

Aprendizaje Basado en Problemas. Una estrategia creativa para mejorar el aprendizaje en las titulaciones de Biología y Química

Alberto Vicario Casla¹, Isabel Smith Zubiaga², Juan Manuel Gutiérrez-Zorrilla López³, Maite Insausti Peña³

1. Dpto de Genética, Antropología Física y Fisiología Animal

2. Dpto. Zoología y Biología Celular Animal

3. Dpto. de Química Inorgánica

Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad del País Vasco

RESUMEN

El Aprendizaje Basado en Problemas (Problem-Based Learning, PBL) es un modelo educativo centrado en la discusión y el aprendizaje que emana de problemas basados en situaciones reales. La capacidad de resolver problemas debería ser una de las competencias más valiosas e importantes a trabajar con los educandos. Es un método que estimula el aprendizaje independiente y da a los estudiantes la práctica necesaria para abordar situaciones complejas y determinar sus propias lagunas en el proceso de aprendizaje, haciendo más probable que sean capaces de afrontar adecuadamente las situaciones problemáticas en su actividad profesional (1).

La didáctica de las Ciencias, y en concreto la de la Biología y la Química, se ve favorecida para este tipo de abordaje por la peculiaridad de las mismas, abordaje que de una forma elemental, se ha materializado clásicamente en la metodología docente en forma de "problemas". Es por ello que los firmantes de esta comunicación planteamos, en el contexto de la convocatoria de Proyectos de Innovación Educativa del Vicerrectorado de Innovación Docente de la UPV/EHU para el curso 2006-2007, un proyecto para desarrollar e implementar en distintas asignaturas de las titulaciones de Biología y Química, la actividad de Aprendizaje Basado en Problemas, y cuyo planteamiento y resultados preliminares presentamos aquí.

MARCO TEÓRICO

Es una experiencia constatada por el profesorado de Ciencias que la enseñanza basada en problemas contribuye a un mayor entendimiento de los conceptos teóricos (2). Sin embargo, cuando estos problemas se limitan a plantear una situación que el alumno, con un mero acto de reconocimiento, es capaz de trasladar a un algoritmo y encontrar así su solución, no favorecen el proceso de aprendizaje, en cuanto que generan en aquél dificultades para transferir el propio conocimiento a nuevas experiencias. Por otra parte, la presentación del problema aislada de su contexto real, le confiere una solución única sin que lleguen a considerarse las distintas alternativas que su concreción obligarían a plantear.

Como alternativa a este modelo docente en el campo de las Ciencias, los objetivos generales del PBL abordan conseguir que el estudiante desarrolle la capacidad de apreciar la interrelación existente entre los aspectos físico-químicos, biológicos e incluso psicosociales que deben tenerse en cuenta al afrontar un problema. Es cada vez más evidente la necesidad de considerar, en la solución de cualquier problema real, aquellos aspectos no sólo científicos sino los que atañen a los recursos naturales, el medio ambiente y social, de la salud de las personas o legales, además del compromiso ético que se exige al profesional de las Ciencias (1).

Las nuevas metodologías docentes basadas en el desarrollo de competencias, entendiendo como tal *la capacidad de hacer frente a situaciones problemáticas* (3), nos obligan a plantearnos si la tarea tradicional de resolución de problemas permite precisamente que el alumno alcance los objetivos de aprendizaje y con ellos, las competencias que pretendemos (4).

Si planteamos que el alumno participante en un proyecto de PBL habrá de alcanzar la suficiencia necesaria para realizar con éxito el proceso de análisis de un problema, de generar hipótesis y de generar asimismo procesos de autoaprendizaje que le permitan posteriormente explorar nuevas posibilidades, habremos de establecer qué entendemos por *problema* y cual es el significado de la expresión *resolver un problema*. En este sentido hemos de considerar que metodológicamente la resolución de un problema no ha de diferir de lo que interpretamos como *método científico*.

Es evidente por lo ya expuesto que, habitualmente, los problemas que se presentan en la enseñanza no son coherentes con su naturaleza de proceso de investigación y que difícilmente podrán por tanto, lograr que el alumno alcance las competencias planteadas. El PBL establece un proceso analítico-reflexivo desarrollado en varias etapas de forma

secuencial e iterativa, en las que el alumno va respondiendo de manera individual o conjunta a las preguntas que surgen a lo largo del proceso, hasta encontrar soluciones válidas para el problema planteado (1) (ver figura 1).

Pretendíamos en este proyecto plantear el diseño de alternativas que lograran por una parte, mejorar la eficacia de los estudiantes en la resolución de problemas y por otra, y más importante, desarrollar de forma armónica en los estudiantes las diferentes tipologías de competencias que se propongan en los respectivos currícula de las dos titulaciones implicadas, con el objetivo último de formar profesionales competentes.

