
EVALUACIÓN DE UNA PROPUESTA DIDÁCTICA EN EL AULA DE BIOFÍSICA DE ENFERMERÍA UNIVERSITARIA^{+*1}

Beatriz Aiziczon

Departamento Biomédico – Facultad de Medicina – UNT

Leonor Cudmani

Instituto de Física – Facultad de Ciencias Exactas – UNT

Tucumán – Argentina

Resumo

En este trabajo se diseña y evalúa una construcción metodológica en clases teóricas multitudinarias de Biofísica en primer año de enfermería universitaria para abordar dos temáticas que resultan movilizadoras de los intereses de los alumnos y se refieren a la importancia de la hidratación en el hombre y los fenómenos relacionados con el mal de altura. Una propuesta didáctica superadora con inclusión de Tics en el aula, a partir de los criterios que derivan del Modelo teórico fundamentado encuadrada en el Modelo de Aprendizaje Significativo Ausubeliano y el Aprendizaje Basado en Problemas; se aplican distintas estrategias para facilitar la integración de núcleos conceptuales fundamentales y su aplicación a la futura práctica

⁺ Evaluation of a didactic proposal in a nurse career Biophysics class at the University

^{*} *Recebido: agosto de 2011.*

Aceito: março de 2012.

¹ Una versión preliminar de este trabajo se difundió entre los participantes del “II Congreso Internacional y IV Congreso de Educación en Ciencia y Tecnología”, 6 al 10 de Junio de 2011, UNCA, Catamarca, Argentina, y en el “Décimo Simposio de Investigación en Educación en Física, 10”. **Memorias...** SIEF, 10, Posadas, Misiones, Argentina. 6 al 8 de Octubre de 2010.

profesional, favoreciendo la diferenciación progresiva, la reorganización integrativa y la evaluación formativa, concluyéndose que la mayoría de los alumnos estaría a favor de la aplicación de la nueva metodología.

Palabras-chave: *Clases masivas. Biofísica. Aprendizaje Significativo. ABP. Enfermería.*

Abstract

In this work we design and analyze the experience of an integrative strategy in mass theoretical classes of Biophysics in the first year of the Nurse career (Nursing). It was constructed from our previous Theoretical Model in the mark of the Ausubelian Significant Learning Model and the Problem Based Learning PBL according to the constructive approach and based on the authors' previous works. We used applications of several strategies in Medical Education promoting the integration of concepts allowing the progressive differentiation and the integrative reorganization as well as the formative evaluation. As a conclusion, most of the students would be in favor of the application of this new methodology.

Keywords: *Mass classes. Biophysics. Ausubelian significant learning. PBL. Nurse career.*

I. Introducción

Biofísica es una asignatura cuatrimestral de primer año de la Carrera Universitaria de Enfermería. El contexto institucional está caracterizado por clases teóricas multitudinarias a cargo de un docente, donde los alumnos ingresan sin examen de selección. La evaluación no responde a necesidades pedagógicas sino a exigencias académicas (GONZÁLEZ; CUDMANI, 2006). Su enseñanza tradicional no ofrece espacios curriculares que permitan la integración horizontal ni vertical de contenidos con otras asignaturas ni su aplicación a los problemas clínicos. Su aprendizaje mecánico a partir de la fragmentación de saberes, dificulta percibir al ser humano como un sistema complejo que representa mucho más que

la suma de sus partes, y constituye la expresión de una estructura cognitiva desorganizada que se hace difícil modificarla con estrategias tradicionales.

En ese contexto se obvian las peculiaridades epistemológicas de la asignatura y se promueve un manejo algorítmico de símbolos abstractos. Algunas temáticas no se presentan debidamente interrelacionadas con el hombre y su vinculación con el medio, tal el caso de los temas de esta propuesta: La relevancia de la Física del agua y la Física de los fluidos en los procesos vitales en el hombre. El saber médico precisa un cuerpo de conocimientos claros, estables, relevantes, sistematizados en el que estén integrados los aportes de las Ciencias Básicas, y que puedan ser utilizados para la adquisición de nuevas informaciones en esa misma área. El impacto de las nuevas tecnologías y los hábitos de la población resultan movilizados de los intereses de los alumnos y cobran importancia en el diseño de estrategias de enseñanza aprendizaje de Biofísica tales como las que desarrollamos en esta propuesta.

1. Objetivos de investigación

Objetivo general:

Diseñar e implementar una estrategia didáctica superadora fundada en un modelo teórico debidamente explicitado y evaluarlo sistemáticamente.

Objetivos específicos:

- Proponer un modelo de aprendizaje superador.
- Derivar criterios del Modelo propuesto que guíen las estrategias de aprendizaje.
- Diseñar una propuesta facilitadora de Aprendizaje Significativo.
- Analizar sistemáticamente los resultados en base a categorías claramente explicitadas y extraer conclusiones.

2. Objetivos de aprendizaje

- Interpretar procesos biofísicos en el organismo humano sobre la base de conceptos científicos adquiridos significativamente.
- Reflexionar sobre los riesgos para la salud.
- Promover medidas de prevención basadas en los hábitos de vida.

II. Marco teórico

El Modelo de Recepción-Transmisión de enseñanza de las ciencias tiene una estructura que privilegia las clases teóricas como principal estrategia didáctica. Está apoyado en un modelo de aprendizaje centrado en el docente, donde el alumno se limita a escuchar, tomar apuntes y repetir esa información en la evaluación sumativa final. La enseñanza mediante la fragmentación de los saberes en disciplinas dificulta percibir los múltiples aspectos que intervienen en la complejidad humana y el mantenimiento de la vida.

La importancia de superar ese Modelo hace que la investigación didáctica se oriente a seleccionar criterios para aplicar nuevas estrategias en modelos más actuales.

1. Nos proponemos, por lo expresado anteriormente: Rescatar los criterios del contexto CTS (Ciencia Tecnología Sociedad) compatibles con el nuevo paradigma en Ciencias Médicas, que proponen familiarizar al alumno con procedimientos de acceso a la información y la tecnología como elementos que facilitan la conexión con el mundo real; ponen el acento en la dimensión social y tecnológica, promoviendo la búsqueda de información desde distintas fuentes para favorecer una visión correcta de la actividad científica (Alonso Sánchez et al, 1996); propone crear condiciones en el aula para razonar sobre temas de Educación para la salud y prevención de hábitos perjudiciales para la sociedad, otorgándole importancia al pensamiento crítico y la ética en la toma de decisiones responsables.

