

UNIDADES DE ENSEÑANZA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS - UEPS (Potentially Meaningful Teaching Units – PMTU)

Marco Antonio Moreira [moreira@if.ufrgs.br]
Instituto de Física - UFRGS
Código Postal 15051 - Campus
91501-970 - Porto Alegre, RS
<http://moreira.if.ufrgs.br>

Resumen

Se propone la construcción de una secuencia didáctica fundamentada en teorías de aprendizaje, particularmente la del aprendizaje significativo. Partiendo de la premisa de que no hay enseñanza sin aprendizaje, de que la enseñanza es el medio y el aprendizaje es el fin, se propone esa secuencia como una *Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa* (UEPS). Se sugieren pasos para su construcción, se dan ejemplos y se presenta un glosario de los términos técnicos utilizados.

Palabras-clave: unidad de enseñanza; aprendizaje significativo; enseñanza potencialmente significativa.

Abstract

The construction of a didactic sequence is proposed based on learning theories, specially the meaningful learning one. Assuming that there is no teaching without learning, that teaching is a means and learning is the goal, such a sequence is proposed as a *Potentially Meaningful Teaching Unit* (PMTU). Steps for its construction are suggested, examples are given, and a glossary of the technical terms involved is provided.

Keywords: teaching unit; meaningful learning; potentially meaningful teaching.

Introducción

En los centros de enseñanza, sea primaria, secundaria o superior, los profesores¹ les presentan a los alumnos conocimientos que éstos supuestamente deben saber. Los alumnos copian tales conocimientos como si fuesen informaciones que tienen que ser memorizadas, reproducidas en las evaluaciones, y después olvidadas. Ésta es la forma clásica de enseñar y aprender, basada en la narrativa del profesor y en el aprendizaje mecánico del alumno.

Las teorías de aprendizaje sugieren otras maneras de entender la enseñanza y el aprendizaje. Los resultados de la investigación básica en enseñanza también, pero ni unas ni otros llegan a la práctica real del día a día de los centros de enseñanza. No se trata aquí de echarles la culpa a los psicólogos educacionales, educadores, investigadores, profesores y alumnos, pero el hecho es que el modelo de la narrativa es aceptado por todos – alumnos, profesores, padres, la sociedad en general – como “el modelo” y el aprendizaje mecánico como “el aprendizaje”. En la práctica, una gran pérdida de tiempo.

Con la intención de contribuir para modificar, por lo menos en parte, esa situación, se propone en este trabajo la construcción de *Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas*. Son secuencias de enseñanza fundamentadas teóricamente, orientadas al aprendizaje significativo, no mecánico, que pueden estimular la investigación aplicada en enseñanza, es decir la investigación dedicada directamente a la práctica de la enseñanza en el día a día de las clases.

Construcción de la UEPS

¹ Profesores y alumnos serán usados a lo largo de este texto como términos generales, refiriéndose al cuerpo docente y al discente sin ninguna alusión a género.

Objetivo: desarrollar unidades de enseñanza potencialmente facilitadoras del aprendizaje significativo de temas específicos de conocimiento declarativo y/o procedimental.

Filosofía: sólo hay enseñanza cuando hay aprendizaje y éste debe ser significativo; enseñanza es el medio, aprendizaje significativo es el fin; materiales de enseñanza que tengan como objetivo alcanzar ese aprendizaje deben ser potencialmente significativos.

Marco teórico: la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel (1968, 2000), en visiones clásicas y contemporáneas (Moreira, 2000, 2005, 2006; Moreira y Masini, 1982, 2006; Masini y Moreira, 2008; Valadares y Moreira, 2009), las teorías de educación de Joseph D. Novak (1977, 1980) y de D.B. Gowin (1981), la teoría interaccionista social de Lev Vygotsky (1987), la teoría de los campos conceptuales de Gérard Vergnaud (1990; Moreira, 2004), la teoría de los modelos mentales de Philip Johnson-Laird (1983) y la teoría del aprendizaje significativo crítico de M.A. Moreira (2005).

Principios:

- el conocimiento previo es la variable que más influye en el aprendizaje significativo (Ausubel);
- pensamientos, sentimientos y acciones están integrados en el ser que aprende; esa integración es positiva, constructiva, cuando el aprendizaje es significativo (Novak);
- es el alumno quien decide si quiere aprender significativamente determinado conocimiento (Ausubel; Gowin);
- organizadores previos muestran la relación entre nuevos conocimientos y conocimientos previos;
- las situaciones-problema son las que dan sentido a nuevos conocimientos (Vergnaud); deben ser pensadas para despertar la intencionalidad del alumno para el aprendizaje significativo;
- situaciones-problema pueden funcionar como organizadores previos;
- las situaciones-problema deben ser propuestas en niveles crecientes de complejidad (Vergnaud);
- frente a una nueva situación, el primer paso para resolverla es construir, en la memoria de trabajo, un modelo mental funcional, que es un análogo estructural de esa situación (Johnson-Laird);
- en la organización de la enseñanza, hay que tener en cuenta la diferenciación progresiva, la reconciliación integradora y la consolidación (Ausubel);
- la evaluación del aprendizaje significativo debe ser realizada en términos de búsqueda de evidencias;
- el papel del profesor es el de proveedor de situaciones-problema, cuidadosamente seleccionadas, el de organizador de la enseñanza y el de mediador de la captación por significados de parte del alumno (Vergnaud; Gowin);
- la interacción social y el lenguaje son fundamentales para la captación de significados (Vygotsky);
- un episodio de enseñanza supone una relación triádica entre alumno, docente y materiales educativos, cuyo objetivo es llevar al alumno a captar y compartir significados que son aceptados en el contexto de la materia de enseñanza (Gowin);
- esa relación podrá ser cuadrática en la medida en la que el ordenador no sea usado meramente como material educativo, es decir, en la medida en que sea también un mediador del aprendizaje;
- el aprendizaje debe ser significativo y crítico, no mecánico (Moreira);

- el aprendizaje significativo crítico es estimulado por la búsqueda de respuestas (cuestionamiento) en lugar de la memorización de respuestas conocidas, por el uso de la diversidad de materiales y estrategias educativas, por el abandono de la narrativa en favor de una enseñanza centrada en el alumno (Moreira).

Aspectos secuenciales (*pasos*):

1. definir el tema específico que será abordado, identificando sus aspectos declarativos y procedimentales tal y como se aceptan en el contexto de la materia de enseñanza en la que se inserta el tema escogido;
2. crear/proponer situación(ones) – discusión, cuestionario, mapa conceptual, situación-problema, etc. – que lleve(n) al alumno a exteriorizar su conocimiento previo, aceptado o no aceptado en el contexto de la materia de enseñanza, supuestamente relevante para el aprendizaje significativo del asunto (objetivo) en cuestión;
3. proponer situaciones-problema, en un nivel bastante introductorio, teniendo en cuenta el conocimiento previo del alumno, que preparen el terreno para la introducción del conocimiento (declarativo o procedimental) que se pretende enseñar; estas situaciones-problema pueden incluir, desde ya, el asunto en pauta, pero no para empezar a enseñarlo; tales situaciones-problema pueden funcionar como organizador previo; son las situaciones que dan sentido a los nuevos conocimientos, pero para eso el alumno tiene que percibirlos como problemas y debe ser capaz de modelarlas mentalmente; los modelos mentales son funcionales para el aprendiz y resultan de la percepción y de conocimientos previos (invariantes operatorios); estas situaciones-problema iniciales se pueden proponer a través de simulaciones computacionales, demostraciones, vídeos, problemas del cotidiano, representaciones vehiculadas por los medios de comunicación, problemas clásicos de la materia de enseñanza, etc., pero siempre de modo accesible y problemático, es decir, no como ejercicio de aplicación rutinaria de algún algoritmo;
4. una vez trabajadas las situaciones iniciales, se presenta el conocimiento que debe ser enseñado/aprendido, teniendo en cuenta la diferenciación progresiva, es decir, empezando con aspectos más generales, inclusivos, dando una visión inicial del todo, de lo que es más importante en la unidad de enseñanza, pero después se ponen ejemplos, abordando aspectos específicos; la estrategia de enseñanza puede ser, por ejemplo, una breve exposición oral seguida de una actividad colaborativa en pequeños grupos que, a su vez, debe ser seguida de una actividad de presentación o discusión en el grupo grande;
5. a continuación, se retoman los aspectos más generales, estructurantes (es decir, lo que efectivamente se pretende enseñar), del contenido de la unidad de enseñanza, en nueva presentación (que puede ser a través de otra breve exposición oral, de un recurso computacional, de un texto, etc.), pero con un nivel más alto de complejidad con relación a la primera presentación; las situaciones-problema deben ser propuestas en niveles crecientes de complejidad; dar nuevos ejemplos, destacar semejanzas y diferencias con relación a las situaciones y ejemplos ya trabajados, o sea, promover la reconciliación integradora; después de esta segunda presentación, hay que proponer alguna otra actividad colaborativa que lleve a los alumnos a interactuar socialmente, negociando significados, contando con el profesor como mediador; esta actividad puede ser la resolución de problemas, la construcción de un mapa conceptual o un diagrama V, un experimento de laboratorio, un pequeño proyecto, etc., pero necesariamente tiene que haber negociación de significados y la mediación docente;
6. concluyendo la unidad, se da continuidad al proceso de diferenciación progresiva retomando las características más relevantes del contenido en cuestión, pero desde una perspectiva integradora, o

