

Modelo de construcción del conocimiento en Biofísica para carreras de Medicina¹

Beatriz Aiziczon¹ - Leonor Cudmani²

¹Departamento Biomédico. Facultad de Medicina. UNT
bettyaiz@hotmail.com

²Instituto de Física. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. UNT
lcudmani@herrera.unt.edu.ar

La resolución de problemas clínicos facilita la integración de conceptos enfatizando la interdisciplinariedad. En este trabajo se analiza la propuesta de un modelo didáctico superador para el aprendizaje de Biofísica de Medicina encuadrado en las nuevas tendencias en educación médica a partir del Aprendizaje Basado en Problemas, ABP. De allí derivaron criterios que guiaron estrategias de aprendizaje significativo tales como mapas conceptuales a partir de un problema relevante de salud en un contexto similar al profesional.

Palabras clave: Biofísica, aprendizaje significativo, mapas conceptuales, ABP, Medicina.

The resolution of clinical problems stimulates to integrate concepts enfatizing the interdisciplinarity. This work analyzes a teaching and learning model for Biophysics in Medicine encuadrated in the modern tendencies of medical education starting in a Problem Based Learning, PBL. From that model we find criteria for theoretical reference that guide strategies of meaningful learning like the conceptual maps in a context like the professional practice.

Keywords: Biophysics, meaningful learning, conceptual maps, PBL, Medicine.

Introducción

El modelo de recepción-transmisión predominante en la enseñanza universitaria, con las clases teóricas como su método principal, promueve el aprendizaje memorístico, pasivo y con baja motivación, reflejo de una estructura cognitiva desorganizada y ambigua, tal como lo demuestran numerosos trabajos en educación en ciencias (Barrows y Tamblyn, 1980; Colombo de Cudmani, 2000; González de Galindo y Colombo de Cudmani, 2001; Busab y Colombo de Cudmani, 2003; Aiziczon y Cudmani, 2004).

Por otro lado, la solución de problemas clínicos implica la integración y retención funcional de información de materias básicas en forma horizontal y vertical con el ciclo clínico y el ejercicio profesional. Ello requiere una estructura cognitiva organizada con conoci-

mientos claros, estables, sistematizados, como anclaje de estrategias de aprendizaje significativo a partir de conceptos subsunores relevantes (Ausubel, 1981; Moreira, 1983).

En este trabajo se presenta una estrategia docente innovadora en el marco de un modelo de enseñanza/aprendizaje/evaluación de construcción de conocimientos como instrucción problematizada, en un contexto similar a la práctica médica. El aprendizaje significativo de conocimientos de Biofísica se promueve a partir de un módulo integrador que facilita el proceso de evolución y cambio conceptual y epistemológico.

Marco teórico

Los fundamentos teóricos que proporcionaron el marco conceptual de referencia están dados básicamente por el aporte y los consen-

¹ Versiones preliminares de este trabajo se difundieron en el V Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo (Madrid, España, 11 al 15 de septiembre de 2006), en Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación, 2007, Monografía VIII, pp. 361-377 (Madrid, España) y en el V Encuentro Nacional y II Latinoamericano: La Universidad como objeto de investigación, Facultad de Ciencias Humanas, UNICEN (Tandil, Buenos Aires, Argentina, 30 de agosto al 1 de septiembre de 2007).

los logrados a partir de:

a) las teorías cognitivas estructuralistas y los modelos de cambio conceptual,

b) otros modelos integradores que incorporen importantes aspectos epistemológicos.

En a) se consideran en particular los aportes de la teoría de Aprendizaje Significativo de Ausubel-Novak y los modelos de aprendizaje basado en problemas, ABP (Barrows y Tamblyn, 1980; Venturelli, 2000; Moreira, 1997, 2005; Cabral da Costa y Moreira, 2001). En b) se incorporan aportes de la teoría Psicogenética de Piaget, Vigotsky, Leontiev y otros modelos integradores (Gil Pérez y Valdez Castro, 1995; Colombo de Cudmani, 1998; Busab y Colombo de Cudmani, 2003).

Los principales consensos alcanzados con estos modelos estructuralistas son:

- El aprendizaje se entiende como construcción de significados.

- Importancia de las ideas previas.

- El alumno como protagonista y principal responsable del aprendizaje.

- Concepción de la ciencia como cuerpo de conocimiento sistemático, abierto y en constante revisión, resultado de una construcción social.

- Importancia del trabajo grupal en los procesos de construcción, reconstrucción y co-construcción de significados.

- El rol del docente como guía experto, facilitador y orientador del aprendizaje.

Dentro de este marco general Ausubel y Novak aportan criterios y estrategias para el aula caracterizando etapas que culminan en la reconciliación integrativa y proponiendo estrategias como mapas conceptuales, organizadores previos, diagramas secuenciales.