2. Trataremos de integrar al aprendizaje de los conceptos científicos, aspectos sobre su uso profesional en el contexto de la carrera

Este trabajo forma parte del Proyecto de investigación “Transferencia de resultados de investigación en la superación de dificultades en el aprendizaje de conceptos y procedimientos en ciencia y tecnología” (CIUNT, 2005-2008; 2009-2012). Se partió de preguntas de investigación provenientes de nuestra experiencia docente, que reflejan los principales obstáculos encontrados empíricamente en la enseñanza de Biofísica en Enfermería y de la bibliografía relacionada. La identificación de factores subyacentes permitirá derivar criterios que guíen estrategias superadoras coherentes con el Modelo de Aprendizaje Significativo. El esfuerzo de los alumnos por comprender los conceptos biofísicos se vería facilitado en un contexto que favorezca la percepción de su relevancia en la comprensión de los problemas clínicos de la práctica profesional, brindando oportunidades para integrarlos de modo horizontal y vertical, relacionándolos con conocimientos de asignaturas de distintos años de la carrera y con los problemas clínicos (AIZICZON; CUDMANI, 2004, 2010)

Consensos logrados entre teorías estructuralistas:

- El conocimiento es una construcción (reconstrucción, co-construcción).
- La construcción debe estar enraizada en la estructura cognoscitiva previa para que adquiera significación y estabilidad (investigar ideas previas e identificar conceptos inclusores)
- Integración de concepciones, fines, metodologías, ontologías, para generar cambios significativos más o menos estables de la estructura cognoscitiva
- El rol del alumno como protagonista responsable de su aprendizaje
- El rol docente como facilitador (generador de situaciones de aprendizaje, guía como experto)
- Importancia de la interacción social para favorecer estos cambios (trabajo grupal)

El aprendizaje significativo es un proceso dinámico en el cual el alumno construye significados idiosincrásicos sobre la base de principios, conceptos y proposiciones, a partir de la disponibilidad de conceptos relevantes e inclusivos; contempla la interacción con el nuevo material, su asimilación y las modificaciones significativas que se producen en la estructura cognitiva en función de ese anclaje (MOREIRA; CABALLERO, 2008; AIZICZON; CUDMANI, 2004, 2010). Ausubel (1981) centra su atención en la naturaleza del aprendizaje humano escolarizado; señala que el factor cognitivo más importante para generar estrategias de aprendizaje significativo y retención de los conocimientos, es conocer y tener en cuenta la estructura cognitiva del alumno en su contenido sustantivo y en la organización de ese conocimiento.

Desde el Pensamiento Complejo (MORIN, 2002) surgen otras propuestas como “un saber necesario para la educación del futuro” que contribuye reuniendo y organizando los conceptos.

Criterios para diseñar estrategias

Facilitar el Aprendizaje Significativo receptivo implica diseñar estrategias que faciliten el pasaje de la estructura conceptual de la disciplina a la estructura cognitiva del alumno de manera significativa, promoviendo su claridad y estabilidad a partir de conceptos subsunores que promuevan su integración con los nuevos conocimientos (MOREIRA, 1983; MOREIRA; CABALLERO, 2008):

1. *La facilitación sustantiva* identificando los conceptos relevantes, organizándolos e integrándolos, investigando la disponibilidad de subsunores para el anclaje de estrategias de aprendizaje significativo, y concentrando el esfuerzo instruccional en ellos.
2. *La facilitación programática* promoviendo la organización jerárquica de

conceptos, explorando sus relaciones mediante la diferenciación progresiva y la reconciliación integrativa, determinando la estructura lógica de los temas, organizándolos secuencialmente, favoreciendo la consolidación del aprendizaje, considerando la disponibilidad de conceptos relevantes subsunsores. *Estrategias que se proponen a partir del Marco Teórico* (AIZICZON; CUDMANI, 2004): Investigación de ideas previas y prerrequisitos, organizador previo, mapas conceptuales, diagramas secuenciales (NOVAK, 1988).

Ausubel (1981) sostiene que para lograr aprendizaje significativo debemos considerar tanto el significado lógico que se desprende del uso de material potencialmente significativo, como el significado psicológico que implica la actitud favorable para el aprendizaje. La predisposición a aprender significativamente puede facilitarse promoviendo que el alumno perciba la relevancia del tema utilizando una diversidad de estrategias instruccionales y materiales educativos que impliquen la participación activa del estudiante y el manejo crítico de la información. En este trabajo rescatamos el Principio de la no centralidad del libro de texto y el Principio de la no utilización de la pizarra como Principios facilitadores de Aprendizaje Significativo Crítico (MOREIRA, 2005, MOREIRA; CABALLERO, 2008).

El modelo de instrucción problematizada o “por investigación”

Sostiene que el aprendizaje de conocimientos científicos exige un proceso de evolución, cambio conceptual, epistemológico y actitudinal. La orientación investigadora potencia situaciones de aprendizaje, enfrenta al alumno a “situaciones problemáticas” abiertas, significativas respecto de su estructura cognoscitiva, la estructura cultural del grupo y el aprendizaje del tema a enseñar, y que son abordadas bajo la guía del docente en un ambiente de trabajo colectivo contemplando disponibilidad de tiempo para pensar, hacer y debatir; genera oportunidades para favorecer el compromiso personal en la tarea, realizar esfuerzos de integración, elaborar memorias científicas, identificar perspectivas (VERDÚ et al, 2002; AIZICZON; CUDMANI, 2004). La estructura problematizada a través de una investigación dirigida transforma el tema de estudio en un problema a investigar, reduciendo el currículo solo a los conceptos que puedan ser bien aprendidos y recordados a largo plazo (GIL PEREZ; VALDEZ CASTRO, 1995; CUDMANI, 1998).

La estructura problematizada permite reestructurar “temas clásicos” según planteos constructivistas de educación en ciencias otorgando sentido a su estudio y aproximando al alumno a su futura práctica profesional. En esta filosofía, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) permite “Aprender a aprender” e

integrar información de ciencias básicas y clínicas en la educación médica (BARROWS; TAMBLYN, 1980; VENTURELLI, 2000; ALONSO SÁNCHEZ et al, 1996; IIME, 2002).

1. Los criterios para planificarla se establecen a partir de preguntas que guían la toma de decisiones (AIZICZON; CUDMANI, 2010): a) El problema estructurante y los objetivos. b) Metas parciales que favorezcan recapitulaciones que reorienten el proceso. Revisión de ideas previas y pre-requisitos para evitar que se conviertan en obstáculos. c) Secuencia de temas, actividades, y evaluación, según una estrategia. 2. Nuevos problemas a investigar. En este Modelo las Sesiones de globalización enfrentan al alumno a tareas complejas y funcionan como ocasión privilegiada de Aprendizaje. La Evaluación formativa a través de la retroalimentación constante, es percibida como ayuda que reorienta la investigación (CUDMANI; PESA; SALINAS, 1986). Dado que el alumno percibe como importante sólo lo que se evalúa, se tiene en cuenta todas sus producciones como elementos capaces de reforzar y sedimentar el aprendizaje (Memorias Científicas).

En un proceso de enseñanza-aprendizaje que incluye TICs en el aula, cobra importancia el diseño de *estrategias metodológicas* que promuevan la *interacción virtual* y la comunicación social, facilitando el *intercambio de información y conocimientos* entre los participantes. Como consecuencia del cambio en las *tareas académicas propuestas*, se espera que el alumno utilice Internet como canal de comunicación y desarrolle competencias instrumentales, comunicativas y didácticas, tales como aprender a buscar información, negociar significados, expresar y difundir el conocimiento. El *correo electrónico*, constituye una de las herramientas de comunicación *asincrónica* más significativas del *aprendizaje colaborativo*, permitiendo superar el aislamiento derivado de la distancia física y cognitiva (AREA MOREIRA, 2008; CABERO; LLORENTE, 2007).

En esta propuesta se opta por el Modelo de Aprendizaje Significativo propuesto por Ausubel por sus aportes al aula de clase y se complementa con el modelo de Resolución de problemas bajo la guía del docente como experto, con los criterios CTS y de la Epistemología de la Complejidad (MORIN, 2002).