sea, buscando la reconciliación integrativa; eso debe ser realizado a través de una nueva presentación de los significados que puede ser, otra vez, una breve exposición oral, lectura de un texto, recurso computacional, audiovisual, etc.; lo importante no es la estrategia en sí, sino el modo de trabajar el contenido de la unidad; después de esta tercera presentación, se deben proponer y trabajar nuevas situaciones-problema en un nivel más alto de complejidad con relación a las situaciones anteriores; esas situaciones deben ser resueltas en actividades colaborativas y después presentadas y/o discutidas en el grupo grande, siempre contando con la mediación del docente;

7. la evaluación del aprendizaje en la UEPS debe ser realizada a lo largo de su implementación, anotando todo lo que pueda ser considerado evidencia de aprendizaje significativo del contenido de la misma; además, debe haber una evaluación sumativa después del sexto paso, en la que se deben proponer cuestiones/situaciones que impliquen comprensión, que manifiesten captación de significados e, idealmente, alguna capacidad de transferencia; tales cuestiones/situaciones deben ser previamente validadas por profesores experimentados en la materia de enseñanza; la evaluación del desempeño del alumno en la UEPS deberá estar basada, en pie de igualdad, tanto en la evaluación formativa (situaciones, tareas resueltas colaborativamente, registros del profesor) como en la evaluación sumativa;

8. la UEPS solamente será considerada exitosa si la evaluación del desempeño de los alumnos suministra evidencias de aprendizaje significativo (captación de significados, comprensión, capacidad de explicar, de aplicar el conocimiento para resolver situaciones-problema). El aprendizaje significativo es progresivo, el dominio de un campo conceptual es progresivo; por eso, el énfasis en evidencias, no en comportamientos finales.

Aspectos transversales:

- en todos los pasos, los materiales y las estrategias de enseñanza deben ser diversificados, el cuestionamiento debe ser privilegiado con relación a las respuestas memorizadas y el diálogo y la crítica deben ser estimulados;
- como tarea de aprendizaje, en actividades desarrolladas a lo largo de la UEPS, se le puede pedir a los alumnos que ellos mismos propongan situaciones-problema relativas al asunto en cuestión;
- aunque la UEPS deba privilegiar las actividades colaborativas, la misma puede también prever momentos de actividades individuales.

Diagramas: con la intención de enfocar de otra manera la construcción de una UEPS, así como de ilustrar diagramas que pueden ser útiles en las actividades colaborativas propuestas en ella, son presentados a continuación dos tipos de diagramas.

Diagrama V

La Figura 1 presenta un diagrama V (Gowin, 1981) para esquematizar el proceso de construcción de una *Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa*.

Mapa conceptual

En la Figura 2 se muestra un mapa conceptual (Moreira, 2010) para diagramar de otro modo la construcción de una *Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa*.

Dominio Conceptual

Filosofía: sólo hay enseñanza cuando hay aprendizaje y éste debe ser significativo; enseñanza es el medio, aprendizaje significativo es el fin; materiales de enseñanza deben ser potencialmente significativos.

Teorías: del aprendizaje significativo de Ausubel; de educación de Novak; de educación de Gowin; de la interacción social de Vygotsky; de los campos conceptuales de Vergnaud; de los modelos mentales de Johnson-Laird; del aprendizaje significativo crítico de Moreira.

Principios:

- el conocimiento previo es la variable que más influye en el aprendizaje;
- el aprendizaje significativo depende de la intencionalidad del aprendiz;
- los materiales y las estrategias de enseñanza deben ser potencialmente significativos;
- lo que da sentido a los conceptos son las situaciones;
- la primera acción cognitiva para resolver una situación-problema es la construcción de un modelo mental en la memoria de trabajo;
- el profesor es el organizador de la enseñanza, proveedor de situaciones y mediador de la captación de significados;
- la evaluación debe buscar evidencias de aprendizaje significativo; éste es progresivo;
- un episodio educativo supone una relación entre alumno, docente y materiales educativos dentro de un contexto;
- el aprendizaje debe ser significativo y crítico.

Conceptos: aprendizaje significativo; aprendizaje mecánico, situaciones-problema; modelos mentales; negociación de significados; captación de significados; diferenciación progresiva; reconciliación integradora; consolidación; mediación; progresividad; organizadores previos; aprendizaje significativo crítico.

Fenómeno de interés:

enseñanza
y
aprendizaje

Pregunta central:

¿cómo construir unidades de enseñanza potencialmente facilitadoras del aprendizaje significativo de asuntos específicos de conocimiento declarativo y/o procedimental?

Dominio Metodológico

Aseveraciones de valor: el mayor valor de la UEPS reside en el hecho de que es una secuencia didáctica teóricamente fundamentada y, por eso, con mayor potencial de éxito en la facilitación del aprendizaje significativo.

Aseveraciones de conocimiento: teniendo en cuenta el conocimiento previo del alumno, los organizadores previos, la diferenciación progresiva, la reconciliación integradora y la consolidación; proponiendo actividades colaborativas con respecto a situaciones-problema; mediando la negociación y la captación de significados; proveendo situaciones-problema y mediando el proceso; buscando evidencias de aprendizaje significativo dentro de una perspectiva de progresividad y complejidad; desalentando el aprendizaje mecánico.

Transformaciones: organización e implementación de la UEPS, a partir de una filosofía educacional, de teorías y principios de aprendizaje significativo.

Registros: conocimientos curriculares específicos para ser trabajados en situación formal de enseñanza; conocimientos previos de los alumnos; materiales didácticos; estrategias de enseñanza diversificadas; producciones de los alumnos...

Evento: construcción de unidades de enseñanza potencialmente significativas (UEPS)

Figura 1. Un diagrama V para la construcción de una UEPS.

