favorable results, achieving an encouraging work that improves the motivational level enriching the performance and incorporating a new functional structure through conductive threads that improves the teaching and brings the possibility for generating learning.

**Keywords:** Teaching for understanding; University; Physics; Conductive threads.

## I. INTRODUCCIÓN

Las limitaciones y desafíos que imponen cursos masivos hacen necesaria la búsqueda y exploración de propuestas pedagógicas alternativas, con el fin de motivar e incluir al alumnado.

En los cursos de ciencias naturales de nivel universitario inicial, el desarrollo de las clases suele estructurarse de forma expositiva, con la posterior resolución de ejercicios, siendo ésta en muchos casos la

única instancia de participación de los estudiantes. Sumado a esto, uno de los principales mediadores entre el alumnado y su objeto de estudio es el discurso del profesor, un discurso que a veces se hace tan omnipresente que se transforma en el fin mismo de la actividad, desplazando al aprendizaje de los contenidos (Miettinen, 1992). Otro mediador utilizado de manera recurrente en las clases son las guías de ejercicios, cuya resolución es considerada el modelo de habilidad a alcanzar. En el imaginario de docentes y alumnos, poder resolver los ejercicios de las guías es el paso necesario para poder aprender la asignatura. Muchas veces esta resolución se hace de manera tan irreflexiva que luego el alumno no puede transferir estas acciones a nuevos enunciados y, a pesar de haber cumplido con su parte del contrato pedagógico, no logra la acreditación ni construye aprendizajes significativos (Silva y Trejo, 2013). Esto se debe, en buena parte, a que los ejercicios propuestos en dichas guías no logran constituirse en un problema que requiera solución o en una pregunta que requiera argumentación. El estilo de los ejercicios es dictado por la tradición de la enseñanza de la disciplina y no se realizan cuestionamientos acerca de su adecuación al aprendizaje (Silva y Trejo, 2011).

La sobreexplotación de esta práctica tradicional es justificada frecuentemente por cuestiones cronológicas, edilicias y curriculares, o por la carga conceptual, la existencia de cursos de masiva concurrencia o la escasa cantidad de docentes en relación con la población estudiantil (Carrascosa, 2006). No obstante, es necesario buscar las formas de enseñar en este contexto, como aclaran Pogré y Lombardi (2004) no se trata de enseñar de un modo completamente nuevo y diferente, sino de una premisa aún más ambiciosa y crucial, enseñar más y mejor priorizando la comprensión por parte de los estudiantes.

Stone (1999) propone que comprender es poder realizar una gama de actividades que requieren pensamiento en cuanto a un tema. Por ejemplo, explicarlo, encontrar evidencia y ejemplos, generalizarlo, aplicarlo, presentar analogías y representarlo de una manera nueva. Comprender no es sólo tener conocimientos, implica la habilidad de utilizar ese conocimiento en forma creativa y competente. Lo que permite ver lo que se comprende. Se comprende realmente cuando se es capaz de producir, representar, actuar o hacer. Por otro lado, cuando se aprende es necesario recibir permanentemente retroalimentación constructiva que informe cómo va el proceso de comprensión. Sin experiencia de interacción, no puede haber comprensión.

En línea con lo dicho anteriormente, este trabajo presenta una propuesta tendiente a mejorar las prácticas de enseñanza de la física desde el marco de enseñanza para la comprensión (EpC), el modelo desarrollado por la *Harvard Graduate School of Education* con el objetivo de lograr una enseñanza más efectiva. Este modelo de carácter constructivista, parte de las dudas e inquietudes de los alumnos buscando su involucramiento así como propicia el descubrimiento del fin de la asignatura, los contenidos abordados y su utilidad en la vida.

El marco de la EpC (Perkins y Blythe, 1994; Blythe, 1999) proporciona un campo fértil en el cual sembrar las semillas de innovación. Está basado en la flexibilidad de desempeños, en la integración conceptual y en el hallazgo de cuerpos temáticos inclusivos y totalizadores. Los pilares promovidos desde esta perspectiva como elementos de planeación son:

- Los *tópicos generativos*: representan núcleos temáticos prioritarios en la disciplina, son desequilibradores cognitivos y ofrecen la posibilidad de ser vinculados tanto a lo académico como a lo vivencial.
- Las *metas de comprensión*: Constituyen las habilidades, procedimientos y conceptualizaciones a las que se desea que los alumnos puedan acceder.
- Los *desempeños de comprensión*: son actividades que proporcionan a los estudiantes la posibilidad ir más allá de la información dada con el propósito de crear algo nuevo reconfigurando, expandiendo y aplicando lo que ya saben, construyendo a partir de esos conocimientos.
- La *valoración continua*: Debe entenderse la valoración como una instancia que trasciende ampliamente la mera calificación, concibiendo así su importancia crucial para alcanzar la comprensión.