Criterios que guían las estrategias de aprendizaje (AIZICZON; CUDMANI, 2008)

* Facilitar el Aprendizaje Significativo.

- * Identificar los modelos conceptuales del alumno y las ideas previas como relaciones incorrectas desde el punto de vista científico.
 - * Activar subsunsores, identificar conceptos clave y su estructura jerárquica.
 - * Facilitar la integración de núcleos conceptuales a partir de problemas relevantes.
 - * Utilizar la diferenciación progresiva y la reorganización integrativa como estrategias de aprendizaje y como instrumento de evaluación formativa.
 - * Desarrollar habilidades de estudio autodirigido.
- Favorecer la reflexión crítica, aumentar la motivación.
- * Aprender en un contexto similar al profesional promoviendo el razonamiento clínico.

Las *Competencias profesionales del Médico* (Res. N° 1314, 2007) se establecen en los Contenidos Curriculares Básicos para la Carrera de Medicina. Entre ellas se señala: 12. “Utiliza el pensamiento crítico, razonamiento clínico..., metodología de investigación científica en la búsqueda de información...”13. “Busca información en fuentes confiables” 14. “Analiza críticamente la literatura científica, 20. “Desarrolla actividades de autoaprendizaje y/o de estudio independiente en forma individual y/o en grupos de pares y/o con otros miembros del equipo de Salud” 34. “Identifica en la comunidad los grupos en riesgo de enfermar o morir por conductas, estilos de vida, condiciones de trabajo...”. Los *Estándares* para la acreditación se describen según las *Competencias profesionales del Médico*, algunos de los cuales dicen: “...promover el desarrollo intelectual, el espíritu crítico y el sentido ético de sus alumnos en un clima de libertad, equidad y respeto por la diversidad” (I.6) “...contacto temprano con actividades de prevención de la enfermedad y promoción de la salud” (II.18) “Desde los primeros años de la Carrera se deben ofrecer a los alumnos experiencias educativas que favorezcan la integración y/o articulación de los conocimientos” (II.2). Estos estándares y competencias se consideran también como *objetivos* en este diseño curricular.

III. Metodologías de enseñanza y de investigación

Aspectos generales

Esta propuesta está basada en estudios previos de las autoras para la enseñanza de Biofísica en Medicina que se venían aplicando por separado desde el

año 2002 con alumnos de la Carrera de Médico. Su diseño fue realizado a partir de los criterios que derivan del Modelo teórico fundamentado, encuadradas en el Modelo de Aprendizaje Significativo Ausubeliano y el Aprendizaje Basado en Problemas ABP (AIZICZON; CUDMANI, 2004, 2010).

Para la construcción de la estrategia metodológica adaptamos propuestas que habíamos ya probado con alumnos de 2° año Medicina respecto a algunas áreas temáticas de interés (RODRÍGUEZ MAISANO, AIZICZON et al, 2006):

Respecto a la temática “*De agua somos*”: En propuestas anteriores reestructuramos el tema clásico “Soluciones” en cursos de Biofísica en carreras de la salud, según planteos estructuralistas de Educación en Ciencias (MOREIRA, 1999) aplicando estrategias que faciliten el Aprendizaje Significativo a partir de actividades para ser desarrolladas en el aula:

- a. para activar subsensores relevantes a partir de un organizador previo diseñado a tal efecto como integración vertical (AIZICZON; CUDMANI, 2004)
- b. para integrar núcleos conceptuales a partir de la construcción de mapas conceptuales como evaluación formativa (AIZICZON; CUDMANI 2004)
- c. para diseñar Campañas de Prevención y Promoción de la salud y transferirlas a la población, desde una estructura problematizada vinculada con los conocimientos previos, los intereses de los alumnos y las aplicaciones médicas, integrando con sentido la introducción de conceptos biofísicos con las actividades propuestas (AIZICZON; CUDMANI, 2010)

IV. Metodología de enseñanza

Marco contextual

Como ya dijimos, la experiencia se realizó en el marco de las clases teóricas masivas de Biofísica en 1° año de la carrera de Enfermería universitaria, que pertenece a la Facultad de Medicina. En general el nivel de física y matemáticas suele ser bajo, dado que los alumnos ingresan sin una instancia niveladora de sus conocimientos previos del secundario; es por ello que el dictado de la asignatura requiere del docente un abordaje fundamentalmente desde el aspecto conceptual, donde el contacto con las fórmulas está dirigido a analizar las variables en juego, y sin que existan posibilidades de realizar actividades de laboratorio ni problemas de lápiz y papel. Pese a lo adverso de este contexto intentamos generar cambios en las actividades tendiendo hacia una enseñanza más acorde con nuestro marco teórico.

Hubo que adaptar el diseño de la propuesta a las exigencias curriculares del cursado cuatrimestral de la asignatura teniendo en cuenta el gran número de alumnos que asisten a las clases teóricas obligatorias como única actividad y a la insuficiente relación docente alumno. Estos aspectos implicaron el desafío de diseñar actividades centradas en el alumno considerando la masividad y que puedan ser evaluadas ajustándose a la marcha de ciclo lectivo. Se optó por un planteo mixto de ABP con Clases Teóricas acotadas, para desarrollar también desde otra metodología, los conceptos biofísicos involucrados en los problemas; la estrategia debía favorecer el contacto con las nuevas tecnologías para acercar al alumno a la modalidad de trabajo científico actual: búsqueda de información en Internet, exposiciones en plenario mediante Power Point, así como familiarizarlos con el uso del pendriver, notebook, cañón y correo electrónico.

Se diseñaron dos problemas de ABP. El primer problema de ABP tuvo como objetivo despertar el interés por el estudio de la asignatura al tratar un caso clínico relevante y muy cercano a la vida diaria desde la perspectiva de la prevención y promoción de la salud, como actividad introductoria, relacionado con la física del agua. El segundo problema funcionó como una instancia integradora donde aplicar todos los temas que se habían visto en la asignatura hasta el primer parcial, a partir de la temática del mal de altura.

La duración de la propuesta fue de 8 semanas distribuidas en dos encuentros semanales de dos horas y media cada una, con la participación de 130 alumnos. La estrategia de ABP fue pensada inicialmente para una clase semanal de dos horas, pero hubo que aumentarlas dado que las sesiones de globalización del ABP requerían una clase entera. El trabajo grupal se realizó a distancia dado el gran número de alumnos. Se dio como consigna que la producción grupal a partir del problema de ABP debía tener la forma de a. una Campaña de prevención y promoción de la salud b. Monografía. Se requirió una presentación por escrito de las propuestas grupales, a fin de introducirlos en la estructuración de la presentación de trabajos científicos. Se contempló la presentación de los Power Point en plenario, a fin que funcione como una instancia para reforzar los conceptos, y discutir grupalmente los distintos enfoques de las propuestas; también sirvió para analizar los aspectos técnicos de las presentaciones, como tamaño de letras, utilización del recurso del humor para ilustrar algún concepto, etc. La Evaluación formativa estuvo apoyada en todas las producciones o Memorias Científicas de los alumnos. Esto implicó organizar una red para que los grupos se comunicaran vía e-mail con un alumno que centralizó la tarea de envío de los archivos con sus producciones quien a su vez la reenviaba al docente a fin de

evaluarlos y sugerir las correcciones para su mejora. Al finalizar la propuesta se tomó una evaluación sumativa que respondiera a las exigencias curriculares.