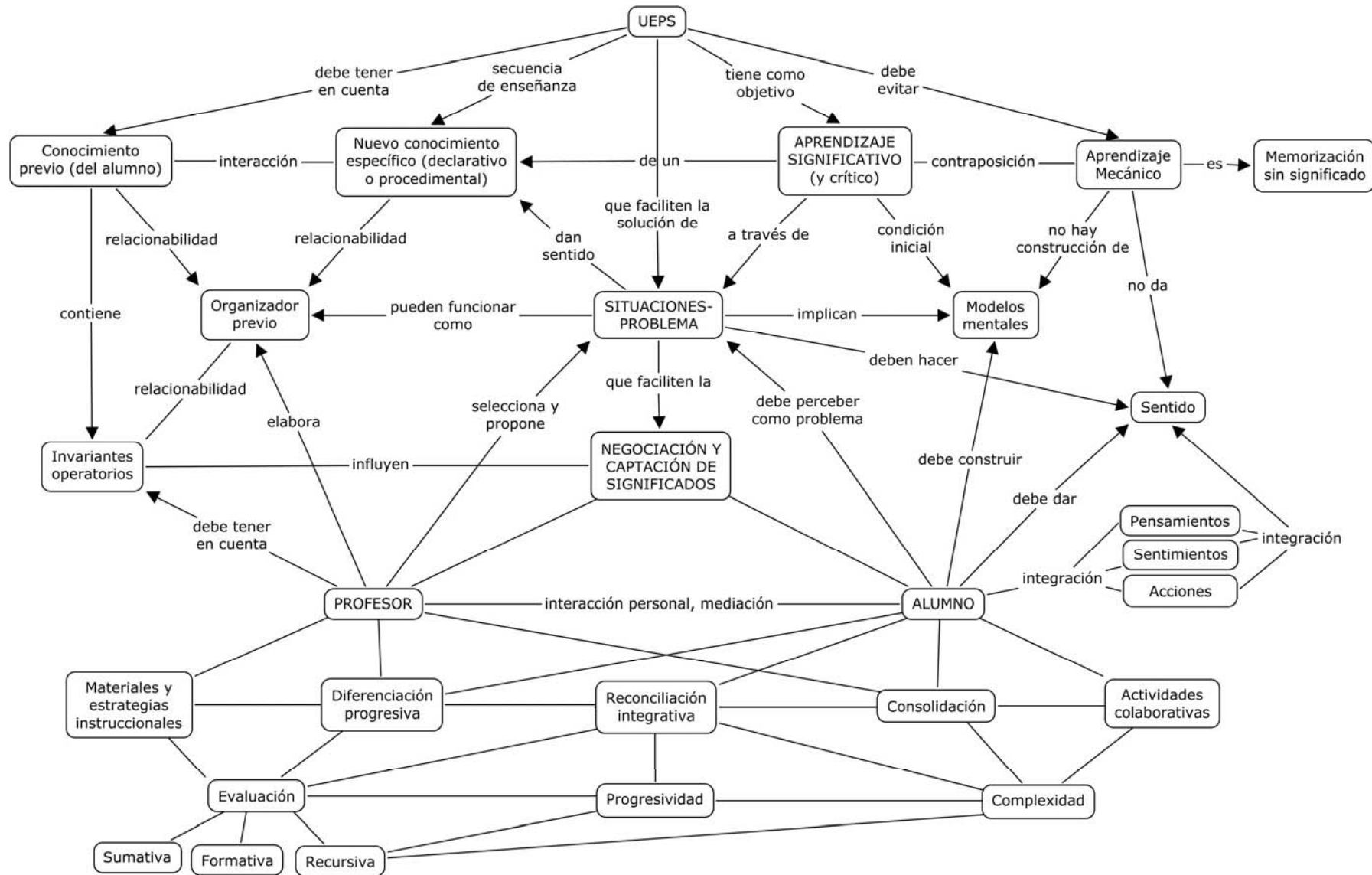


Figura 2 – Un mapa conceptual para la construcción de una UEPS. En este mapa no fueron usados conectivos en la parte inferior para que no quedase muy denso. Las flechas son usadas solamente cuando se quiere dar un sentido a la lectura. Es importante no confundir mapa conceptual con diagrama de flujo. El mapa conceptual es estructural, no secuencial.

Glosario

Aprendizaje significativo: aprendizaje con significado, comprensión, capacidad de explicar, de aplicar el conocimiento adquirido a nuevas situaciones; resulta de la interacción cognitiva no arbitraria y no literal entre conocimientos previos y nuevos conocimientos; depende fundamentalmente de conocimientos previos que le permitan al aprendiz captar significados (en una perspectiva interaccionista, dialéctica, progresiva) de los nuevos conocimientos y de su intencionalidad para esa captación.

Aprendizaje significativo crítico: es aquella perspectiva que permite al sujeto formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, estar fuera de ella. Es a través de ese aprendizaje que el individuo podrá formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, no ser subjugado por ella, por sus ritos, sus mitos y sus ideologías. Por medio de ese aprendizaje, podrá trabajar la incertidumbre, la relatividad, la no causalidad, la probabilidad, la no dicotomización de las diferencias. (Moreira, 2005)

Aprendizaje mecánico: es la memorización, sin significado, de informaciones que serán reproducidas a corto plazo; aprender mecánicamente es simplemente memorizar. Desde el punto de vista cognitivo, las informaciones son interiorizadas prácticamente sin interacción con conocimientos previos. En el cotidiano escolar, es la “decoreba”.

Actividad colaborativa: resolución de tareas (problemas, mapas conceptuales, construcción de un modelo, realización de una experiencia de laboratorio, etc.) en pequeños grupos (de dos a cuatro miembros), con participación de todos los integrantes y presentación al gran grupo, del resultado, del producto obtenido; ese resultado debe ser alcanzado como un consenso del pequeño grupo que será sometido a apreciación crítica por parte del gran grupo.

Evaluación sumativa: es la que pretende evaluar el alcance de determinados objetivos de aprendizaje al final de una fase de aprendizaje; es aquella usualmente basada en pruebas de final de unidad, en exámenes finales.

Captación de significados: los conocimientos (conceptos, proposiciones, constructos, ...) de una determinada materia de enseñanza tienen significados que son aceptados en el contexto de esa materia, que son compartidos por una comunidad de usuarios; para aprender significativamente esa materia, el alumno tiene que, en primer lugar, captar esos significados para, después, decidir si quiere incorporarlos a su estructura cognitiva de manera sustantiva y no arbitraria; para Gowin (1981), la captación de significados es anterior y es condición, para que pueda haber aprendizaje significativo.

Conocimiento declarativo: es el conocimiento que puede ser verbalizado, declarado de alguna manera, se refiere al conocimiento sobre objetos y eventos; es representado mentalmente por proposiciones e imágenes mentales.

Conocimiento previo: conceptos subsunsores, representaciones, esquemas, modelos, constructos personales, concepciones alternativas, invariantes operatorios, en fin, cogniciones ya existentes en la estructura cognitiva del aprendiz.

Conocimiento procedimental: es el conocimiento que consiste en habilidades cognitivas que se requieren para saber hacer algo; es el conocimiento sobre cómo ejecutar acciones; estaría representado mentalmente por medio de producciones, o sea, reglas sobre condiciones y acciones.

Consolidación: es uno de los principios programáticos ausubelianos de la materia de enseñanza (juntamente con la diferenciación progresiva, la reconciliación integradora y la organización secuencial), según el cual es necesario insistir en el dominio o maestría de lo que se está estudiando, antes de introducir nuevos materiales, con el objetivo de asegurar una continua prontitud en la materia de enseñanza y éxito en el aprendizaje secuencialmente organizado. Sin embargo, este principio debe ser compatibilizado con la progresividad del aprendizaje significativo y con la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora.

Diagrama V: es un instrumento heurístico, creado por D.B. Gowin (1981), para facilitar la comprensión del proceso de construcción del conocimiento; por eso mismo, es también llamado Uve epistemológica. En el centro de la V está la cuestión-clave, la pregunta básica de un proceso de producción de conocimiento; en el lado izquierdo está el dominio conceptual (conceptos, principios, teorías, filosofías) y en el derecho el dominio metodológico (registros, datos, transformaciones metodológicas, respuestas posibles a la pregunta básica). En términos simples, se puede decir que el lado izquierdo de la V corresponde al pensar y el lado derecho al hacer; la producción de conocimientos resulta de la interacción entre un dominio conceptual (pensar) y un dominio metodológico (hacer). En la punta de la Uve está el evento o el objeto de estudio del que se hacen registros que, transformados metodológicamente, generan afirmaciones de conocimiento (respuestas) sobre las cuales se realizan afirmaciones de valor.

Diferenciación progresiva: como principio programático de la materia de enseñanza, significa que ideas, conceptos, proposiciones más generales e inclusivos del contenido deben ser presentados al inicio de la enseñanza y deben ser, progresivamente, diferenciados, a lo largo del proceso, en términos de detalles y especificidades. Desde el punto de vista cognitivo, es lo que sucede con determinado subsunsores a medida que sirve de anclaje para nuevos conocimientos en un proceso interactivo y dialéctico.

Evaluación formativa: es la que evalúa el progreso del alumno a lo largo de una fase de su aprendizaje; la que contribuye a la regulación del aprendizaje, en curso, en el progresivo dominio de un campo conceptual; es una evaluación continua que se ocupa de los significados enseñados y en proceso de captación por parte del alumno.