Como estrategia compatible con lo enunciado se integra al aprendizaje por "Resolución de problemas", donde se entiende por problema:

- una situación abierta, no resuelta o que puede resolverse según un algoritmo más o menos automático,

- que es significativa para el alumno respecto de: su estructura cognitiva, la estructura cultural del grupo, el aprendizaje de la disciplina,

- que debe ser reformulada y concretada para poder ser abordada científicamente,

- cuya respuesta no es inmediata, requiere reflexión, exige poner en juego estrategias de todos los campos (conceptuales, metodológicos, actitudinales, epistemológicos) y donde la sintaxis para llegar a ella no es única ni preestablecida.

Las nuevas tendencias en educación médica proponen un modelo de aprendizaje basado en problemas/centrado en el estudiante (Venturelli, 2000). El ABP o PBL (Problem based learning) se asienta en la tradición racionalista, está influenciado por la psicología cognitiva, fomenta el aprendizaje independiente y la motivación intrínseca (Norman & Schmidt, 1992; Dewey, 1992; Bruner 1959, 1971, citados por Schmidt, 1993). Los problemas actúan como punto de partida para el aprendizaje, enfatizando la importancia de la interacción con eventos de la vida real (Schmidt, 1993; Branda, 2000). La habilidad de pensar científicamente, valorar críticamente la información, utilizando su criterio personal para la búsqueda de información, es indispensable para la resolución de problemas y para la educación médica continua (IIME, 2002; Newble y Entwistle, 1986).

Schmidt (1989) sugiere tener en cuenta tres aspectos importantes para facilitar el procesamiento de la información: 1. activar el conocimiento previo relevante, que es el que determinará lo que se entiende y aprende del tema, 2. brindar oportunidades a los estudiantes de elaborar la información y 3. proporcionar situaciones de aprendizaje similares en las que ese conocimiento será utilizado, dado que la recuperación exitosa se facilita cuando las claves de recuperación son codificadas junto con esa información (especificidad de la codificación).

Metodología de enseñanza

El ABP es una propuesta diseñada para la educación médica que facilita el estudio autodirigido mediante problemas preelaborados que representan unidades de autoaprendizaje. Estimula al alumno a elaborar su conocimiento a partir del aprendizaje en grupos pequeños facilitado por un contexto similar al profesional (Barrows y Tamblyn, 1980). La resolución de problemas clínicos constituye a juicio de estos autores, un instrumento de aprendizaje

de por vida; representa un desafío para el alumno y contribuye a desarrollar el pensamiento científico; constituye un estímulo útil para integrar información, asegurando la retención y la transferencia de disciplinas de ciencias básicas a la práctica clínica.

Dentro de este marco teórico, el docente asume el rol de tutor, estimulando la participación activa de los estudiantes, facilitando el proceso hacia la búsqueda de objetivos de aprendizaje.

El sistema de evaluación tradicional tiende a identificar deficiencias en el aprendizaje del alumno en base a criterios preconcebidos, estimulando el estudio estratégico y superficial. En este modelo la evaluación orienta estrategias de aprendizaje profundas (Newble y Entwistle, 1986, citado por Chen, 2000); no se limita a la acreditación, sino que funciona como instrumento de mejora, seguimiento e intervención a lo largo de todo el proceso y permite evaluar el grado de concreción de los objetivos que se persiguen (Verdú Carbonell et al., 2002). Se concibe como un proceso sistemático, continuo, integral, que orienta e impulsa la investigación mediante valoración positiva, indicaciones precisas y frecuentes de cada actividad de la estrategia. Se enfatizan en particular los procesos de metaevaluación: el estudiante se evalúa a sí mismo, evalúa su participación, su producción e identifica sus dificultades y las estrategias que usa para superarlas; evalúa el proceso de aprendizaje, su cooperación grupal y evalúa a su tutor.

Los alumnos perciben como importante sólo lo que se evalúa, por ello se tienen en cuenta todas sus actividades y producciones, extendiéndose a los aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales. De este modo la calificación final se apoya en múltiples elementos, como valoración explícita del trabajo del estudiante. Constituye una estimación cualitativa en base a categorías amplias, coherente con el modelo constructivista.

Los mapas conceptuales (MC), como estrategias instruccionales que organizan la estructura cognitiva del alumno, facilitan condiciones de Aprendizaje Significativo (Novak y Gowin, 1988; Galagovsky, 1996), sirven de andamiaje mental en la memoria de trabajo y sistematizan los conceptos en la memoria a

largo plazo. En esta propuesta, son utilizados como instrumentos para la evaluación.

En síntesis, los objetivos del aprendizaje son:

- Facilitar la activación de subsunores relevantes (Ausubel, 1981).
- Promover habilidades de razonamiento clínico (Barrows y Tamblyn, 1980).
- Integrar información a partir de un problema clínico.
- Desarrollar habilidades de estudio autodirigido para la educación médica continua (aprender a aprender).
- Favorecer la metaevaluación.