En consecuencia, este trabajo pretende describir las innovaciones fundadas realizadas en el curso de Física e Introducción a la Biofísica del Ciclo Básico Común de la Universidad de Buenos Aires.

Se trata de un primer curso de universitario de física que aborda algunos tópicos con perspectivas biofísicas. El curso consta de 32 clases de 3 horas cada una. Los grupos de clase reúnen entre 100 y 120 estudiantes y, a lo sumo, dos profesores. El programa analítico incluye las siguientes unidades: Unidad N°1, Cinemática, Dinámica, Trabajo y Energía y Potencia; Unidad N°2, Hidrostática, Hidrodinámica, Ósmosis y Humedad Relativa; Unidad N°3, Calor y Temperatura, 1<sup>ra</sup> y 2<sup>da</sup> Ley de la Termodinámica; Unidad N°4, Electroestática y Electrodinámica.

## II. DESARROLLO

### A. Génesis de la innovación

Desde hace tiempo, el análisis de las prácticas de enseñanza y de los resultados de aprendizaje en la asignatura Física e Introducción a la Biofísica llevan a plantear la imperiosa necesidad de generar innovaciones para lograr la comprensión por parte de los alumnos. Como sostiene Aguerrondo (2002) acerca de las innovaciones, existe un largo proceso previo en el cual se van desarrollando las condiciones que harán posible que surja y se sostengan.

A partir del análisis de encuestas incluidas como opcionales en los exámenes parciales desde el año 2011, que evidenciaron el obstáculo de incluir una excesiva cantidad de conceptos físicos, unidades y leyes en cada examen, la dificultad creciente en la comprensión de los contenidos por los estudiantes, números altos de *recursantes* y bajas notas de aprobación, se decidió introducir nuevas estrategias de intervención en el trabajo áulico. Se comenzó sólo en tres grupos de clase (alrededor de 300 alumnos totales). Estos cambios podrían ser catalogados dentro de lo que Aguerrondo sugiere como la génesis de la innovación.

Se sugirió a los estudiantes la realización de un mapa de jerarquización conceptual en el que se distinguieran los conceptos clave de cada unidad temática, el modelo, los conceptos derivados, las leyes y las aplicaciones. Estas actividades se enmarcan en las teorías de la acción y la metacognición (Miettinen, 2000).

Además, se propuso la lectura previa a cada clase del material teórico elaborado por la Cátedra y se trabajó en consecuencia con exposiciones más breves orientadas al resumen y ejemplos de aplicación de los contenidos. Se desarrollaron grupos la resolución de problemas y plantearon discusiones. También se realizaron experiencias abiertas como elemento mediador en varios de los contenidos (Silva y Trejo, 2013).

Al final de cada unidad temática, se dedicó un espacio de la clase a la integración con la intención de introducir a los alumnos a la transversalidad conceptual, resaltando los conceptos estructurantes, mediante la comparación de modelos, la búsqueda de analogías entre conceptos clave, el análisis de órdenes de magnitud y la aplicación conjunta a casos de interés de los contenidos modelizados. Esta observación basada en la integración conceptual de los sistemas de ecuaciones y la representación de sus implicancias desde la analogía (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001), puede ser una herramienta favorable para la cohesión a un cuerpo conceptual que para los alumnos suele parecer inconexo y facilitar su comprensión.

### B. Consolidación desde el marco EpC

En 2016 se buscó darle corporeidad a la construcción de conceptos transversales, integraciones temáticas, análisis de casos, experiencias abiertas y trabajo en grupos que se exploraron en algunos grupos de clase con anterioridad. Ya no como estrategias novedosas aisladas sino como propuestas concretas de innovación, es decir, se buscó abastecer la labor en las aulas, en la totalidad de los grupos de la sede (10 grupos, 1000 estudiantes totales) de un soporte teórico que permita redefinir la idea de lo que es comprender: como desempeño y apropiación de la realidad y que, además, oriente el diseño de una nueva estructura curricular.

Muchos especialistas sostienen que, la educación científica para ser significativa debe generar cambios epistémicos, cognitivos, discursivos, conductuales, materiales y sociales en la clase de ciencias. (Adúriz-Bravo, 2001). Los modelos didácticos incorporan una *componente epistemológica*, que es la que justifica el propio contenido a enseñar, pero también las actividades de gestión de ese contenido en el sistema didáctico. Esta componente epistemológica de los modelos didácticos muchas veces implícita, incompleta o inconsistente, debe ser revisada y fundamentada.