Invariantes operatorios: son conocimientos que están en los esquemas. Esquema es la organización de la conducta para una clase de situaciones. Los invariantes operatorios son contenidos de los esquemas. Hay dos tipos de invariantes operatorios que son componentes esenciales de los esquemas: teoremas-en-acción y conceptos-en-acción. Teoremas-en-acción son proposiciones tenidas como verdaderas sobre lo real. Concepto-en-acción es un predicado, una categoría de pensamiento tenida como pertinente, relevante, para una situación dada. (Vergnaud, 1990).

Mapa conceptual: es un diagrama jerárquico de conceptos y relaciones entre conceptos; jerárquico significa que en ese diagrama, de alguna forma, se percibe que algunos conceptos son más relevantes, más amplios, más estructurantes, que otros; esa jerarquía no es necesariamente vertical, de arriba a abajo, aunque sea muy usada. En el mapa conceptual, las relaciones entre los conceptos son indicadas por líneas que los unen; sobre esas líneas se colocan palabras que ayudan a explicitar la naturaleza de la relación; esas palabras, que muchas veces son verbos, se llaman palabras de enlace, conectivos, conectores. La idea es que los dos conceptos más la palabra de enlace formen una proposición en lenguaje sintético. El mapa conceptual tiene el objetivo de reflejar la estructura conceptual del contenido que se está diagramando. Es importante no confundirlo con un diagrama de flujo, cuadro sinóptico, mapa mental y otros tipos de diagramas.

Mapa mental: es una función natural de la mente humana – es el pensamiento “irradiado” libremente desde una imagen central, o de una palabra-clave, como si fueran “ramificaciones”

(*branches*); tópicos menos importantes también son representados como ramificaciones ligadas a otras de más alto nivel; las ramificaciones forman una estructura nodal conectada (Buzan y Buzan, 1994; Ontoria et al., 2004). En el mapa mental las asociaciones son totalmente libres, mientras que en el mapa conceptual son aquellas aceptadas en el contexto de la materia de enseñanza.

Material potencialmente significativo: el significado está en las personas, no en las cosas. Entonces, no hay, por ejemplo, libro significativo o clase significativa; sin embargo, libros, clases, materiales didácticos de un modo general, pueden ser potencialmente significativos y para eso deben tener significado lógico (tener estructura, organización, ejemplos, lenguaje adecuado, en fin, tienen que ser aprendibles) y los sujetos tienen que tener conocimientos previos adecuados para dar significado a los contenidos vehiculados por esos materiales.

Memoria de trabajo: es el sistema cognitivo que permite al individuo mantener activa una cantidad de informaciones limitada ($7 + 2$ ítems) por un corto periodo de tiempo. Antes, en el comienzo de la revolución cognitiva de los años 50, era llamada de *memoria de corto plazo*. Hoy se asume que su principal función es la de almacenar temporalmente resultados de computaciones mentales intermedias cuando se resuelve problemas. (Wilson y Keil, 2001).

Modelo mental: es un análogo estructural de un estado de cosas del mundo que el sujeto construye en su memoria de trabajo. Frente a una nueva situación, los esquemas de asimilación del sujeto no funcionan, entonces, para enfrentar la nueva situación, el sujeto construye mentalmente un modelo funcional, recursivo, de esa situación, con una estructura análoga. En ese caso, hace inferencias y, dependiendo de la eficacia de esas inferencias, modifica el modelo recursivamente, pudiendo, incluso descartarlo. Dependiendo del sucesivo encuentro con situaciones de la misma clase, el modelo mental puede estabilizarse o evolucionar hacia esquema de asimilación.

Negociación de significados: en realidad no es exactamente una negociación; es más un intercambio, una exteriorización de significados: el profesor que ya domina los significados aceptados en el contexto de la materia de enseñanza se los presenta al alumno. Éste debe externalizar al profesor cómo está captando esos significados. Si esa captación no corresponde a los significados contextualmente aceptados en la materia de enseñanza, el profesor debe presentarlos otra vez, de otra forma, y el alumno debe exteriorizarlos nuevamente. Eso puede ocurrir varias veces hasta que el aprendiz comparta los significados aceptados en el contexto de la materia de enseñanza. Es eso lo que se entiende por negociación de significados. Puede ser un largo proceso en el que el profesor hace la mediación para la captación de significados por parte del estudiante.

Organizador previo: material didáctico introductorio presentado antes del material que se ha de aprender, en un nivel más alto de abstracción, generalidad e inclusividad. Según Ausubel (1968), su principal función es servir de puente entre lo que el aprendiz ya sabe y lo que debería saber con el fin de que el nuevo conocimiento pudiera ser aprendido significativamente. En la práctica, organizadores previos funcionan mejor cuando explicitan la *relacionabilidad* entre nuevos conocimientos y aquéllos existentes en la estructura cognitiva del aprendiz. Muchas veces el aprendiz tiene el conocimiento previo, pero no percibe que está relacionado con el nuevo conocimiento que se le está presentando.

Reconciliación integradora: desde el punto de vista educacional, es un principio programático de la materia de enseñanza, según el cual la enseñanza debe explotar relaciones entre ideas, conceptos, proposiciones y apuntar semejanzas y diferencias importantes, reconciliando discrepancias reales o aparentes. En términos cognitivos, en el curso de nuevos aprendizajes, conocimientos ya establecidos en la estructura cognitiva pueden ser reconocidos como relacionados, reorganizarse y adquirir nuevos significados. Esta recombinación de elementos previamente existentes en la

estructura cognitiva es la reconciliación integradora desde el punto de vista de la organización cognitiva.

Recursividad: es la posibilidad de rehacer las tareas de aprendizaje; es el aprovechamiento del error como recurso de aprendizaje. Modelos mentales, por ejemplo, son recursivos. Frente a una situación nueva, el sujeto construye un modelo mental de trabajo. Si el modelo no funciona, lo va modificando recursivamente hasta que le satisfaga. Mapas conceptuales, por ejemplo, pueden ser realizados recursivamente: el estudiante hace su primer mapa y lo presenta al docente o a los colegas. Después de recoger los comentarios, sugerencias y críticas, el mapa puede ser realizado de nuevo y puede ser presentado nuevamente.

Sentido: según Vygotsky (1987), sentido es la suma de los eventos psicológicos que la palabra, o la situación, evoca en la conciencia; es un todo fluido y dinámico, con zonas de estabilidad variable, de las cuales la más estable y precisa es el significado. Significado es una construcción social, de origen convencional, relativamente estable, pero mutable y contextual. El sentido es personal, el significado es social.

Situación-problema: significa tarea, no necesariamente problema de fin de capítulo; puede ser la explicación de un fenómeno, de una aparente contradicción, la construcción de un diagrama, las posibilidades son muchas, pero, independientemente de cuál sea la tarea, es esencial que el aprendiz la perciba como un problema. Por ejemplo, no sirve de nada proponer un “problema” que el alumno entienda sólo como un ejercicio de aplicación de fórmula. Situaciones-problema y conceptualización guardan entre sí una relación dialéctica: son las situaciones las que dan sentido a los conceptos, pero a medida que el sujeto va construyendo conceptos, más capaz será de tener éxito ante nuevas situaciones, cada vez más complejas. En la enseñanza, las situaciones se deben proponer en niveles crecientes de complejidad, pero es importante un cierto dominio de un determinado nivel de complejidad antes de pasar al siguiente. En todo eso está implícito el concepto de campo conceptual propuesto por Vergnaud (1990) como un campo de situaciones-problema, cuyo dominio es progresivo, lento, con rupturas y continuidades.

Subsumidor: corresponde, en español, a lo que Ausubel llamaba *subsumer*, es decir, un conocimiento previo capaz de subsumir un nuevo conocimiento; subsumir, según el Diccionario de Lengua Española de la Real Academia, significa considerar algo como parte de un conjunto más amplio o como caso particular sometido a un principio o norma general. Subsunción es acción y efecto de subsumir.

Referencias

- Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology – a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston. 685p.
- Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 212p.
- Buzan, T. and Buzan, B. (1994). *The mind map book*. New York, NY: Button Books. 230p.
- Gowin, D.B. (1981). *Educating*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press. 210p.
- Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press. 513p.
- Moreira, M.A. e Masini, E.F.S. (1982). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes. 112p.