Para el logro de estos objetivos se plantea un caso de clínica médica como problema estructurante y como punto de partida para aplicar los conocimientos biofísicos involucrados, en un marco de integración horizontal y vertical de asignaturas básicas con el ciclo clínico.

Marco contextual

La experiencia se realiza en el marco de los trabajos prácticos de la asignatura Biofísica correspondiente al 2º año de la carrera de Medicina. Los alumnos ya cursaron el 50 % de la asignatura. Los temas de Radiactividad y Medicina Nuclear no se habían desarrollado aún, por lo tanto sólo se activaron nociones previas sobre estos temas.

Planificación de la estrategia de enseñanza.

Actividades

La planificación se basó en el modelo planteado y en los criterios que de él se derivan. A continuación se presenta el modelo de construcción de conocimientos como instrucción problematizada con las actividades propuestas.

Primera semana de tutoría de ABP. Introducción y planteo de la situación problemática abierta. Planteo de la posible estrategia

Actividad 1: Objetivos orientadores: interpretar el probable diagnóstico que justifique los síntomas; identificar temas biofísicos involucrados; correlacionarlos con la situación planteada y con otras asignaturas del ciclo básico; elaborar memorias científicas de reconstrucción crítica durante todo el proceso de investigación (Gil Pérez y Valdez Castro, 1995).

*Lectura y discusión grupal del problema clínico estructurante (Anexo1), con temas biofísicos ya estudiados, y algunos aspectos de medicina nuclear a desarrollarse posteriormente en clases teóricas.

*Tormenta de ideas a partir del análisis cualitativo significativo, identificación de conceptos conocidos y desconocidos.

*Hipótesis para orientar la investigación.

Actividad 2: Mapa conceptual grupal MC1. Elaboración de una memoria científica en base a la activación de los conocimientos previos. Organización de los conceptos en una estructura que relacione y dé sentido a la situación problematizada. En la elaboración de los mapas conceptuales consensuados por los grupos de estudiantes se tuvieron en cuenta las diferenciaciones idiosincráticas.

Actividad 3: Identificación grupal de objetivos de aprendizaje, metas parciales. Diseño de la secuencia de temas a investigar con una lógica problematizada (hilo conductor) según una estrategia para avanzar en la solución de las grandes preguntas iniciales del problema clínico.

Trabajo a distancia.

Desarrollo de la estrategia

Actividad 4: Búsqueda bibliográfica, libros, Internet.

Actividad 5: Discusión grupal de los conceptos involucrados para recuperar los avances logrados mediante la búsqueda bibliográfica.

*Mapa conceptual grupal MC2. Memoria científica reflejando la interpretación de la situación problemática después de buscar información, realización del póster del MC2.

Segunda semana de tutoría de ABP. Recapitulación/análisis de resultados

Actividad 6: Exposición oral grupal del mapa conceptual MC2 en plenario como póster. Fundamentación del posible diagnóstico del caso clínico.

Actividad 7: Discusión en plenario. Reflexión sobre lo avanzado en el problema, defensa de las distintas propuestas. Nuevas preguntas tendientes a un diagnóstico diferencial.

Actividad 8: Planificación de la semana: Recapitulación/Perspectivas abiertas, nuevos problemas que se plantean.

Trabajo a distancia.

Desarrollo de la estrategia

Actividad 9: Ampliar la investigación profundizando en las dudas sobre el diagnóstico diferencial: bibliografía, Internet y consulta a “expertos” o especialistas.

Actividad 10: Mapa Conceptual grupal MC3. Elaboración de memoria científica, preparación de transparencias para su exposición en plenario.

Tercera semana de tutoría de ABP.

Recapitulación

Actividad 11: Exposición oral grupal del mapa conceptual final MC3 con transparencias.

Actividad 12: Discusión en plenario. Síntesis integradora. Reflexión sobre lo avanzado. Perspectivas.

Trabajo a distancia. Evaluación para acreditación

Actividad 13: Monografía grupal: Elaboración de memoria científica. Síntesis e integración aplicando los conocimientos adquiridos a la situación problemática planteada; versión impresa junto al mapa conceptual final y su respaldo en CD.

Estructura del Informe: A) Encabezamiento. B) Contenidos. B1: Probable diagnóstico. Interpretación y fundamentos que justifiquen los síntomas. B2: Integración/articulación de contenidos biofísicos y de otras asignaturas del Ciclo Básico involucrados en el problema clínico. C) Fuentes de información consultadas.

Evaluación sumativa final de la propuesta

Actividad 14: Examen Parcial: Prueba globalizadora individual y escrita con calificación, diez preguntas semidesarrolladas referidas a: diagnóstico clínico, temas biofísicos y a las otras asignaturas involucradas.