Tabla 1: Guía de actividades.

<p><i>Guía de actividades:</i> La construcción metodológica aplicando diferentes estrategias de aprendizaje se realizó a partir de los criterios que derivan del Modelo teórico fundamentado, y determinó distintos momentos. 1. Introducción. Marco teórico en que se encuadran las actividades.</p>
<p>2. <i>ABP I: “De agua somos”:</i> <i>contenidos:</i> el agua como solvente universal del organismo, dispersiones, propiedades coligativas de las soluciones, balance hídrico, presión osmótica en el organismo, soluciones isotónicas, osmolaridad del plasma sanguíneo. <i>Actividades:</i> Introducción: Fundamentación del enfoque para biofísica, centrado en el hombre y su medio ambiente. Revisión de prerrequisitos e ideas previas. Clases expositivas acotadas con <i>texto de apoyo</i> para los alumnos. 2. Problema de ABP “De agua somos”: Lectura del problema en clase. Trabajo grupal a distancia: La consigna fue “diseñar una campaña de prevención y promoción” para ser difundida en Colegios Secundarios mediante el uso del Power point (MC1.1). Dicha campaña debe contemplar la identificación e integración de núcleos conceptuales fundamentales de conceptos biofísicos a partir del problema de ABP. Búsqueda bibliográfica en libros y en Internet de los conceptos biofísicos y sus aplicaciones médicas en distintas situaciones de la vida diaria; Integración básico-clínica. identificar riesgos en distintas poblaciones según edad y actividad física. Preparación de Bebidas isotónicas. Relacionar Valores Normales de la OMS. Incidencia social de fenómenos. 3. <i>Evaluación</i> formativa grupal integradora. Puestas en común en plenario de los power point por cada grupo mediante la proyección con cañón. Síntesis para integrar la información y conclusiones. 5. Presentación escrita de la campaña de prevención: monografía grupal con la propuesta (MC1.2). Cierre. <i>Evaluación formativa: (MC1.1) (MC1.2)</i></p>
<p>3. <i>ABP II: “De vacaciones a 4000m de altura”:</i> <i>Contenidos</i> Biofísicos: <i>Biofísica</i> de la respiración, fundamentos físicos de gases, aplicaciones a la salud, solución de gases en líquidos. Gases en sangre. Intercambios. Anoxia. Disociación electrolítica. pH. Importancia biológica. Acidosis y alcalosis. Circulación de líquidos en tubos. Viscosidad. Hemodinámica. Efecto de la presión sobre la salud, mal de altura. 2. <i>Actividades:</i> Revisión de prerrequisitos. Encuesta para investigar ideas previas. 3. actividades propuestas como estrategias de enseñanza: Clases expositivas con desarrollos teóricos acotados. problema de ABP aprendizaje basado en problemas. 4) (a distancia) Búsqueda en Internet, Relacionar Valores Normales de la OMS. Incidencia social de fenómenos. 6. (Actividad integradora): <i>Evaluación</i> formativa grupal. Diseño de una campaña de prevención aplicando los conceptos biofísicos manejados considerando el impacto de la altura sobre la salud usando power point (MC2.1). Propuesta para transferir a los jóvenes destacando la relevancia del tema.5. exposición grupal oral en plenario. Comunicación por escrito de la propuesta (MC2.2). Proyectos de investigación se encargarán a partir de otras preguntas del cuadro. Discusión en plenario. Síntesis y conclusiones. Cierre. <i>Evaluación formativa: (MC2.1) (MC2.2)</i></p>
<p>4. <i>Evaluación Sumativa individual: Parcial. MC3</i></p>
<p>5. <i>Evaluación de la estrategia: Encuesta de opinión a los alumnos. MC4</i></p>

V. Metodología de investigación

Descripción de los instrumentos para la recolección de datos

Para evaluar los resultados obtenidos con la propuesta, se usaron instrumentos que fueron analizados sistemáticamente en término de categorías y dimensiones seleccionadas. Para evaluar la propuesta se tuvo en cuenta procesos, resultados, y la opinión de los alumnos. Dado que para facilitar el aprendizaje significativo tenemos que considerar la concepción del currículo, la estructuración del trabajo en el aula, la modalidad de las actividades, la introducción de conceptos y la evaluación, la recolección de datos involucró todas las producciones del alumno (GONZÁLEZ; CUDMANI, 2006).

Instrumentos diseñados para evaluar el aprendizaje de los alumnos: 1. Como *evaluación formativa grupal* se analizaron las *Memorias Científicas MC* que realizaron como propuestas de Campañas de Prevención a partir de los dos problemas de ABP sobre: 1. De agua somos 2. De vacaciones a 4000m: 1.1 Propuesta mediante Power Point (*MC1.1* y *MC2.1*) 1.2: Propuesta por escrito: monografías (*MC1.2* y *MC2.2*). 2. Como evaluación sumativa individual se tomó un examen escrito (*parcial*). 3. *Instrumento para evaluar la estrategia:* se entregó una *encuesta de opinión* anónima a los alumnos luego de la evaluación final.

Tabla 2: Instrumentos para la recolección de datos.

	<i>Problemas de ABP</i>	<i>Memorias científicas MC: Campañas de prevención</i>	
		<i>Comunicación con Power Point</i>	<i>Comunicación por escrito</i>
a) <i>De trabajo grupal (evaluación formativa)</i>	<i>1. De agua somos</i>	MC1.1	MC1.2
	<i>2. De vacaciones a 4000m</i>	MC2.1	MC2.2
b) <i>De desempeño individual:</i>	3. evaluación sumativa MC3	4. encuesta de opinión a alumnos MC4	

Por razones de espacio en este trabajo se extraerán conclusiones parciales.

VI. Análisis de los datos recogidos

Identificación de Categorías y Dimensiones de análisis de la propuesta

Se utiliza un enfoque interpretativo basado en la sistematización de los resultados obtenidos en categorías a partir del marco teórico explícito y del análisis ordenado de los datos. Se procedió a cuidadosa lectura y relectura de los datos recogidos a fin de identificar Dimensiones y Categorías que permitan el análisis, interpretación y fundamentación de las conclusiones. Se analizaron 22 producciones grupales de cada actividad según las dimensiones y categorías que se explicitan en el cuadro.

La teoría cognitiva del Aprendizaje de Ausubel guía el análisis de los power point y las monografías. Los resultados obtenidos se expresan en porcentajes (%).

*Categorías y Dimensiones de análisis (AIZICZON; CUDMANI, 2004)*²

D1 *Identificación correcta de núcleos conceptuales fundamentales* 1. 1 Correctas³ 1.2 incorrectas 1.3 parcial

D2 *Relaciones significativas entre conceptos* 2.1 si 2.2 no 2.3 parcial;

D3 *Ordenamiento Jerárquico* (Novak, 1988) 3.1 si 3.2 no

D4 *creatividad en el diseño* 4.1 poco frecuente 4.2 originales 4.3 no originales

Se calcularon los porcentajes totales para cada dimensión y categoría de las Memorias Científicas. Por razones de espacio solo se incluyen las tablas referidas a los Power point, y se realiza una tabla general que representa la evaluación total de las cuatro memorias científicas.