- Moreira, M.A. e Masini, E.F.S. (2006). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro Editora. 2ª ed. 111p.
- Moreira, M A. (2002). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: Visor. 100p.
- Moreira, M. A. (2004). (Org.) *A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a investigação nessa área*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. 107p.
- Moreira, M.A. (2005). *Aprendizagem significativa crítica*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. 45p.
- Moreira, M.A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação na sala de aula*. Brasília: Editora da UnB. 185p.
- Moreira, M.A. (2010). *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro Editora.
- Masini, E.A.F. e Moreira, M.A. (2008). *Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam ao comprometimento*. São Paulo: Vetor Editora. 295p.
- Novak, J. D. (1977). *A theory of education*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press. 295p.
- Ontoria, A., De Luque, A. e Gómez, T.P.R (2004). *Aprender com mapas mentais*. São Paulo: Madras. 168p.
- Valadares, J.A. e Moreira, M.A. (2009). *Aprendizagem significativa: sua fundamentação e implementação*. Coimbra: Edições Almedina. 132p.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(23): 133-170.
- Vygotsky, L. (1987). *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes. 1ª Ed. Brasileira. 135p.

ANEXOS: Ejemplos de UEPS

ANEXO 1

PROPUESTA DE UEPS PARA ENSEÑAR EL MODELO ESTÁNDAR DE LA FÍSICA DE PARTÍCULAS

M.A. Moreira*

Objetivo: enseñar el Modelo Estándar de las Partículas Elementales en la Enseñanza Secundaria.

Secuencia:

1. *Situación inicial:* construir con los alumnos un mapa conceptual sobre la constitución de la materia; inicialmente, se les pregunta de qué está compuesta la materia y se van escribiendo en la pizarra las palabras que vayan diciendo; después, se destacan las palabras que ellos creen que son más importantes y, enseguida, se colocan en un diagrama jerárquico (mapa conceptual); finalmente, pedir que cada alumno explique, por escrito, con sus propias palabras el mapa construido colectivamente; esta explicación individual deberá ser entregada al profesor al final de esta actividad inicial que ocupará la primera clase de esta UEPS.

2. *Situaciones-problema:* por ejemplo, a) si el núcleo del átomo está constituido por partículas cargadas positivamente (protones), ¿por qué ese núcleo no explota?; b) si cargas eléctricas negativas y positivas se atraen, ¿por qué los electrones no son absorbidos por el núcleo?; c) si electrones y protones tienen masa, ¿cuál es el papel de la interacción gravitacional en la estabilidad del átomo?; d) ¿cuál es el papel de los neutrones en la estructura del átomo?; e) ¿tendría sentido pensar que las partículas atómicas básicas (electrones, protones y neutrones) podrían estar constituidas por otras aún más elementales? Todas estas situaciones deben ser discutidas en el gran grupo con mediación docente, sin llegar necesariamente a respuestas.

A continuación, distribuir copias individuales del artículo *Partículas e interacciones* (Moreira, M.A., 2004, *Física en la Escuela*, v.5, n.2, pp.10-14), dar tiempo para que los alumnos lo lean y, después se reúnan en pequeños grupos (entre dos y cuatro participantes en cada grupo) y construyan una tabla similar a la Tabla 1 del artículo, pero simplificada. Una vez concluidas, hacer un intercambio de tablas de modo que cada grupo corrija, comente, haga sugerencias, sobre la tabla de otro grupo. Cuando el grupo recibe de vuelta la tabla, podrá modificarla y entregar la versión final al profesor. Esta etapa de la UEPS ocupará dos o tres clases.

3. *Revisión:* iniciar la clase con una revisión, o sea, una mini-clase expositiva, sobre lo que se ha visto hasta ahora sobre la constitución de la materia, abriendo espacio para preguntas de los alumnos. A continuación presentar un vídeo, de 20 a 30 minutos, sobre Partículas Elementales (por ejemplo, v. BBC. The Big. Bang. Machine. MVGroup). Después del vídeo, distribuirles a los alumnos los artículos *Un mapa Conceptual para partículas elementales* (Moreira, M.A., 1989, *Revista Brasileña de Enseñanza de Física*, v.11, pp. 114-129) y *Un mapa conceptual para interacciones fundamentales* (Moreira, M.A., 1990, *Enseñanza de las Ciencias*, v.8, n.2, pp.133-139) y pedirles que hagan, en pequeños grupos, un mapa conceptual para partículas elementales e interacciones fundamentales, o sea, un mapa integrando, de modo simplificado, los dos mapas que están en los artículos. Por lo menos algunos de estos mapas conceptuales deberán ser presentados al

* Profesor de Física General en cursos de grado y de Física Moderna y Contemporánea en la Maestría Profesional en Enseñanza de la Física de la UFRGS.

gran grupo (en *data show* si posible, o en la pizarra, en murales, tipo cartel, hechos con papel y rotuladores). Los mapas de cada grupo serán entregados al profesor que los revisará y devolverá en la siguiente clase para que los alumnos los modifiquen, si quieren, y lleguen a una versión final. Esta actividad también ocupará entre dos y tres clases.

4. *Nueva situación problema, con nivel más alto de complejidad*: construir un diagrama V para el Modelo Estándar. Hacer una exposición inicial, con ejemplos, sobre lo que es un diagrama V y cuál es su propuesta, o sea, para qué sirve. Destacar la naturaleza epistemológica de la V. A continuación, es distribuir a todos el artículo *Una Uve epistemológica para la Física de Partículas* (Moreira, M.A., 2010, *Revista Chilena de Educación Científica*, 9(1): 24-30) y pedirles que construyan, en pequeños grupos, un diagrama V para el Modelo Estándar, pero con la siguiente pregunta básica “¿Cómo el Modelo Estándar de las Partículas Elementales muestra que la Física es una construcción humana, que el conocimiento científico es construido?”. Se presentarán algunos de esos diagramas al gran grupo para discusión y todos los diagramas serán entregados al profesor para evaluación cualitativa; en función de esa evaluación, los diagramas pueden ser rehechos por los alumnos. Actividad prevista para dos o tres clases.

5. *Evaluación sumativa individual*: esta actividad, que ocupará una clase, tiene que ser anunciada previamente a los alumnos, no debe ser por sorpresa. Proponerles preguntas abiertas en las que los estudiantes puedan expresar libremente su comprensión del Modelo Estándar. Hacer preguntas, pedir algún esquema o diagrama que dé evidencias de aprendizaje significativo. No apostar en el “verdadero o falso”.

6. *Clase expositiva dialogada integradora final*: retomar todo el contenido de la UEPS, rever los mapas y el diagrama V de los artículos trabajados en las clases anteriores. Llamar la atención sobre el potencial descriptivo y explicativo del Modelo Estándar con relación a la constitución de la materia. Destacar las dificultades superadas por esa teoría, las previsiones confirmadas, así como las dificultades aún existentes y que pueden llevar a cambios o a su abandono en favor de otra más explicativa.

7. *Evaluación del aprendizaje en la UEPS*: se debe basar en los trabajos realizados por los alumnos, en las observaciones hechas en las clases y en la evaluación sumativa individual, cuyo peso no deberá ser superior a 50%.

8. *Evaluación de la propia UEPS*: deberá ser hecha en función de los resultados de aprendizaje obtenidos. Reformular algunas actividades, si es necesario.

Total de horas-clase: de 9 a 12

ANEXO 2

PROPUESTA DE UEPS PARA ENSEÑANZA DE TÓPICOS DE MECÁNICA CUÁNTICA Adriane Griebeler*

Objetivo: facilitar la adquisición de significados de conceptos básicos de Mecánica Cuántica en la Enseñanza Secundaria - *cuantización, incertidumbre, objeto cuántico, estado, superposición de estados.*

Secuencia:

1. Situación inicial: los alumnos serán incentivados a elaborar un **mapa mental** sobre la Física Cuántica (FC). En el mapa mental el sujeto tiene total libertad para hacer asociaciones entre sus conocimientos, sus representaciones, sus cogniciones, a partir de una palabra-clave o una imagen central. Así, los alumnos podrán relacionar la FC con otros ramos de la Física y/o con su cotidiano, sus representaciones sociales. Se entregarán los mapas mentales a la profesora. A continuación, para pensar sobre el asunto, los alumnos recibirán la letra y oirán la música *Cuanta*, de Gilberto Gil. La actividad ocupará una clase.