Actividad 15: Encuesta de opinión a los alumnos para evaluar la experiencia.

Metodología de investigación

Se trabajó con una muestra representada por dos comisiones, una de 13 y otra de 17 alumnos, repartidos en diez grupos pequeños. El módulo se realizó durante tres semanas,

con una reunión tutorial semanal planteada como sesión de globalización (sesiones plenas) y un trabajo de investigación a distancia. Se propuso además, horarios de consulta como apoyo a la tarea.

Para evaluar los resultados obtenidos con la nueva propuesta, se usaron instrumentos para la recolección de datos que fueron analizados sistemáticamente en término de categorías y dimensiones seleccionadas.

Descripción de los instrumentos

a) De trabajo grupal:

Mapas Conceptuales. MC1 a partir de los conocimientos previos, MC2 a partir de la búsqueda bibliográfica, MC3 enriquecido con consulta a expertos y profundización bibliografica (Conceição y Valadares, 2003).

Monografía.

Grilla de observación sistemática para evaluar los aspectos conceptuales, procedi-

mentales y actitudinales (Reta de Rosas y López, 2000).

b) De desempeño individual:

Desempeño en las exposiciones.

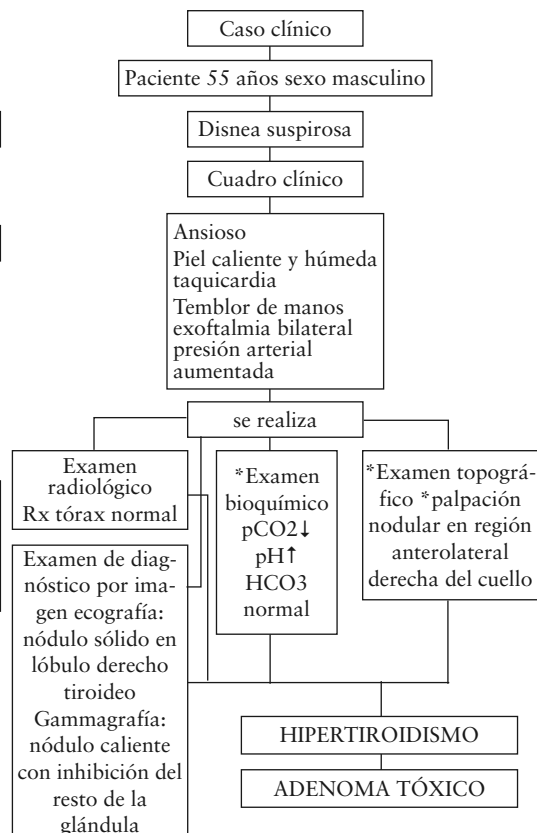
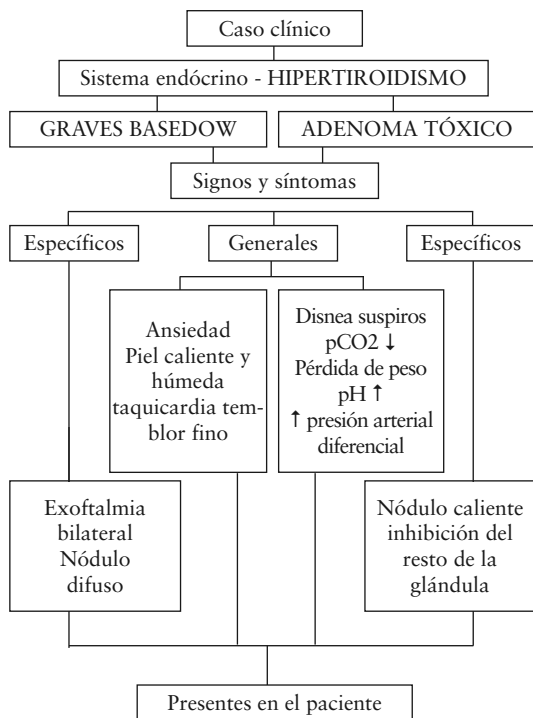
Resultado del parcial.

Encuesta de opinión.

Por razones de espacio, en este trabajo se consideraron los instrumentos de evaluación grupal MC y monografía, y se enunciaron de ellos conclusiones parciales. La encuesta de opinión ya se analizó en otro trabajo de las autoras (Aiziczon y Cudmani, 2006).

Ejemplos de dos mapas conceptuales grupales

Se muestran dos mapas conceptuales realizados por los alumnos en los que se puede visualizar su estructura. El mapa de la izquierda muestra un mapa conceptual mucho más integrado e interrelacionado que el de la derecha.