Para esto se rediseñó la asignatura y se la estructuró según los pilares de la EpC. Se describe la aplicación de este marco a cuatro de las unidades de contenidos de la asignatura:

1. Sistemas de Referencia, Velocidad media e instantánea, Movimientos uniformes y variados en una dimensión, Representación gráfica:

*Tópicos generativos:* ¿Podrías predecir el movimiento de una partícula conociendo su situación actual?

*Meta de Comprensión:* Que el estudiante comprenda la derivación e integración gráfica. Que el estudiante comprenda el significado de las ecuaciones horarias.

*Desempeños de comprensión:* Derivar e Integrar variables con el recurso de gráficos cartesianos. Resolver grupal e individualmente situaciones problemáticas. Aplicar las ecuaciones horarias a situaciones reales. Aplicar a casos de interés biológico asociado a tasas de crecimiento y decrecimiento.

*Valoración continua:* Interacción docente-alumno en la construcción de conceptos. Se suministra a los estudiantes tablas con posición y tiempo de un velocista, y se solicita obtener la mayor información gráfica y analíticamente, con puesta en común y cierre por parte del docente. Abundante discusión sobre la interrelación de los gráficos de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo, y la información relevante que poseen.

2. Cargas y Fuerzas eléctricas. Campo eléctrico, diferencia de potencial y capacitores:

*Tópicos generativos:* ¿Por qué existen conductores y aislantes? ¿Cuáles son las causas de la estructura microscópica de la materia? ¿Se puede almacenar energía eléctrica?

*Meta de Comprensión:* Comprender la importancia crucial de la carga eléctrica. Comprender la naturaleza y propiedades de conductores y aislantes. Discutir la utilidad de los conceptos de Potencial, Campo Eléctrico y Energía electrostática.

*Desempeños de comprensión:* Aplicar la conservación de la carga y fuerza entre cargas. Integrar el concepto de energía interna a sistemas con cargas eléctricas. Instrumentar con capacitores, y aplicar las leyes asociadas.

*Valoración continua:* Experiencias abiertas de aula con participación directa de los estudiantes. Discusión y resolución de casos en grupo y realimentación con el docente.

3. Corriente y resistencias eléctricas: Potencia y Circuitos RC:

*Tópicos generativos:* ¿La corriente eléctrica es análoga a un fluido? ¿Cómo se convierte la corriente en luz?

*Meta de Comprensión:* Discutir los conceptos de corriente eléctrica y fuerza electromotriz y las causas de los fenómenos que describen. Analizar la funcionalidad de la Ley de Ohm y su similitud con las leyes estacionarias estudiadas en unidades anteriores. Comprender las transformaciones de la energía y su semejanza e interrelación con las unidades anteriores (efecto calórico Joule).

*Desempeños de comprensión:* Realizar circuitos y desarrollar habilidades coherentes con los modelos de circuitos. Integrar conceptos y magnitudes semejantes (Poiseuille) asociaciones de resistencias. Conocer los modelos que describen la naturaleza bioeléctrica de los seres vivos.

*Valoración continua:* Experiencias abiertas de aula con participación directa de los estudiantes. Actividades de asociación conceptual con argumentación, intercambio y evaluación mutua (entre pares y docente-alumno). Discusión y resolución de casos en grupo y retroalimentación con el docente.

4. Presión parcial, Equilibrio líquido-vapor, Humedad Relativa:

*Tópicos generativos:* ¿Por qué aparece el rocío? ¿Nos sirve transpirar?

*Meta de Comprensión:* Debatir las propiedades de los cambios de fase. Comprender la noción de calor latente y su aplicación a situaciones de interés biológico (Transpiración). Integrar este tópico con el equilibrio líquido-vapor.

*Desempeños de comprensión:* Aplicar las propiedades del equilibrio de fases líquido – vapor. Incorporar los conceptos de presión parcial y temperatura de rocío y lograr su aplicación a situaciones problemáticas.

*Valoración continua:* Experiencia abierta de aula con participación directa de los estudiantes. Discusión de gráficos Presión de saturación vs Temperatura.

### C. Los hilos de la innovación

El planeamiento de la asignatura bajo la luz de este marco teórico permite destacar un conjunto de conceptos centrales que emergen de manera recurrente en el desarrollo del curso, por ejemplo, la observación de un mismo fenómeno en contextos diferentes, tales como la conservación de la energía en todas sus formas, la noción de sistema y los conceptos de gradiente y flujo. Estos son los hilos conductores que capturan la esencia del curso.