2. Situaciones-problema iniciales:

- a) ¿Qué ha leído, oído, o visto sobre Física Cuántica?
- b) ¿Dónde se aplica la Física Cuántica? ¿Qué estudia?
- c) ¿En qué se diferencia la Física Cuántica de las otras áreas de la Física (Mecánica, Termodinámica, Electromagnetismo, etc.)?
- d) ¿Qué es un quantum de materia? ¿Y un quantum de energía?
- e) ¿Cuál es su opinión sobre los siguientes anuncios? (Recortes de revistas o páginas web que anuncien “cursos o terapias cuánticas”, traídos por la profesora.) ¿Ya ha oído hablar o ha tenido contacto con algún tipo de terapia que se denomina cuántica?

Todas las cuestiones/situaciones deberán ser discutidas en el grupo grande, bajo la mediación de la profesora, con la intención de oír la opinión del grupo, estimular la curiosidad sobre el asunto, sin necesidad de llegar a una respuesta final.

A continuación se distribuirá una copia individual del artículo *Física Cuántica para Todos* (Texto parcialmente adaptado de Nunes, A. L., 2007, *Física Cuántica para Todos*, XVII SNEF.) que está disponible en el material de apoyo organizado por la profesora. Se dará un tiempo para que los alumnos lean el texto y después se reúnan en pequeños grupos para discutirlo y hacer un resumen o un diagrama, o un dibujo, en actividad colaborativa. El producto de esa actividad será entregado a la profesora y servirá de evaluación cualitativa. Después de la corrección, se les devolverá a los alumnos, permitiendo que los rehagan en función de sus comentarios. El desarrollo de esta etapa ocupará tres clases.

3. Profundizando conocimientos: se trabajarán los conceptos de cuantización, objeto cuántico, incertidumbre, estado y superposición de estados. Estos contenidos se presentarán a través de textos y también en diapositivas, incentivando discusiones en el grupo grande. Al final de la introducción de los nuevos contenidos, se retomarán los anuncios, cuestionando a los alumnos sobre la validez

* Estudiante de Máster Profesional en Enseñanza de Física de la UFRGS. Profesora de Física en la Escuela Estadual de Enseñanza Media Dr. Carlos Antonio Kluwe, Bagé, RS, Brasil.

de las proposiciones anunciadas y su visión sobre hasta qué punto estas apropiaciones son legitimadas por la Física. La etapa será desarrollada en 3 clases.

4. *Nueva situación:* los conceptos se presentarán nuevamente en forma de un vídeo. El escogido fue *Mecánica Cuántica*, producido por la Discovery, disponible en <http://www.youtube.com/watch?v=pCgR6kns5Mc>. Después, los alumnos se reunirán en pequeños grupos y se les pedirá que elaboren un **mapa conceptual** para Mecánica Cuántica. Para eso, se hará una exposición inicial sobre cómo construir un mapa conceptual y se les presentarán algunos ejemplos. Después, los mapas serán intercambiados entre los grupos para que los alumnos hagan comparaciones y sugerencias y algunos mapas serán presentados al grupo grande. Todos los mapas deben ser entregados a la profesora para evaluación. Estos mapas serán evaluados cualitativamente y se devolverán a los alumnos que podrán rehacerlos y entregarlos nuevamente a la profesora. Esta actividad ocupará 3 clases.

5. *Comparando mapas:* en la clase siguiente se desarrollará una actividad utilizando los mapas mentales elaborados en la primera clase y los mapas conceptuales en la clase anterior. Se realizará una comparación cualitativa entre esos mapas, buscando aspectos que suponen concepciones alternativas o representaciones sociales, sobre la Física Cuántica, posiblemente presentados en los mapas mentales construidos en la primera clase y su probable ausencia en los mapas conceptuales. Tal aspecto será utilizado para abordar nuevamente el asunto y explicarles a los alumnos que la Física Cuántica no puede ser usada para dar fundamento científico a los asuntos presentados en anuncios.

6. *Diferenciando progresivamente:* se presentarán nuevas situaciones problema, relativas a los conceptos de cuantización, objeto cuántico, incertidumbre, estado y superposición de estados, principalmente en forma de imágenes, como la del Gato de Schrödinger, disponible en <http://averomundo-jcm.blogspot.com/2009/10/gatos-e-virus.html> y también se iniciará la confección de un pequeño periódico de la clase con pequeños artículos, viñetas, o figuras sobre los asuntos abordados. La elaboración de ese periódico será mediada por la profesora y será expuesto en el colegio para lectura de toda la comunidad escolar. La actividad será desarrollada en 3 clases.

7. *Evaluación individual:* será realizada una evaluación individual a través de preguntas abiertas sobre los conceptos abordados en la unidad. La actividad ocupará una clase.

8. *Clase final y evaluación de la UEPS en el gran grupo:* análisis de las respuestas a las preguntas propuestas en la evaluación individual. Comentarios finales integradores sobre el asunto abordado. Evaluación oral por parte de los alumnos sobre las estrategias de enseñanza utilizadas y sobre su aprendizaje. La actividad ocupará una clase. Las manifestaciones de los alumnos serán grabadas en audio, con el consentimiento de los mismos.

9. *Evaluación de la UEPS:* análisis cualitativo, de parte de la profesora, sobre las evidencias que percibió, o no, de aprendizaje significativo de los conceptos de la unidad, en la evaluación individual y en la observación participante, así como de la evaluación de la UEPS realizada por los alumnos en la última clase.

Total de horas-clase: 16

ANEXO 3

PROPUESTA DE UEPS PARA ENSEÑAR INMUNOLOGÍA BÁSICA

Viviane A. Andrade*

Contexto: Esta unidad de enseñanza fue planificada y desarrollada para un curso de extensión en Inmunología Básica, con duración de 40 horas (12 encuentros), ofrecido a alumnos de un Curso Técnico de Nivel Medio de Enfermería.

Objetivo: enseñar Inmunología Básica (Anatomía y Fisiología del Sistema Inmunológico), con base en una de las ideas centrales de la Biología, según Novak (1970), la homeostasis.

1. Actividades iniciales (2 encuentros): proponer situaciones de enseñanza que favorezcan una amplia exposición de los conocimientos previos de los alumnos. Se sugiere, antes de la presentación del tema, la realización de tres actividades iniciales: una pregunta introductoria amplia, acerca de los asuntos que los discentes esperan estudiar; preguntas relacionadas con el tema (*¿Cómo actúa el sistema inmunológico en el contexto del organismo humano?; Cite palabras y/o términos relacionados con el sistema inmunológico; Identifique dos situaciones en las que el sistema inmunológico actuará en su organismo*) que serán respondidas individualmente, sin recurrir a fuentes de consulta; discusión oral y colectiva, orientada por las preguntas y respuestas de las cuestiones previamente respondidas.

Enseguida, presentar un breve relato sobre la historia de la Inmunología y su contexto de desarrollo en el mundo occidental, destacando el proceso de construcción de este conocimiento. Después de la presentación, proponer una discusión valiéndose de la pregunta: *¿El hombre en los días de hoy desarrolla la viruela?* Cuando los alumnos hayan llegado a una respuesta para esta pregunta, presentar una síntesis del artículo de Lobato et al. (2005). Proponer y orientar una nueva discusión basada en la síntesis de este trabajo. Por fin, conducir la discusión con la presentación de preguntas para reflexión: *Y el Sistema Inmunológico... ¿Cómo se encuadra en este contexto? ¿Cómo actúa...?* Suministrar textos, sobre la historia de la Inmunología, para lectura y discusión en la clase siguiente, y los artículos de Lobato et al. (2005) y de Porto y Puente (2003) para lectura complementaria.

Presentar la parte inicial de la película “*Yu-Gi-Oh!*”TM (hasta 35 minutos), como organizador previo de la idea central homeostasis. Verificar si el juego *Yu-Gi-Oh!* (y/u otros del mismo tipo), presentado por la película, es familiar al grupo de alumnos. Después de la proyección de la película, presentar una situación-problema (*¿Es posible establecer alguna relación de la regla del juego con la actuación del Sistema Inmunológico y el mantenimiento de la vida en el “mundo vivo”?*) de nivel introductorio, cuyo propósito es favorecer la relación de los conocimientos previos de los alumnos sobre el juego *Yu-Gi-Oh!*TM, con una idea central de la Biología, homeostasis. De esta forma, se pretende preparar el alumno para la presentación del conocimiento que se quiere enseñar, Inmunología Básica.