Evaluación conceptual de los MC. Identificación de categorías (C) y dimensiones (D) de análisis

Se procedió a cuidadosa lectura y relectura de los datos recogidos a fin de identificar categorías y dimensiones (Ver Cuadros 1, 2 y 3) que permitan el análisis, interpretación y fundamentación de las conclusiones. Se analiza-

ron 10 MC grupales de cada etapa (MC1, MC2, MC3). La calificación “correcto” implica una adecuada ilación lógica y organización jerárquica de los conceptos.

Se hizo una evaluación global de cada categoría que se expresó en términos de porcentajes, los cuales expresan el grado de corrección en las respuestas a esa categoría.

Cuadro 1. Categorías y Dimensiones para la evaluación del mapa conceptual MC1

MC1										
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10
<i>C1: Identificación correcta de los núcleos conceptuales fundamentales</i>										
1.1 correctas	100	100	70	80	100	100	70	70	100	80
1.2 incorrectas	-	-	30	20	-	-	30	30	-	20
<i>C2: Relaciones significativas entre los conceptos</i>										
2.1 si	100	100	50	80	100	100	50	50	80	10
2.2 no	-	-	20	-	-	-	20	40	-	70
2.3 parcialmente	-	-	30	20	-	-	30	10	20	20
<i>C3: Ordenamiento jerárquico (Novak, 1991)</i>										
3.1 aceptable	80	50	70	80	100	-	50	-	50	-
3.2 inaceptable	20	50	30	20	-	100	50	100	50	100
<i>C4: Mapa conceptual o una secuencia más o menos lineal</i>										
4.1 lineal	80	70	50	30	30	100	80	100	50	100
4.2 MC	20	30	50	70	70	-	20	-	50	-
<i>C5: Creatividad en el diseño del mapa conceptual</i>										
5.1 poco frecuente	80	70	50	70	80	100	100	100	20	100
5.2 originales (ejemplos)	-	10	20	20	10	-	-	-	60	-
5.3 no originales	20	20	30	10	10	-	-	-	20	-
<i>C6: Capacidad de realizar diagnóstico</i>										
6.1 correctas	100	100	-	100	100	100	100	100	100	100
6.2 incorrectas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcalosis respiratoria	100	100	-	100	100	100	100	-	100	100
Hipertiroidismo	100	100	-	-	100	-	100	100	100	-

Cuadro 2. Categorías y Dimensiones para la evaluación del mapa conceptual MC2

MC2										
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10
C1: Identificación correcta de los núcleos conceptuales fundamentales										
1.1 correctas	100	100	80	100	100	100	80	70	100	80
1.2 incorrectas	-	-	20	-	-	-	20	30	-	20
C2: Relaciones significativas entre los conceptos										
2.1 si	80	100	70	100	100	80	60	20	80	40
2.2 no	-	-	-	-	-	-	10	10	-	40
2.3 parcialmente	20	-	30	-	-	20	30	70	20	20
C3: Ordenamiento jerárquico (Novak, 1991)										
3.1 aceptable	30	70	50	70	100	70	70	50	80	20
3.2 inaceptable	70	30	50	30	-	30	30	50	20	80
C4: Mapa conceptual o una secuencia más o menos lineal										
4.1 lineal	60	30	60	20	-	30	70	50	50	80
4.2 MC	40	70	40	80	100	70	30	50	50	20
C5: Creatividad en el diseño del mapa conceptual										
5.1 poco frecuente	100	50	100	10	20	60	60	60	50	80
5.2 originales (ejemplos)	-	30	-	30	60	20	-	20	30	-
5.3 no originales	-	20	-	60	20	20	40	20	20	20
C6: Capacidad de realizar diagnóstico										
6.1 correctas	100	100	100	100	100	100	100	-	100	100
6.2 incorrectas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcalosis respiratoria	-	100	100	100	-	100	100	-	-	100
Hipertiroidismo	100	100	100	100	100	100	100	-	100	100
Enf Graves Basedow	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Cuadro 4. Categorías y Dimensiones para la evaluación de la monografía

		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10
C 1	1.1	Ex	MB	MB	Ex	Ex	MB	Ex	MB	MB	R
	1.2	Ex	MB	MB	Ex	Ex	MB	MB	MB	MB	R
	1.3	Ex	MB	B	Ex	Ex	Ex	MB	MB	Ex	B
	1.4	MB	MB	-	Ex	-	-	MB	MB	MB	-
C 2	2.1.1	100	100	100	100	100	100	100	80	80	80
	2.1.2	-	-	-	-	-	-	-	20	20	20
	2.2.1	80	80	-	100	100	100	80	30	80	-
	2.2.2	-	-	80	-	-	-	-	-	-	20
	2.2.3	20	20	20	-	-	-	20	70	20	80
	2.3.1	80	50	80	100	100	100	80	100	100	-
	2.3.2	20	50	20	-	-	-	20	-	-	100
	2.4.1	80	80	70	100	100	100	70	70	80	80
	2.4.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.4.3	20	20	30	-	-	-	30	30	20	20
	2.5.1	100	-	90	-	-	30	80	90	80	80
	2.5.2	-	30	-	100	80	-	-	-	-	-
	2.5.3	-	70	10	-	20	70	20	10	20	20
	2.6.1	100	100	80	100	100	100	100	80	100	-
2.6.2	-	-	-	-	-	-	-	20	-	80	
2.6.3	-	-	20	-	-	-	-	-	-	20	
C 3	3.1	MB	MB	MB	Ex	Ex	MB	MB	MB	MB	MB
	3.2	MB	MB	MB	Ex	Ex	MB	MB	MB	MB	MB
	3.3	MB	Ex	-	Ex	Ex	MB	-	Ex	-	MB
	3.4	-	Ex	-	Ex	Ex	MB	-	-	Ex	-
	3.5	MB	MB	MB	Ex	MB	MB	MB	B	MB	B