La estrategia de abordaje que se detalla se implementa conforme avanza el desarrollo de los tópicos generativos y cobra máxima significancia una vez finalizado el tratamiento de estos, como eje vertebrador de todo el curso.

Los tópicos generativos abarcan dos tipos de fenómenos físicos bien definidos: situaciones de equilibrio estáticas (entre campos de fuerzas, presiones y potenciales eléctricos en las subunidades correspondientes de Estática, Hidrostática y Electroestática) y situaciones de flujo en régimen estacionario, sin dependencia temporal explícita y descritas por ecuaciones lineales que relacionan el gradiente de alguna magnitud física con el flujo de masa, energía o impulso, y que involucran constantes con importante contenido conceptual, que llamaremos en general Resistencias por tratarse de inversas de las conductancias que facilitan los flujos correspondientes. Todo el curso hilvana tres hilos conductores o metas de comprensión:

Concepto y aplicación de la *Conservación de la Energía*: constituye el eje vertebral sobre el que se estructuran los tópicos generativos. La distinción entre las formas de energía, su descripción a través de

modelos de gran generalidad, y el desarrollo de habilidades para su uso en situaciones de interés, forman parte de las metas de comprensión que se espera que los estudiantes alcancen. Desde formas ordenadas de la energía para pocos cuerpos en interacción (energías cinética, potencial y mecánica), pasando por la energía en un medio continuo conservativo, hasta las formas de intercambio desordenadas, en la categoría de calor y su relación con la energía interna de un sistema, y con la energía libre disponible para realizar trabajo, incluyendo la presencia de cargas eléctricas, donde nos encontramos al final del curso con un sistema conservativo similar a la unidad de Mecánica.

Concepto de *Sistema*: como frontera que delimita entidades, cuyas evoluciones dependen de interacciones dentro del sistema y acciones externas (el exterior al sistema actúa como un todo, esa es una de las ventajas de trabajar con sistemas) y el concepto de estado de un sistema: Así se estudia en Mecánica cuerpos materiales considerados como partículas, cuyo estado se determina conociendo sus posiciones y velocidades, En Fluidos el sistema es un medio continuo con y sin disipación (Bernoulli y Poiseuille), en el cual no se distinguen partículas sino “elementos de volumen” cuyo estado conociendo su velocidad y su presión, no es más que la energía contenida en cada elemento de volumen; en Termodinámica los sistemas están formados por un enorme número de partículas, siendo su estado determinado en consecuencia por magnitudes macroscópicas que promedian comportamientos del nivel molecular, como la presión, la temperatura, el volumen y el número de moles; en Electroestática y Electrodinámica, los sistemas son conductores, aislantes, y cargas eléctricas, y su estado definido por su potencial y por su energía.

*Gradiente y Flujo*: un gradiente señala la máxima variación a lo largo de una coordenada espacial de una magnitud física, y lo expresamos como la variación de dicha magnitud respecto de una coordenada de posición espacial. Este gradiente origina el transporte de materia, energía o impulso a través de una superficie imaginaria o real, a lo largo del tiempo. En este contexto, llamamos flujo a la cantidad de masa, energía o impulso, que atraviesa dicha superficie por unidad de tiempo, expresado como una variación respecto del tiempo. En general este transporte se realiza en sentido contrario al gradiente, de modo que formalmente se toma el mismo con signo negativo. Por otro lado, sólo consideramos modelos unidimensionales en consecuencia de carácter escalar, a lo largo de una coordenada espacial a la que llamamos  $X$ , y en los cuales no se analizan las evoluciones temporales de los gradientes, es decir se consideran constantes en el tiempo.

Es oportuno agregar que durante el curso aparecen ecuaciones que describen procesos que son una parte importante de las metas de comprensión en el marco de la EpC; la descripción matemática es formalmente idéntica, constituyendo una invariancia de forma muy útil a la hora de integrar conceptual y estructuralmente la física subyacente. La discusión sobre las diferencias conceptuales sutiles sobre lo que expresan esas ecuaciones, resulta en el enriquecimiento de los desempeños de comprensión de los estudiantes.

#### IV. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

La estrategia de abordaje que se propone acerca a los estudiantes al modo de pensamiento propio de las ciencias naturales, y puede ser un basamento para su futuro desempeño profesional.