2. Situaciones-problema iniciales¹: a) *Si el sistema inmunológico “defiende” al organismo, ¿cómo y qué sucede en este proceso?;* b) *¿Cuáles son las estructuras implicadas en este proceso?;* c) *Y el Sistema Inmunológico; ¿Cómo se encuadra en este contexto? ¿Cómo actúa?.*

*Máster Profesional en Enseñanza en Biociencias y Ciencias de la Salud, Instituto Oswaldo Cruz, FIOCRUZ. Profesora del Centro Federal de Educación Tecnología Celso Suckow da Fonseca, RJ, Brasil.

¹ Se recomienda que todas las preguntas (situaciones-problema) y actividades sean discutidas en grupo con mediación docente.

3. Revisión²: Revisar los conceptos *Vida* y *ser vivo*. Enfocar el concepto homeostasis. Proponer el establecimiento de relaciones entre el concepto homeostasis y otros asuntos ya estudiados por los alumnos en las diversas asignaturas ya realizadas en su curso, y con el juego (organizador previo). Proponer la utilización del juego didáctico *Imunostase card game*³ juego con mecánica⁴ semejante a la de la película proyectada. También se les puede proponer la construcción de nuevas cartas para el juego.

4. El proceso de enseñanza (6 encuentros): proponer la identificación de los sistemas que componen el organismo humano, basado en una figura esquemática, y, enseguida, presentar una nueva situación-problema: *¿Cuál es el resultado de la interacción y del funcionamiento de todos estos sistemas en el organismo humano?* Con base en las respuestas obtenidas y anotadas en la pizarra, iniciar la presentación del material instruccional. Presentar los tópicos: concepto de inmunidad; barreras primarias del organismo; anatomía del Sistema Inmunológico y respuesta inflamatoria. Suministrar una lista de ejercicios (con preguntas abiertas) como tarea que deberán hacer y presentar en la clase siguiente. Pedirles que piensen sobre la posibilidad de realizar cartas basadas en los contenidos presentados y en sus experiencias académicas y personales. Realizar la actividad de “corrección” de la lista de ejercicios, con el objetivo de promover la negociación y compartir significados, o sea, con discusiones en grupos, seguidas de la discusión en la clase para presentar una propuesta de resolución colectiva para cada pregunta.

Posteriormente, presentar preguntas ya conocidas por los alumnos como *¿Cuál(s) es el papel(s) del sistema inmunológico en el organismo?* y *¿Cuál es el resultado de la acción del sistema inmunológico en el organismo?* Y preguntas que no son familiares como: *Comente las afirmaciones Los agentes infecciosos son comunes, pero las infecciones son raras. ¿Hay más bacterias en el organismo que células humanas!; Describa la acción del sistema inmunológico en el organismo de la Bella Durmiente, mediante la lesión causada en su dedo en el huso de la rueda; ¿Cuáles son las principales características físicas del proceso inflamatorio?* Se sugiere que estas preguntas sean corregidas en el mismo formato de la lista de ejercicios. Con esta medida se pretende “enculturar” a los alumnos en la práctica de negociación y de compartir significados para resolver diferentes tipos de cuestiones (situaciones), generando situaciones en el ambiente de enseñanza, fundamentales en el proceso de aprendizaje significativo, que favorezcan la verbalización de los alumnos con respecto al tema abordado en las clases. Presentar los tópicos procesamiento y presentación del antígeno y selección clonal. Proyectar animaciones⁵ para ilustrar la dinámica de los procesos. Al término de la clase, proponer preguntas que favorezcan la reconciliación integradora de las ideas presentadas y discutidas: *¿Cuál es el resultado de la acción del sistema inmunológico en el organismo? ¿Cuál es su relación con los demás sistemas que constituyen el organismo?*

Proponer la ordenación secuencial de los eventos inmunológicos citados y la resolución de tres cuestiones (1. *La secuencia de eventos enumerada en la cuestión anterior a qué tipo de respuesta inmunológica se refiere (celular o humoral)? Justifique su respuesta.* 2. *¿La lesión sufrida por el organismo que realizó la respuesta inmunológica alcanzó los vasos sanguíneos? Justifique su respuesta.* 3. *Describa otra estrategia que el organismo podría haber utilizado para realizar el mismo tipo de respuesta citada en la pregunta 01.*) Presentar los tópicos, memoria

² En el inicio de la clase, de manera general, revisar los tópicos trabajados en la(s) clase(s) anterior(es).

³ Juego desarrollado por Andrade (2011), en el contexto del Máster Profesional en Enseñanza en Biociencias y Salud, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz/RJ.

⁴ La mecánica del juego es la dinámica que mueve el juego, o simplemente *cómo* jugar. La mecánica se puede basar en tablero, estrategias, batallas históricas, cartas de eventos, etc. (Marcelo y Pescuite, 2009)

⁵ <http://www6.ufrgs.br/favet/imunovet/animacoes/mhci.html> /<http://www6.ufrgs.br/favet/imunovet/animacoes/mhcii.html>

inmunológica, inmunoglobulinas, tolerancia inmunológica, hipersensibilidad, autoinmunidad y enfermedad de deficiencia inmunológica.

5. Nueva situación problema, en nivel más alto de complejidad: retomar el juego *Imunostase card game* y proponerles a los alumnos que establezcan relaciones entre los eventos inmunológicos y las posibles cartas y estrategias de jugadas referentes al juego didáctico utilizado y los resultados de éstas en el organismo del adversario. Esta etapa ocupará dos o tres encuentros.

Proponer el estudio del caso titulado “*El niño que no produce anticuerpos*” publicado en la *Folha de São Paulo* el 28/06/2009. La actividad consistirá en *Escribir un texto presentando las posibles explicaciones sobre: ¿qué le pasa al organismo de Vitor? ¿Por qué? ¿Personas con inmunodeficiencia primaria tienen dificultad en combatir las infecciones? ¿Qué medida sugiere para resolver definitivamente el problema inmunológico de Vitor?* Presentar cuadros de vacunación propuestos por el Ministerio de la Salud y por la Sociedad Brasileña de Pediatría. Con base en esos cuadros, se les solicitará la resolución de cuestiones como: *¿Qué motivos justifican la indicación de la realización de inmunizaciones en el inicio de la vida de los individuos? En su opinión, ¿por qué hay diferencias en los calendarios de vacunación propuestos por el Ministerio de la Salud y por la Sociedad Brasileña de Pediatría?*

6. Evaluación: la evaluación del aprendizaje se basará en los trabajos realizados por los alumnos a lo largo del curso, en las observaciones realizadas por la docente y, también, por una evaluación formal.

7. Clase final integradora: retomar todo el contenido de la UEPS, rever los casos y actividades y estrategias de jugadas trabajadas en las clases anteriores. Destacar la relación de la idea central con todos los tópicos abordados y con otros tópicos ya estudiados por los alumnos. Destacar las dificultades del estudio y de la investigación del tema, la importancia de este conocimiento para la comprensión de los cuadros de salud y de enfermedad, los avances del área de conocimiento y las limitaciones de las explicaciones aún hoy existentes y que, con el avance de las investigaciones y de la producción de conocimientos, se podrá llegar a cambios o al abandono en favor de explicaciones mejores para los eventos inmunológicos.

8. Evaluación de la UEPS: a partir de evidencias de aprendizaje significativo obtenidas, o no, a lo largo del desarrollo de las actividades.

Referencias

- Andrade, V.A. (2011). *Imunostase – uma atividade lúdica para o ensino de Imunologia*. (Disertación en Enseñanza en Biociencias y Salud) - Enseñanza en Biociencias y Salud, Instituto Oswaldo Cruz, Río de Janeiro.
- Andrade, V.A.; Lemos, E.S. Uma proposta didática para o ensino de Imunologia. (en prensa)
- Lobato, Z.I.P., et al.(2005) *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 57 (4): 423-429.
- Novak, J.D. (1970) *The improvement of Biology teaching*. New York: Bobbs-Merrill Co.
- Porto, A., Ponte, C.F. (2003) Vacinas e campanhas: imagens de uma história a ser contada. *Hist. Cienc. Saúde-Manguinhos.* 10 (sup 2), 725-742.