Categorías y dimensiones para la evaluación de la monografía

Para evaluar la monografía grupal, se han incorporado a las anteriores categorías de análisis, adaptadas para este instrumento (ver *Evaluación conceptual de los MC*), nuevas categorías que son evaluadas específicamente en esta instancia.

1. Aspectos formales

- 1.1 Carátula: título, autores, tema, año, comisión.
- 1.2 Carpeta, folio, anillado.
- 1.3 Presentación: orden, ilustraciones, gráficos, anexos pertinentes.
- 1.4 Disquete.

2. Evaluación conceptual

- 2.1 Identificación de núcleos conceptuales fundamentales. 2.1.1 Correctas. 2.1.2 Incorrectas.

- 2.2 Relaciones significativas entre los conceptos. 2.2.1 Si. 2.2.2 No. 2.2.3 Parcialmente.

- 2.3 Ordenamiento jerárquico (Novak, 1991). 2.3.1 Aceptable. 2.3.2 Inaceptable.

- 2.4 Documento claro y coherente. 2.4.1 Si. 2.4.2 No. 2.4.3 Parcialmente.

- 2.5 Creatividad (aportes y aperturas). 2.5.1 Poco frecuente. 2.5.2 Originales. 2.5.3 No originales.

- 2.6 Capacidad de realizar diagnóstico. 2.6.1 Correcto. 2.6.2 Incompleto. 2.6.3 Mal.

3. Fuentes de información

- 3.1 Calidad.
- 3.2 Pertinencia.
- 3.3 Internet.
- 3.4 Expertos.
- 3.5 Libros.

Discusión de los resultados

Por razones de espacio se hace una síntesis de los aspectos más relevantes de los resultados que arrojan estos datos.

1. Estructura conceptual: 70-100% identificación correcta de núcleos conceptuales funcionales en los tres MC y la monografía.

2. Estructura relacional de los contenidos: 6-8/10 grupos relacionan los conceptos en los MC entre un 80-100 %, y coincide con 7/10 de la monografía. En los grupos G3 y G10 se evidencia dificultad para relacionar, lo que interpretamos como aprendizaje memorístico.

3. Estructura jerárquica: 4/10 grupos pueden establecer una relación jerárquica entre los conceptos: en el MC1 entre un 70-100 %, número que se incrementa a 6/10 en el MC2 y a 7/10 en el MC3 y llega a 8/10 en la monografía.

4. Mapa conceptual o secuencia lineal: En el MC1 6/10 grupos realizan una secuencia lineal (racimos de uva), pero hay una evolución hacia un auténtico MC, especialmente en el MC3 donde vemos 6/10. Sin embargo 4/10 tienen dificultades, por lo cual elaboran más bien una red conceptual que un mapa (Galagovsky, 1996; Costamagna, 2001).

5. Creatividad: La búsqueda de relaciones entre conceptos de segmentos distintos de la jerarquía conceptual es escasa en el MC1, y va aumentando hacia el MC3, incrementando la precisión de los significados para los conceptos más inclusivos. 2/10 grupos realizan aportes muy originales, lo que también se ve reflejado en el modo de encarar la monografía y en su defensa en plenario. Podemos citar una situación creativa, reflejada en un MC con numerosas relaciones cruzadas, donde adoptan el criterio médico como si se tratara de una consulta, y siguen el hilo conductor de los estudios que se realizan para llegar al diagnóstico.

6. Diagnóstico: 9/10 grupos realizan un diagnóstico correcto.

7. Fuentes de información: 10/10 grupos utilizaron libros específicos de la carrera, 7/10 Internet, 5/10 consultas a "expertos" médicos endocrinólogos.