² Los interesados en este texto pueden solicitarlo a los autores (ver e-mail) Aiziczon B., Cudmani L. (2004) “*El modelo ausubeliano en la enseñanza de biofísica en medicina. Versión final*” “Memorias de SIEF7. Séptimo Simposio de Investigadores en Educación en Física” Santa Rosa. La Pampa.

³ No es una consigna rígida, solo compatible con lo científico.

Tabla 3: Dimensiones y Categorías de las Memorias Científicas (Power point y Monografía) (%).

Memorias Científicas %		D1 Identificación correcta de núcleos conceptuales fundamentales			D2 Relaciones significativas entre conceptos			D3 Ordenamiento Jerárquico		D4 creatividad en el diseño		
		100%			100 %			70%		80%		
		1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3
Power Point	MC1.1	100	0	0	90	-	10	70	30	10	80	10
	MC1.2	100	0	0	100	-	0	80	20	0	90	10
Monografía	MC2.1	100	0	0	100	-	0	80	20	0	70	30
	MC2.2	100	0	0	100	-	0	90	10	10	70	20

Tabla 4: Dimensiones y Categorías de MC1.1 “De agua somos”.

<i>Dimensiones y Categorías de MC1.1 “De agua somos”</i>											
D1.1 Agua en el Ser humano. Organismo vivo. Importancia. solvente universal D1.2 1.2.1 Distribución D.1.2.2. Ingreso y egreso 1.2.3. Balance hídrico D1.3 ósmosis D.1.3.1 presión osmótica D.1.3.2 osmolaridad del plasma sanguíneo D.1.3.3 tonicidad de las soluciones D.1.3.4 plasma hipotónico, isotónico, hipertónico D1.4 D hidratación 1.4.2 deshidratación soluciones isotónicas											
Grupo	D1 % Identificación correcta de núcleos conceptuales fundamentales			D2 % Relaciones significativas entre conceptos			D3 % Ordenamiento Jerárquico		D4 % creatividad en el diseño		
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3
1	100	0		100	0	0	80	20	10	80	10
2	100	0	0	100	0	0	70	30	0	70	30
3	100	0	0	100	0	0	90	10	0	90	10
4	80	0	20	80	0	20	80	20	10	70	20
5	100	0	0	100	0	0	90	10	0	90	10
6	100	0	0	100	0	0	80	20	0	90	10
7	100	0	0	100	0	0	80	20	10	80	10
8	100	0	0	100	0	0	70	30	0	70	30
9	100	0	0	100	0	0	90	10	0	90	10
10	100	0	0	100	0	0	80	20	0	90	10
11	100	0	0	100	0	0	80	20	10	70	20
12	90	0	10	100	0	0	70	30	0	70	30
13	100	0	0	100	0	0	90	10	0	90	10
14	100	0	0	100	0	0	80	20	10	70	20
15	100	0	0	100	0	0	100	0	50	20	30
16	100	0	0	100	0	0	80	20	10	70	20
17	80	0	20	80	0	20	70	30	50	20	30
18	100	0	0	100	0	0	100	0	0	80	20
19	100	0	0	100	0	0	90	10	0	90	10
21	100	0	0	100	0	0	90	10	0	90	10
22	100	0	0	100	0	0	80	20	10	70	20

Tabla 5: Dimensiones y Categorías de MC.2.1 “a 4000m de altura”.

<i>Dimensiones y Categorías de MC.2.1 “a 4000m de altura”</i>											
<i>D1.1 hidratación /sequedad D.1.2 bebidas isotónicas D1.2 1.2.1. Gases. Gases en sangre. Intercambio de gases 2. D1.3. mal de altura 2.3.1 hiperventilación pulmonar 2.3.2 edema pulmonar/ edema cerebral de altura 1.3.2 tratamiento D1.4 D1.4.1 hipoxia D1.4.2 hipobárica D1.5 ph de la sangre. 1.5.1 alcalosis respiratoria D.1.6 viscosidad 1.6.1 viscosidad de la sangre 1.6.2hematocrito D.1.7 prevención</i>											
<i>% MC2.1</i>	<i>D1 Identificación correcta de núcleos conceptuales fundamentales</i>			<i>D2 Relaciones significativas entre conceptos</i>			<i>D3 Ordenamiento Jerárquico</i>		<i>D4 creatividad en el diseño</i>		
	<i>1.1</i>	<i>1.2</i>	<i>1.3</i>	<i>2.1</i>	<i>2.2</i>	<i>2.3</i>	<i>3.1</i>	<i>3.2</i>	<i>4.1</i>	<i>4.2</i>	<i>4.3</i>
1	100	0	0	100	0	0	80	20	10	80	10
2	100	0	0	100	0	0	70	30	0	70	30
3	100	0	0	100	0	0	90	10	0	90	10
4	100	0	0	100	0	0	90	10	0	100	0
5	100	0	0	100	0	0	90	10	0	90	10
6	100	0	0	100	0	0	90	10	0	100	0
7	70	20	10	70	20	10	70	30	60	10	30
8	100	0	0	100	0	0	70	30	0	70	30
9	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0
10	100	0	0	100	0	0	80	20	10	70	20
11	100	0	0	100	0	0	80	20	10	70	20
12	100	0	0	100	0	0	70	30	0	70	30
13	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0
14	100	0	0	100	0	0	80	20	10	70	20
15	100	0	0	100	0	0	90	10	70	0	30
16	100	0	0	100	0	0	80	20	10	70	20
17	100	0	0	100	0	0	90	10	10	50	40
18	100	0	0	100	0	0	100	0	0	90	10
19	100	0	0	100	0	0	100	0	0	90	10
20	100	0	100	100	0	0	90	10	0	80	20
21	100	0	100	100	0	0	90	10	0	90	10
22	100	0	100	100	0	0	80	20	10	70	20

Encuesta de opinión a alumnos

Las dimensiones y variables se definieron considerando las características contextuales de la investigación y el marco teórico. Como respuesta a los ítems formulados se obtuvieron los porcentajes para cada alternativa establecida para medirla.

Tabla 6: Encuesta de opinión a alumnos (%) (Encuesta adaptada de González y Cudmani, 2006) (n = 75).

<i>Distribución porcentual de las respuestas a las preguntas de la Encuesta de opinión a alumnos correspondiente a cada dimensión</i>	<i>si</i>	<i>Mas o menos</i>	<i>no</i>
1.¿La realización del ABP y el Power Point te ayudó a comprender el tema?	72%	25%	3%
2.¿Has podido identificar los conceptos más importantes?	66%	28%	6%
3.¿Has podido establecer relaciones entre los conceptos para integrar la información?	61%	38%	1%
4.La necesidad de hacer el Power Point ¿favorece el aprendizaje de Biofísica?	67%	27%	6%
5.Te permitió ver a Biofísica como necesaria para comprender problemas clínicos?	76%	21%	3%
6.¿Consideras que Biofísica es importante en tu formación?	85%	12%	3%
7.¿Te resulta útil la interacción con tus compañeros en el trabajo grupal?	79%	18%	3%
8.El rol del docente como facilitador del aprendizaje	60%	39%	1%
9.¿Trabajarías de nuevo en este tipo de actividades?	82%	12%	6%
Sugerencias:			

Análisis y discusión de resultados de la encuesta de opinión a los alumnos en base a categorías establecidas para valorar la nueva metodología

Para cada categoría se consideró las respuestas dadas a los ítems relacionadas con ella.