ANEXO 4

PROPUESTA DE UEPS PARA ENSEÑAR EQUILIBRIO QUÍMICO

Agostinho Serrano*

Objetivo: enseñar el concepto de Equilibrio Químico en la Enseñanza Secundaria dentro de los diferentes niveles de representación de un fenómeno químico.

Secuencia:

1. Situación Inicial: hacer una demostración experimental o mostrar un vídeo sobre la influencia de la temperatura en el Equilibrio Químico de $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$. Explicar que el NO_2 es un gas marrón, mientras que el N_2O_4 es un gas incoloro. (Estimativa de 30 min de duración.)

2. Situación-problema: explicar, utilizando la pizarra, la reacción directa $N_2O_4 \Rightarrow 2NO_2$, que resulta en la formación de un gas marrón, y la reacción inversa $N_2O_4 \Leftarrow 2NO_2$ que resulta en la formación de un gas incoloro. Preguntarles a los alumnos *cómo es posible que el gas demostrado en la secuencia (1) cambie de color de acuerdo con la temperatura. ¿La reacción química “para” cuando el color se estabiliza? Si la reacción química “para”, ¿al cambiar la temperatura, reinicia? ¿Cómo puede la reacción química “parar” si las moléculas están en constante movimiento? Y si la reacción no “para”, ¿cómo se estabiliza el color?* Estas situaciones-problemas deben ser discutidas en el grupo grande, mediado por el profesor. (Estimativa de 60 min de duración.)

3. Exposición dialogada: el profesor ahora debe introducir el concepto de equilibrio químico dinámico, contraponiéndolo al equilibrio químico estático, siempre relacionándolo con el hecho de que la reacción química no “para”. Conceptos previos de reacción directa e inversa deben ser utilizados, así como los de concentración y velocidad de la reacción. Para eso, se debe utilizar el nivel representacional simbólico (fórmulas químicas) en la pizarra. Finalmente, se llega al concepto de equilibrio como el de la coexistencia de las dos reacciones citadas anteriormente, ocurriendo con la misma velocidad. Así se efectúa una diferenciación progresiva a partir de una situación-problema inicial (2) que será utilizada como organizador previo y, finalmente, por medio de una reconciliación integradora de los conceptos de velocidad, concentración y reacción directa/inversa se llega al concepto de equilibrio químico. (Estimativa de 60 min de duración.)

4. Nueva situación-problema: aquí se sugiere que el docente utilice la simulación computacional gratuita Equil v.2.0¹, donde el equilibrio químico es explicado utilizando los tres niveles de representación² de un fenómeno químico simultáneamente (Gabel, 1993). El nivel de complejidad de la situación-problema es el mismo, pero se introducen diferentes representaciones (con diferentes invariantes operatorios) que deben ser trabajadas y comprendidas individualmente (etapa de diferenciación progresiva) y después integradas, de forma que todas las etapas de la reacción química, desde de su inicio, apenas con reactivos formando productos en la reacción directa, pasando por el aumento de la velocidad de la reacción inversa, hasta la igualdad de estas velocidades al alcanzar el equilibrio químico, sean entendidas por la comprensión simultánea de todos los niveles de representación. Enseguida, sugerimos que se realice un mapa conceptual en

* Profesor del Programa de Posgrado en Enseñanza de Ciencias y Matemática de la Universidad Luterana de Brasil (ULBRA).

¹ Disponible en: <http://www.gabriela.trindade.nom.br/equil-v1-portugues/>

² Los tres niveles son: simbólico (ecuaciones, gráficos); sensorio (color de la mezcla, olor); microscópico (moléculas).

pequeños grupos, permitiendo la exposición y discusión de los mapas de cada grupo para toda la clase, siempre con el objetivo de responder las preguntas propuestas inicialmente. (Estimativa de 4h de duración.)

5. Evaluación Sumativa Individual: utilizando evaluaciones individuales bajo la forma de situaciones-problema de equilibrio químico, el profesor debe cuestionar los alumnos sobre su comprensión del fenómeno de equilibrio (Orlandi, Camargo y Serrano, 2006) observando siempre (aunque no sólo) si hay evidencias de:

- comprensión de gráficos de concentración de las reacciones directas e inversas (nivel simbólico);
- comprensión de gráficos de velocidad de las reacciones directas e inversas, llegando a valores iguales cuando están en equilibrio (nivel simbólico);
- comprensión del significado de la doble flecha en la ecuación química, significando que las reacciones directas e inversas tienen lugar de manera simultánea, y utilizando flechas más grandes para representar una reacción directa con mayor velocidad en el inicio y viceversa (nivel simbólico);
- capacidad de construir modelos mentales que sean capaces de representar moléculas con alguna representación aceptable para el nivel de enseñanza y sus objetivos (moléculas bi o tridimensionales, o incluso esferas que representan moléculas, en caso de que el alumno comprenda que se trata sólo de una representación simplificada al extremo – nivel microscópico);
- capacidad de hacer que las representaciones moleculares se muevan mentalmente, ora no chocándose, ora chocándose y, cuando se chocan, que puedan reaccionar químicamente bajo la forma directa (reactivos \rightarrow productos) o inversa (productos \rightarrow reactivos), (nivel microscópico = modelos moleculares);
- ser capaz de, dentro de este modelo mental, comprender que la tasa de formación de productos sea igual a la de reactivos y que esta reacción no para, siendo ésta la explicación para la estabilidad del color de la mezcla (nivel macroscópico = sensorial). (Estimativa de 2h de duración.)

6. Clase expositiva final: utilizar todos los conceptos ya explicados, en todos los niveles representacionales trabajados para discutir ejemplos históricos donde el concepto de equilibrio químico haya sido abordado, para destacar la importancia de la comprensión de cada uno de los puntos de la evaluación sumativa individual (5) para la formación científica-cultural del alumno. Se sugiere la explicación del papel de la campaña de Napoleón Bonaparte en Egipto, bajo la figura del químico Claude Loius Berthollet (Bensaude-Vincent & Stengeres, 1992) en el establecimiento de este concepto. Otro ejemplo que se puede citar es el de la síntesis del amoníaco y su aplicación bélica, proceso *Haber-Bosch* (Brown, Lemay and Bursten, 1999) o ejemplos del cotidiano o de la naturaleza: formación de estalactitas y estalagmitas, provocadas debido a la reversibilidad de las reacciones (Kotz & Treichel, 2002) y otros fenómenos tales como lentes fotocromáticas y la reacción reversible del ácido carbónico en refrescos. (Estimativa de 60 min de duración.)

7. Evaluación del aprendizaje en la UEPS: el profesor deberá registrar evidencias de aprendizaje significativo mediante la adquisición y dominio de niveles representacionales que los alumnos, individualmente, no utilizaban dentro de este campo conceptual. Además, estas representaciones deben ser articuladas y utilizadas para resolver situaciones-problema típicas de equilibrio químico (problemas del tipo algoritmo), pero también para explicar el concepto de equilibrio químico y situaciones de equilibrio químico tanto para a otros compañeros como al profesor. Si el profesor verifica que la adquisición de estas representaciones tornó el concepto de equilibrio químico más

natural para el estudiante, entonces se puede concluir que hubo un aprendizaje significativo. (Estimativa de 30 min de duración.)

8. Evaluación de la propia UEPS: La UEPS sólo podrá ser considerada exitosa si hay un progresivo dominio del concepto de equilibrio químico mediante la adquisición de diferentes niveles representacionales, debidamente articulados y generando significados para el concepto de equilibrio químico. (Estimativa de 30 min de duración.)

Total estimado de duración: 10,5h

Referencias

- Gabel, D. (1993). Use of the particle nature of matter in developing conceptual understanding. *Journal of Chemical Education*, 70(3): 173-174.
- Orlandi, C. C., Camargo, M., Serrano, A. (2006). Avaliação e aplicação de simulação computacional no ensino de equilíbrio químico. *Acta Scientiae*, 8(1): 79-84.
- Bensaude-Vincent, B., Stengers, I. (1992). *História da Química*. Instituto Piaget.
- Brown, T. L., Lemay, e Bursten B. E. (1999). *Química-Ciência Central*. Rio de Janeiro. LTC – Livros Técnicos Científicos. 7ª ed.
- Kotz, J. C., Treichel, P. (2002). *Química e reações químicas*. Rio de Janeiro, LTC – Livros Técnicos e Científicos. 4ª ed.