Conclusiones

El análisis de los resultados a partir de categorías preestablecidas, muestra que la propuesta superadora significó un espacio curricular útil para facilitar condiciones de Aprendizaje Significativo, activar subsunsores relevantes, promover la diferenciación progresiva DP y la reconciliación integrativa RI (Costamagna, 2001; Pozo, 1995). La relevancia del problema como elemento integrador de distintas disciplinas de la carrera de médico fue efectivo para valorar la importancia de los conocimientos biofísicos en la comprensión del caso clínico, y el esfuerzo del alumno por relacionar la información de distintas asignaturas del currículo (Harden, 2000). El dispositivo metodológico despertó el compromiso con la tarea promoviendo habilidades de estudio autodirigido en un contexto similar al profesional.

Las sesiones de tutoría favorecieron la evaluación formativa y el avance de la investigación. Coincidimos con Chen (2000) en que el proceso de aprendizaje sólo finaliza cuando el alumno alcanza los resultados deseados, de modo que la evaluación sea utilizada para certificar sus logros. El proceso de evaluación en esta experiencia superadora nos permitió entregar retroalimentación para el mejoramiento continuo, "asegurando que las experiencias de aprendizaje sean enriquecedoras, relevantes y holísticas, produciendo un refuerzo motivacional del esfuerzo por aprender, el desarrollo de habilidades de orden superior y el aprendizaje autodirigido".

Los MC facilitaron relacionar conceptos de diversas materias sobre un tema específico y fueron la evidencia de la evolución de las ideas; sirvieron de instrumento para la metaevaluación a partir del estudio independiente. El MC1 permitió relacionar el problema con los conocimientos previos relevantes, y hacer explícitas las preconcepciones. Las exposiciones de los MC en plenario permitieron a los grupos escuchar otros enfoques, y otras aperturas de los temas contribuyendo a enriquecer la temática, a aclarar dudas y a reorientar el proceso de aprendizaje. El MC2 refleja las dificultades para integrar la gran cantidad de información de la búsqueda bibliográfica con

los conocimientos previos respondiendo a la hipótesis formulada y permitiendo cambios conceptuales de las concepciones iniciales. El MC3 muestra una mejor organización de la información con los conceptos más integrados, facilitando la redacción de la monografía, donde prácticamente todos pueden elaborar un documento claro y coherente y defender su diagnóstico.

El 100% de los alumnos manejó correctamente los temas biofísicos involucrados, y no tuvieron dificultades en comprender los temas nuevos de Medicina Nuclear. Las conexiones cruzadas, válidas y significativas, entre conceptos relacionados en la construcción de un MC de mayor nivel, sugieren la RI, y se ve facilitada por la DP de los conceptos, y merecen resaltarse y reconocer su mérito, reflejando según Novak, “capacidad creativa con mentes creativas” (Novak y Gowin, 1988).

Sirven de indicadores del Aprendizaje Significativo, mucho mejor que los niveles jerárquicos, por ser indicios de RI importante (op. cit.). Hemos encontrado que cuando realizan un MC con muchas relaciones cruzadas, esto se ve reflejado en una monografía muy integrada. En cambio MC lineales coinciden con monografías desarticuladas en una sucesión de temas sin integración. Una secuencia lineal sin niveles jerárquicos no conduce a la adquisición de significados reflejando escasa comprensión y un enfoque memorístico del aprendizaje (Novak, 1991).

Concluimos que la construcción de los tres MC sirvió en la mayoría de los casos para fijar y relacionar temas nuevos con los ya aprendidos y desde distintos puntos de vista (anatomía, biofísica, fisiología), mostrando el gradual crecimiento y evolución plasmados en ellos.

Referencias

- Aiziczon, B. y Cudmani, L. (2004). El modelo ausubeliano en la enseñanza de Biofísica en Medicina. *Memorias VII Simposio de Investigadores en Educación en Física*. Santa Rosa, La Pampa, Argentina.
- Aiziczon, B. y Cudmani, L. (2006). La evaluación del aprendizaje significativo en el ABP en Biofísica en Medicina. Las voces de los alumnos. *Memorias IX CIAEF*. San José, Costa Rica.
- Ausubel, D. (1981). *Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo*. Méjico: Editorial Trillas.
- Barrows, H. y Tamblyn, R. (1980). *Aprendizaje Basado sobre Problemas. Una propuesta para la Educación Médica*. New York: Springer Publishing Company.
- Branda, L. (2000). *Integración de Ciencias Básicas y Clínicas. Aprendizaje Basado en Problemas*. Maestría en Docencia en Ciencias de la Salud. Facultad de Medicina. UNT. Tucumán, Argentina.
- Busab, S. y Colombo de Cudmani, L. (2003). Diagnóstico sobre el modelo de enseñanza del cálculo y su validación. *Memorias XI EMCI Nacional III EMCI Internacional*. Tucumán, Argentina
- Cabral da Costa, S. y Moreira, M. A. (2001). A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 18 (3), pp. 263-277.
- Chen, S. E. (2000). Aprendizaje Basado en Problemas ¿Herramienta Educativa o Filosofía? Universidad de Newcastle, Australia. En González Folch, E. *Proyecto de Integración Curricular del Ciclo Clínico*, 2007. Facultad de Medicina, UNT.
- Colombo de Cudmani, L. (1998). Resolución de problemas en el aula. *Revista de Ensino de Física*, 20 (3).
- Colombo de Cudmani, L. (2000). Diseño curricular del electromagnetismo en base al modelo instruccional de aprendizaje significativo. *IIIer Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo*. Lisboa, Portugal.
- Conceição, L. y Valadares, J. (2003). Mapas conceptuais progressivos como suporte de uma estratégia construtivista de aprendizagem de conceitos mecânicos por alunos do 9º ano de escolaridade. que resultados e que atitudes? *Memorias I Encuentro Iberoamericano sobre investigación básica en Educación en Ciencias*. Universidad de Burgos. España.
- Costamagna, A. (2001). Mapas conceptuales como expresión de procesos de interrelación para evaluar la evolución del conocimiento de alumnos universitarios. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), pp. 309-318.
- Galagovsky, L. (1996). *Redes Conceptuales. Aprendizaje, comunicación y memoria*. Buenos Aires, Argentina: Lugar Editorial.