1. Aprendizaje Centrado en el alumno/enseñanza tradicional:

Items 1, 4 y 9: El 82% de los alumnos trabajaría nuevamente con esta propuesta metodológica; en un 72% la estrategia del ABP fue altamente satisfactorio para comprender el tema. El 67% valora las instancias de elaboración de las producciones grupales del Power Point “fue una experiencia hermosa para integrar y afianzar los conocimientos más importantes”, afirmando que la consideran muy enriquecedora. A fin de crear un espacio para las instancias de plenario donde los alumnos expusieran sus producciones grupales de Power Point y al mismo tiempo cumplir con el programa de la asignatura, hubo que aumentar la frecuencia de los encuentros a dos clases semanales lo que les requirió dedicar más tiempo para biofísica ya que además debían realizar las memorias científicas como actividades a distancia para el ABP. Al respecto algunos expresan el problema del tiempo: “tratar de no perder clases, darnos más tiempo para un mejor aprendizaje de la materia” “nuestras clases fueron muy pegadas”, solo un alumno expresa “que sea como las demás materias cuatrimestrales una vez a la semana”. Les gustaría seguir trabajando con ABP “pero siempre acompañado de clases teóricas” “sería

bueno que las clases teóricas sean más llamativas, me gustaría divertirme un poco más” y piden “más clases teóricas de los temas para afianzar los conocimientos de una manera más acertada” “Más explicación que se entienda”.

2. Aprendizaje significativo:

Ítems 2 y 3: el 66% pudo identificar los conceptos más importantes y establecer relaciones para integrar la información “pude comprender mejor los temas y rescaté los conceptos más importantes” “establecí relaciones para integrar la información, logrando un mayor aprendizaje de la materia”

3. Importancia de los conceptos Biofísicos para su futura práctica profesional:

Ítems 5 y 6: valoran que se haya tenido en cuenta la relación entre los temas de Biofísica con la práctica profesional y con la vida diaria “ayudó a comprender la importancia de algunos temas en esta carrera” ”; consideran biofísica como muy importante para su formación profesional y sugieren más tiempo para su dictado “me gustaría tener más clases ya que son muy interesantes y me agrada la materia” “tendríamos que tener más tiempo para esta materia que es muy importante para la formación nuestra para nuestro futuro” “Me hubiera gustado tener la materia todo el año” “sugiero que el ABP se extienda a plazos más largos para poder interactuar con la mayor información posible” “para aprender un poco más de lo que aprendí”.

4. Trabajo grupal:

Ítem 7: el 79% adhiere con entusiasmo al trabajo grupal y un 18% como más o menos, solo un alumno expresa “no me parece efectivo ya que siempre es uno o dos el que realiza el trabajo, más todavía si es power point”.

5. Rol docente como facilitador:

Ítem 8: Los aspectos más débiles de esta estrategia se refieren a las dificultades que derivan de trabajar con clases teóricas multitudinarias y con alumnos de primer año que no rindieron prueba de selección para evaluar sus conocimientos previos en Física. Algunos expresan su dificultad “En mi caso es el primer contacto con esta área, la considero sumamente importante y hay muchos conceptos que no logré internalizar” “la materia es un poco complicada para entenderla y relacionarla con lo que nos pasa día a día” “por la poca experiencia y aprendizaje que tengo de física me gustaría que en las clases se explique más porque son temas difíciles de entender y necesitan tiempo” “a pesar de haber investigado los temas no pude comprender o rescatar lo más importante para la hora del parcial”; conscientes de las dificultades que implica la enseñanza en

condiciones de “masividad” dicen “jugó en contra en cuanto a usted como docente que seamos tantos, y por la indisciplina que esto genera”.

Resultados del análisis para evaluar las Actividades

ABP I: De los datos recogidos consideramos positivo el cambio de enfoque reduccionista del tema por una propuesta superadora desde una perspectiva problematizada que contemple los contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales. Del análisis de las memorias científicas surgen que los alumnos realizaron esfuerzos exitosos para lograr la integración activa de conceptos y son científicamente correctas en un 100%. Centrar su esfuerzo en la correcta hidratación, reconociendo la relevancia de este aspecto en la vida diaria, dando consejos para evitar la deshidratación, y pudiendo relacionar los conceptos biofísicos de osmolaridad del plasma con “recetas sencillas” para realizar bebidas isotónicas. Podemos concluir que demostraron un gran compromiso con la tarea, ya que la consigna indicaba que imaginen la posibilidad que eventualmente esa campaña sea utilizada en las condiciones que fue diseñada, es decir, poder ir a los colegios y que, como futuros profesionales que dominan los conceptos teóricos del tema, realicen la presentación ante adolescentes del secundario.

ABP II: En esta segunda campaña los alumnos mostraron mayor confianza y soltura, lo que se reflejó en las presentaciones de Power Point: mayor creatividad, extensión, uso de imágenes, fotografías, inclusión del humor y en algunos casos, hasta sonido. Podemos decir que el hecho de poder presentarlos en plenario, sirvió también para aprender aspectos técnicos relacionados con las exposiciones en power point. El problema de ABP funcionó como organizador previo y sugirió conexiones entre los nuevos conocimientos y lo que ya que sabían, facilitando el Aprendizaje Significativo. El 100% pudo identificar núcleos conceptuales funcionales, establecer relaciones significativas y válidas mediante la diferenciación progresiva y la reconciliación integrativa (*Estructura conceptual, relacional y jerárquica*), incrementando la precisión de los significados. En un 80-90% la Reconciliación integrativa se vio reflejada en la creatividad en los diseños.

VII. Análisis de resultados en base a categorías establecidas

Facilitar el Aprendizaje Significativo

Como ya vimos, la mayoría es capaz de lograr este nivel de aprendizaje. La estrategia metodológica tuvo puesto el énfasis en la identificación, comprensión e interrelación de conceptos y principios físicos involucrados, mostrando la

relevancia de las materias básicas. La elaboración de las Campañas de prevención y memorias científicas como documentos de reconstrucción crítica, favorecieron la diferenciación progresiva y la reorganización integrativa. En efecto, con estos instrumentos se puso de manifiesto que la mayoría de los alumnos identifican conceptos y núcleos fundamentales y logran establecer relaciones significativas. En cambio, en muy pocos casos, la falta de nexos adecuados permitió inferir un aprendizaje más memorista y algorítmico. La activación de subsunsores relevantes se vio facilitada por el problema de ABP como organizador previo y se vio reflejado en la memoria grupal.

Identificar ideas previas, conceptos clave y su estructura jerárquica, los problemas relevantes de ABP diseñados específicamente para ser utilizados como disparadores de las campañas de prevención, permitieron relacionar los conocimientos previos con los núcleos conceptuales de la nueva información y también identificar modelos conceptuales del alumno como relaciones científicamente incorrectas.

Evaluación

La diferenciación progresiva y la reorganización integrativa utilizadas como estrategias de aprendizaje y como instrumento de evaluación formativa, permitió ajustar el proceso.

Aprender en un contexto similar al profesional

En el diseño de la estrategia se tuvo en cuenta el tratamiento contextualizado de temas importantes de su futura práctica profesional para que promuevan el razonamiento clínico y sirvieran de andamio para almacenar claves que faciliten la recuperación del conocimiento relevante.