El trabajo desde el marco de la EpC implica enfrentar al alumno a la formulación de una pregunta y a la solución de problemas. Esto le permite dar un paso sustancial: pasar de ser oyente a ser un lector-investigador; lo invita a buscar cómo otros han formulado esa pregunta y cuáles respuestas se han dado; a reconocer en la lectura determinaciones, estructuras, conceptos e intuiciones de los autores. En el análisis de preguntas y respuestas facilitará que logre establecer relaciones entre lo concreto y lo abstracto, los hechos y los procesos, la permanencia y el cambio, la cantidad y la calidad, la acumulación y la duración, la intensidad y la densidad, los detalles y la síntesis. El estudiante podrá de esta forma observar desde diversas representaciones, paradigmas y lenguajes, comparar, descubrir similitudes y diferencias, paralelismos, simetrías y asimetrías, balances y desequilibrios. Esto favorecerá el pensamiento crítico, la capacidad de preguntar y de responder siguiendo métodos de búsqueda que llevan a apropiarse del conocimiento, a argumentar y ser capaz de producir respuestas.

Es necesario avanzar en una pedagogía más activa, en la que la observación y la experimentación sean más importantes que oír pasivamente una conferencia del profesor, aprenderse un manual o resolver guías de ejercitación de manera automática. No se trata de aprender de memoria leyes, teorías, modelos, principios o proposiciones, sino de entender qué es la ciencia, cómo evoluciona, cómo explica, qué es un modelo, qué es una ley, cómo se usan las teorías y los métodos en la ciencia.

El marco de EpC se presenta como un desafío fértil para continuar proponiendo y profundizando hilos conductores que admitan diferentes recorridos de aprendizaje válidos para alcanzar las metas propuestas. Sería interesante explorar estrategias de investigación que permitan evidenciar y estudiar estos recorridos, para posteriormente evaluar su impacto sobre el aprendizaje. Así mismo, estableciendo puntos de contac-

to con investigaciones previas (Pogré, 2007) el modelo se presenta como una herramienta capaz de interpelar el conocimiento y la comprensión de los docentes y propiciar un aprendizaje continuo y multidisciplinario.

A través de las innovaciones introducidas en los cursos se logró una empresa alentadora que permite mejorar el plano motivacional enriqueciendo el desempeño, generando un marco de contención más armónico para docentes y alumnos e incorporando una nueva estructura funcional a través de los hilos conductores que mejora la enseñanza y favorezca la posibilidad de que se generen aprendizajes.

Se espera que este trabajo pueda contribuir a la incorporación y generación en el nivel universitario de prácticas educativas en el campo de la Física que acerquen a los estudiantes a vivenciar desde la acción y la reflexión la dinámica propia y característica de las ciencias experimentales.

## REFERENCIAS

Adúriz-Bravo, A. (2001) *Integración de la Epistemología en la formación del Profesorado de Ciencias* (Tesis Doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España.

Aguerrondo, I. y Xifra, S. (2002). *La Escuela del futuro I. Cómo piensan las escuelas que innovan*. Buenos Aires: Papers Editores.

Blythe, T. (1999). *La Enseñanza para la Comprensión: Guía para el docente*. Buenos Aires: Paidós.

Carrascosa, J. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, (2)23, 158.

Galagovsky, L. y Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y Analogías en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. El concepto de Modelo Didáctico Analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 2(19), 231-242.

Miettinen, R. (1992). *Trascendiendo el aprendizaje escolar tradicional: el trabajo de los maestros y las redes de aprendizaje*. Perspectives on Activity Theory. Cambridge: University Press.

Miettinen, R. (2000). The concept of experiential learning and John Dewey's theory of reflective thought and action. *International Journal of Lifelong Education*, 19(1), 54-72.

Perkins, D. y Blythe, T. (1994). Putting understanding up-front. *Educational Leadership*, 51(5), 4-7.

Pogré, P. y Lombardi, G. (2004). *Escuelas que Enseñan a Pensar*. Buenos Aires: Papers Editores.

Pogré, P. (2007). Cómo enseñar para que los estudiantes comprendan. *Diálogo Educ.*, 20(7), 25-32.

Silva, A.M. y Trejo, M.F. (2011). Experiencias abiertas de aula para plantear y resolver problemas de Física. Presentado en *XVII Reunión Nacional de Educación en la Física*, 19 al 23 septiembre, Córdoba.

Silva, A. M. y Trejo, M.F. (2013). Un enfoque innovador en la Enseñanza de la Biofísica mediante la implementación de modelos experimentales interactivos en el contexto del primer año de la formación universitaria. Presentado en *VII Congreso Iberoamericano de Educación Científica*, 28 al 31 de mayo, Las Tunas.

Stone Wiske, M. (1999). *La Enseñanza para la Comprensión. Vinculación entre la Investigación y la práctica*. Buenos Aires: Paidós.