- Gil Pérez, D. y Valdez Castro, P. (1995). 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*, 2 (3), pp.1-22.
- González de Galindo, S. y Colombo de Cudmani, L. (2001). Aprendizaje significativo del cálculo en aulas multitudinarias. *Memorias IV Simposio de Educación Matemática*. Buenos Aires, Argentina.
- Harden, R. (2000). The integration ladder: a tool for curriculum planning and evaluation. *Medical Education*, 34, pp. 551-557.
- IIME (2002). Requisitos globales mínimos esenciales en educación médica. *Medical Teacher*, 24 (2), pp. 130-155. Traducción de Mendoza Vega, V.
- Moreira, M. A. (1983). *Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física*. Porto Alegre, Brasil: Editora da Universidade. 1° Edición.
- Moreira, M. A. (1997). Aprendizaje Significativo: un concepto subyacente. *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*, pp. 19-44. Burgos, España.
- Moreira, M. A. (2005). *Aprendizagem Significativa critica*. Porto Allegre, Brasil: Editorial Adriana M. Toigo.
- Newble, D. y Entwistle, N. (1986). Enfoques y estilos de aprendizaje: implicancias en la educación médica. *Medical Education*, 20, pp. 162-175.
- Novak, J. (1991). Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender. La opinión de un profesor-investigador. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), pp. 215-228.
- Novak, J. y Gowin, D. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Ed. Martínez Roca.
- Pozo, J. (1995). La evaluación del aprendizaje de hechos y conceptos. En Coll, C; Pozo, J.; Sarabia, B., *El aprendizaje y la enseñanza de hechos y conceptos*. Buenos Aires: Editorial Santillana. Aula XXI.
- Reta de Rosas, A. y López, M. (2000). *Aprendizaje basado sobre problemas*. CAEM II. Conferencia Argentina de Educación Médica. Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.
- Schmidt, H. (1989). La racionalidad detrás del ABP. En: Schmidt, H. y otros. *Nuevas direcciones para la educación médica*. New York: Springer Verlag, Cap. 8.
- Schmidt, H. (1993). Fundamentos del Aprendizaje basado sobre Problemas: algunas notas explicativas. *Medical Education*, 27, pp. 422-432.
- Venturelli, J. (2000). *Educación Médica. Nuevos enfoques, metas y métodos*. Serie Paltex Salud y Sociedad, N° 5. Washington, U.S.A: Organización Panamericana de la Salud. Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud.
- Verdú Carbonell, R., Martínez Torregrosa, J. y Osuna García, L. (2002). Enseñar y aprender en una estructura problematizada. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 34, pp. 47-55.

ANEXO

Situación problemática (Problema de ABP)

Roberto de 55 años ingresa a la guardia hospitalaria con un cuadro de disnea suspirosa, sin antecedentes previos y de reciente comienzo. Se le realiza una radiografía Rx de tórax, que resulta normal. La determinación de gases en sangre muestra una $p\text{CO}_2$ disminuida, bicarbonato normal y el pH aumentado. En el examen clínico se observa: Paciente ansioso; piel caliente y húmeda; taquicardia; temblor fino y espontáneo en manos; exoftalmia bilateral. Refiere pérdida de peso. Al examen se palpa una formación nodular en región antero-lateral derecha del cuello, y se detecta una presión arterial diferencial aumentada. Con la administración de un ansiolítico sub-lingual compensa su cuadro respiratorio. Se estudia la formación nodular que muestra: Ecografía: Nódulo sólido en lóbulo derecho tiroideo. Gammagrafía con I131: Nódulo caliente con inhibición funcional del resto de la glándula tiroidea.