Desarrollar habilidades de estudio autodirigido

La estructura problematizada brindó un formato potente como estructura organizadora favoreciendo el estudio independiente y el aprendizaje a partir de los compañeros, facilitando la comprensión de la información relevante. Los problemas de ABP constituyeron un formato potente para un abordaje interdisciplinario.

Desarrollar competencias informacionales y digitales

El alumno pudo desarrollar *instrumentales, comunicativas y didácticas*; pudo aprender a buscar información, negociar significados, expresar y difundir el conocimiento, facilitándose la adquisición y comprensión de la información; pudo

aprender a expresar y difundir información mediante las presentaciones multimedia en power point; y pudo desarrollar competencias relacionadas a la comunicación e interacción social a través del trabajo colaborativo.

Facilitar la participación activa del alumno

El diseño de las campañas de prevención significó un desafío, aumentando la motivación y estimulando la reflexión y el análisis crítico de la información, pudiéndose evaluarla por la creatividad y el gran compromiso despertado por la tarea.

Identificar conceptos biofísicos involucrados

En el diseño de los problemas de ABP como estructura organizadora se tuvo en cuenta que los temas seleccionados (y que se enseñan fragmentados) tuvieran un nivel de generalidad e inclusividad que respondieran a los objetivos de aprendizaje no negociables de Biofísica, mostrando la relevancia de su comprensión en la toma de decisiones del futuro profesional.

Curiosidad epistemológica

Se puso de manifiesto en el interés demostrado en la búsqueda de información y en las argumentaciones usadas en las campañas de prevención en las exposiciones, tal como se vio en el análisis anterior, comprometiéndose en discusiones de final abierto.

VIII. Conclusiones

Coincidimos con González y Cudmani (2006) en la relevancia de diseñar construcciones metodológicas para “reajustar” contenidos curriculares a partir de la selección de diversas estrategias didácticas. El diseño de *estrategias* con inclusión de TICs en el aula, promovió la *interacción virtual* y la comunicación social, facilitando el *intercambio de información y conocimientos* entre los alumnos entre sí y con el docente. La elaboración de materiales de aprendizaje potencialmente significativos tales como los problemas de ABP diseñados por el docente para esta propuesta, sirvieron de puente cognitivo para que el alumno recupere el conocimiento previo obliterado y pueda relacionarlo con los nuevos conceptos, funcionando como organizadores previos.

El alumno utilizó Internet como canal de comunicación, como consecuencia del cambio en las *tareas académicas propuestas*, y desarrolló competencias instrumentales, comunicativas y didácticas, aprendiendo a buscar información, negociar significados, expresar y difundir el conocimiento. La

propuesta mediante la utilización de las nuevas tecnologías de la información y comunicación, apoyadas en el desarrollo de proyectos de trabajo grupal para resolver la situación problemática planteada, brindó la posibilidad de aplicar los aprendizajes y relacionar contenidos que se enseñan fragmentados; puso en evidencia la calidad de los aprendizajes integrados y las relaciones CTS para desarrollar temas “clásicos” de Biofísica. El interés de los alumnos por la tarea y los contenidos derivó de la aplicabilidad percibida de los conceptos biofísicos involucrados en patologías prevalentes de la práctica profesional. El alumno pudo aplicar los conceptos a situaciones clínicas probables a medida que los iba estudiando. La creatividad del diseño de las campañas de prevención reflejó el interés por la posibilidad inmediata de transferencia de saberes, lo que habla de la importancia de formar profesionales comprometidos con su medio.

El *correo electrónico*, constituyó una herramienta de comunicación *asincrónica* que permitió superar el aislamiento derivado de la distancia física y cognitiva (CABERO; LLORENTE, 2007; AREA MOREIRA, 2008). La predisposición a aprender significativamente (MOREIRA; CABALLERO, 2008) se facilitó promoviendo que el alumno perciba la relevancia del tema a partir de su rol activo en el desarrollo de habilidades y destrezas para el manejo crítico de la información; este aspecto permitió superar la centralidad del libro de texto de la enseñanza tradicional y aplicar Principios facilitadores de Aprendizaje Significativo Crítico (MOREIRA, 2005) tales como diversidad de materiales educativos y estrategias instruccionales (CAMPANARIO; MOYA, 1999).

De esto se desprende la gran utilidad y eficiencia de la inclusión de los modernos métodos informáticos (TIC) en el diseño de las actividades de aprendizaje tales como uso de: Internet, correo electrónico, Power Point, Pendriver.

Rescatamos las sugerencias de los alumnos a la hora de reformular la estrategia superadora de Biofísica para enfermería y coincidimos con Campanario y Moya (1999) y con González y Cudmani (2006) en el sentido que los enfoques alternativos a la enseñanza tradicional requieren tiempos más prolongados para desarrollar los contenidos, recomendando reducir los programas de las asignaturas y centrar el esfuerzo en los conceptos biofísicos relevantes al perfil de su práctica profesional, aprovechando la potencia de la evaluación formativa para reorientar permanentemente el proceso atento a los objetivos no negociables (GIL PÉREZ; VALDEZ CASTRO, 1995).

Queremos destacar que a pesar de las limitaciones que nos imponen las variables externas del contexto teniendo en cuenta que se trata de una materia cuatrimestral, consideramos conveniente un planteo mixto donde se hace necesario

complementar el ABP y las actividades virtuales, con clases teóricas acotadas, teniendo en cuenta la diversidad en el proceso de construcción del conocimiento.

Coincidimos con Perales Palacios (1997) en que los temas tradicionales de Física cobran relevancia al ser encarados desde una perspectiva integradora y más cercana a los problemas actuales, abriendo la posibilidad de que los jóvenes reflexionen sobre sus hábitos y sus consecuencias en la salud; y compartimos la opinión de Area Moreira (2008), en el sentido que las prácticas a través de la utilización de las Tics en el aula para el aprendizaje basado en problemas, constituyen innovaciones superadoras interesantes y muy prometedoras.

Bibliografía

AIZICZON B.; CUDMANI, L. (2004) “El modelo ausubeliano en la enseñanza de biofísica en medicina. In: SIMPOSIO DE INVESTIGADORES EN EDUCACIÓN EN FÍSICA, 7, 2004, Santa Rosa, La Pampa. **Memorias...** p 1-8.

AIZICZON B.; CUDMANI, L. Diseño y evaluación de una propuesta superadora para la enseñanza aprendizaje de biofísica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 1, p. 88-114, abr. 2010.

AIZICZON B.; CUDMANI, L. Las voces de los alumnos de biofísica en medicina en la evaluación de la propuesta de agua somos. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, VI, y ENAS, 3, 2010, São Paulo. p. 1-12.

SÁNCHEZ, A.; GIL PÉREZ, D.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. Evaluar no es calificar. La evaluación en una enseñanza constructivista de las ciencias. **Investigación en la Escuela**, v. 30, p. 15-26, 1996.

AUSUBEL, D. **Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo**. Méjico: Trillas, 1981.

AREA MOREIRA, M. Innovación pedagógica con TIC y el desarrollo de las competencias informacionales y digitales. **Investigación en la Escuela**, v. 64, p. 5-18, 2008.

AREA MOREIRA, M. **Introducción a la Tecnología Educativa**. E-book. 2009. Disponible en: <<http://webpages.ull.es/users/manarea/ebookte.pdf>>

BARROWS, H.; TAMBLYN, R. **Aprendizaje Basado sobre Problemas. Una propuesta para la Educación Médica.** New York: Springer Publishing Company, 1980.

BOSSOLASCO, M. L. **Significados posibles sobre el concepto de entorno mediado de enseñanza aprendizaje.** En: Curso “Inclusión de prácticas de virtualización en la enseñanza universitaria”. Universidad Nacional de Tucumán UNT, 2010.

CABERO, J.; LLORENTE M. La interacción en el aprendizaje en red: uso de herramientas, elementos de análisis y posibilidades educativas. **RIED**, v. 10, n. 2, p. 97-123, 2007.

CAMPANARIO, J.; MOYA, A. ¿Cómo enseñar Ciencias? Principales tendencias y propuestas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 17, p. 179-192, 1999.

CUDMANI, L.; PESA, M.; SALINAS, J. La realimentación en la evaluación de un curso de Laboratorio de Física. **Enseñanza de las ciencias**, v. 4, n. 2, p. 122-128, 1986.

CUDMANI, L. Resolución de problemas en el aula. **Revista de Ensino de Física**, v. 20, n. 3, 1998.

GONZÁLEZ DE GALINDO, S.; CUDMANI, L. Estrategia didáctica en clases multitudinarias de matemática: Opiniones de los alumnos. **Revista Educación**, v. 30, n. 2, p. 111-131, 2006.

GIL PÉREZ, D.; VALDEZ CASTRO Contra la distinción clásica entre teoría, prácticas experimentales y resolución de problemas: el estudio de las fuerzas elásticas como ejemplo ilustrativo. **Didáctica de las ciencias**, v. 2, n. 3, p. 1-22, 1995.

IIME. Instituto para la Educación Médica Internacional, New York, USA. Requisitos globales mínimos esenciales en educación médica. **Medical Teacher**, v. 24, n. 2, p. 130-155, 2002. Traducción Mendoza.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica/Aprendizaje Significativo Crítico.** Porto Alegre. Editorial Adriana M. Toigo, 2005.

MOREIRA, M. A. **Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física.** Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. Brasil: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1999.

MOREIRA, M. A. Al final, qué es aprendizaje significativo? Lección inaugural del Programa de Posgrado en Enseñanza de las Ciencias Naturales, Instituto de Física, Universidad Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, 2010.

MOREIRA, M. A.; CABALLERO, C. **La Teoría del Aprendizaje Significativo**. Subsidios Teóricos para el Profesor Investigador en Enseñanza de las Ciencias. Porto Alegre/Burgos, 2008.

MORIN, E. **Los siete saberes necesarios para la educación del futuro**. Buenos Aires: Nueva Visión, 2002.

NOVAK, J.; GOWIN, D. **Aprendiendo a aprender**. Ed. Martínez Roca, 1988.

PERALES PALACIOS, F. J. Escuchando el sonido: concepciones sobre acústica en alumnos de distintos niveles educativos. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 2, p. 233-247, 1997.

RESOLUCIÓN N° 1314 Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Argentina, 2007.

RODRIGUEZ MAISANO, E. et al. **Temas de Biofísica para Trabajos Prácticos**. 2. ed. Facultad de Medicina. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina, 2006.

TAMAYO, O. et al. La clase multimodal y la formación y evolución de conceptos científicos a través del uso de tecnologías de la información y la comunicación. Editorial Colciencia. Universidad Autónoma de Manizales. UAM. Colombia, 2011.

VENTURELLI, J. **Educación Médica. Nuevos enfoques, metas y métodos**. Serie Paltex: Salud y Sociedad. n. 5. Organización Panamericana de la Salud. OPS. OMS. Washington, 2000.

VERDÚ CARBONELL, R.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; OSUNA GARCÍA, L. Enseñar y aprender en una estructura problematizada. **Alambique**, v. 4, p. 47-55, 2002.

Apéndice

Problema N° 1: *De agua somos*: Actualmente sabemos, que el personal de salud demuestra interés por cambiar su forma de actuar antes que una persona enferme, interactuando en la prevención de enfermedades y la promoción de la salud, fomentando actitudes y acciones saludables para mantenerse en estado de bienestar físico, mental y social; busca que las personas tomen conciencia de la importancia de estar sano, cómo cuidarse lo mejor posible, ayudando a que sepan lo que deben o no hacer para cuidar su salud mediante publicidad y demás, percibiendo al paciente como una entidad Bio-psico-social.

Dado que Silvia y Juan trabajan en un hospital, un Colegio les propuso organizar una charla para alumnos de secundaria acerca de la importancia del agua en el organismo humano. Decidieron hacer frente a este desafío profundizando sobre “una buena hidratación” y apoyando medidas de prevención. En la actualidad los médicos incentivan a los pacientes a que realicen actividad física, dado que además de sus efectos beneficiosos para disminuir el stress, ayuda a combatir la obesidad y a prevenir enfermedades cardiovasculares y diabetes. En base a su experiencia se habían dado cuenta que en general las personas desconocen la importancia de que el 70% del cuerpo humano es agua y ponen en riesgo su salud, dado que la deshidratación produce alteraciones en el organismo para regular la temperatura, disminuye el rendimiento físico y puede ocasionar la muerte.

Se encontraron con muchos aspectos que no habían tenido en cuenta; habría que explicarles los movimientos del agua en el organismo, el fenómeno de ósmosis la Presión Osmótica y la importancia de tener en cuenta la osmolaridad del plasma; y luego habría que pensar cuáles serían las recomendaciones para hidratarse, antes, durante y después de realizarlas; ¿Agua, gaseosas, café, mate, jugos o bebidas isotónicas?, “Y si aparecen síntomas de deshidratación”, ¿Sales de rehidratación oral?, ¿Pueden prepararse en casa? ¿Qué concentración sería la correcta en cada caso? ¿Qué osmolaridad deberían tener? ¿Sueros?

Problema N° 2: *De vacaciones a 4000 m de altura*: Juan y Silvia, al igual que miles de jóvenes a los que les gusta el “turismo aventura”, viajaron en el verano rumbo a Bolivia y Perú, en busca de uno de los recorridos turísticos más fascinantes de América. Los médicos les recomendaron realizar ascensiones lentas y asegurar una buena hidratación. En dicho viaje conocieron el Lago Titicaca que es el lago navegable más alto del mundo, y pasaron días de playa inolvidables realizando caminatas y trekking por la hermosa Isla del Sol a 3900 m sobre el nivel del mar. Juan se sentía mareado, cansado y con hiperventilación pulmonar por lo que fueron a un hospital a realizar una consulta. Allí observaron que personas de

diferentes edades y estado físico podían verse aquejados por el mal de altura, con manifestaciones leves y en algunos casos graves como el edema pulmonar. El médico, luego de revisarlo le explicó que se trata de un proceso patológico ambiental que se produce a partir de los 2500 m de altitud como resultado de la hipoxia hipobárica y relacionado con la alcalosis respiratoria y el aumento de pH de la sangre. Les explicó que al cabo de una semana el organismo pone en marcha un mecanismo adaptativo fabricando más glóbulos rojos lo que aumenta el hematocrito y la viscosidad sanguínea.