HIPÓTESIS DE TRABAJO

Los profesores integrantes de este proyecto han estado implicados desde hace años en un modelo docente participativo en el que el modelo de clase magistral se ha basado en la constante formulación de preguntas a los alumnos. Esta experiencia, intuitivamente válida para todos ellos, se ha concretado en algunos casos en tareas docentes metodológicamente similares al PBL. La participación en los proyectos AICRE y SICRE de la UPV/EHU (5, 6, 7) ha permitido sistematizar en cierta medida estas tareas. La reflexión en los grupos de trabajo acerca de la eficacia formativa y la viabilidad práctica de las diferentes tareas, sin olvidar la dificultad de su adecuada evaluación, ha señalado al PBL como una de las actividades que más eficiencia y eficacia alcanzan en la consecución de los objetivos de aprendizaje. Es por ello, que como **hipótesis de trabajo** de este proyecto nos planteábamos que **el aprendizaje basado en problemas propicia un aprendizaje más activo y comprometido por parte de los estudiantes**.

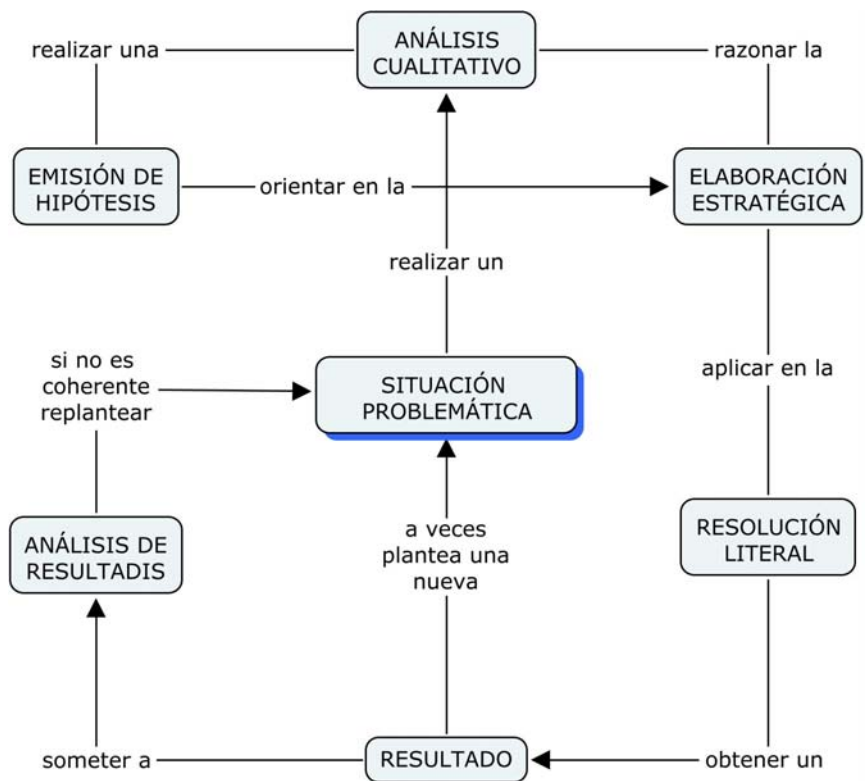


Figura 1. Proceso del Aprendizaje Basado en Problemas (adaptado de Almudi y Ceberio, comunicación personal).

OBJETIVOS

1º.- Diseñar problemas que provean a los estudiantes de escenarios formativos en correspondencia con el contenido de los objetivos de aprendizaje de las asignaturas implicadas en este proyecto.

2º.- Definir y aplicar métodos de evaluación del proceso de aprendizaje acordes con la metodología empleada.

3º.- En el contexto del modelo educativo ECTS, aplicar a la docencia de un grupo de clase los problemas diseñados en el objetivo 1 y revisar la eficacia y aplicabilidad de los mismos.

CAMPO DE APLICACIÓN

Se han elegido las asignaturas “Iones Metálicos en Sistemas Naturales” y “Kimika Ezorganikoa Aurreratua” de la titulación de Química, y “Citología e Histología” y “Genética Humana” de la titulación de Biología. Se eligieron estas asignaturas por haberse desarrollado para ellas tanto el protocolo del programa AICRE (5) como la aplicación del mismo en el programa SICRE (6) y ser tres de ellas de segundo cuatrimestre. Los profesores participantes en esta experiencia han participado también en el programa SICRE durante el curso 2006-2007.

METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO:

Objetivos 1º y 2º.- *Diseñar problemas que provean a los estudiantes de escenarios formativos en correspondencia con el contenido de los objetivos de aprendizaje de las asignaturas implicadas en este proyecto, y definir y aplicar métodos de evaluación del proceso de aprendizaje acordes con la metodología empleada (primer cuatrimestre).*

Material humano: Como se ha indicado al proponer la hipótesis de trabajo, el protocolo docente del profesorado participante constaba ya de alguna actividad relacionada con el PBL que ha sido ensayada con los alumnos participantes en el programa SICRE del curso 2005-2006. Es por ello que se ha invitado a participar en el mismo a un conjunto de alumnos (3–5) de los matriculados el pasado curso en cada una de las asignaturas implicadas en el proyecto, con objeto de que, desde la perspectiva de su experiencia y conocimiento, colaboren en el diseño de los problemas y ayuden a establecer adecuadamente el nivel exigido en cada uno de los pasos del proceso PBL anteriormente esquematizados. El equipo formado por el profesor responsable de la asignatura y el conjunto de alumnos aludido ha constituido un Grupo de Discusión.

Se establecieron 6 reuniones del grupo de discusión, con periodicidad quincenal, en las que habrían de realizarse las siguientes tareas:

- a) Informar sobre los objetivos del proyecto y coordinación de los participantes
- b) Proponer al menos 3 situaciones problemáticas en el marco de los objetivos de aprendizaje de cada asignatura
- c) Analizar y desarrollar las situaciones propuestas en el contexto del proceso PBL.
- d) Reflexionar, discutir y elaborar conclusiones y protocolos de las situaciones problema.
- e) Definir el método de evaluación.

Estas reuniones se complementaron con tres reuniones de coordinación y puesta en común entre los participantes en el proyecto.

Objetivo 3º.- *En el contexto del modelo educativo ECTS, aplicar a la docencia de un grupo de clase los problemas diseñados en el objetivo 1 y revisar la eficacia y aplicabilidad de los mismos (2º cuatrimestre).*

Material humano: El profesor de la asignatura y el conjunto de los alumnos matriculados en un grupo docente. Se definieron, en el contexto de cada situación docente, una o dos horas semanales para la discusión del problema. Para el desarrollo del proceso se establecieron, entre los alumnos de la clase, 7-8 subgrupos de estudiantes quienes consideraron el correspondiente problema.

Se estableció una sesión semanal coincidente con el horario de clase teórica para la puesta en común de los grupos de discusión. Cada una de las situaciones problemáticas planteadas ocupó 3-4 sesiones grupales. En función del desarrollo del proyecto se analizaron dos, tres o cuatro de los problemas diseñados.

Al final de cada una de las sesiones, los alumnos de cada grupo debían:

- a) Identificar todos los elementos significativos del problema y establecer una lista con los conceptos de aprendizaje necesarios para la siguiente sesión
- b) Decidir de cuáles de los anteriores elementos se responsabilizaría cada uno
- c) Decidir qué preguntas específicas responderían cada uno individualmente
- d) Decidir como conseguir la información necesaria para responder a las preguntas formuladas

En función del desarrollo de la experiencia, el responsable del proyecto convocó a los participantes, en horas de tutoría, para el análisis y discusión del proceso.

En el mes de Julio se celebrará una reunión final para la elaboración de conclusiones y redacción de la memoria.

RESULTADOS (parciales):

Como ya se ha indicado anteriormente, los autores de esta comunicación tenían experiencia anterior en modelos docentes participativos. Desde la perspectiva constructivista y a través de un modelo de liderazgo transformacional, se habían planteado alcanzar mediante diferentes tipos de tareas, las competencias definidas para cada materia.

En años anteriores, alguno de los autores ha realizado a sus alumnos encuestas con objeto de conocer, desde la perspectiva de éstos, en qué medida consideraban que habían alcanzado las competencias tanto transversales como específicas de la asignatura. Como referencia de competencias transversales se tomaron las propuestas en el proyecto Tuning (8), en cuanto que las conclusiones de este proyecto han sido generalmente aceptadas como referente para el proceso de convergencia hacia el EEES.

Los estudiantes encuestados son de la asignatura Genética Humana. Resulta interesante analizar la comparación entre los resultados obtenidos cuando se pedía a los alumnos del curso 2004-2005 (59 encuestas) que indicaran en qué medida consideraban que habían alcanzado una determinada competencia después de realizar el conjunto de tareas planteadas en la asignatura, con los resultados obtenidos en el curso 2006-2007 (35 encuestas) cuando la misma pregunta se hacía pero específicamente para las actividades de Aprendizaje Basado en Problemas. Las puntuaciones se dieron de 1 a 5, en orden creciente del grado de consecución de la competencia. En la figura 2 se muestra la comparación.

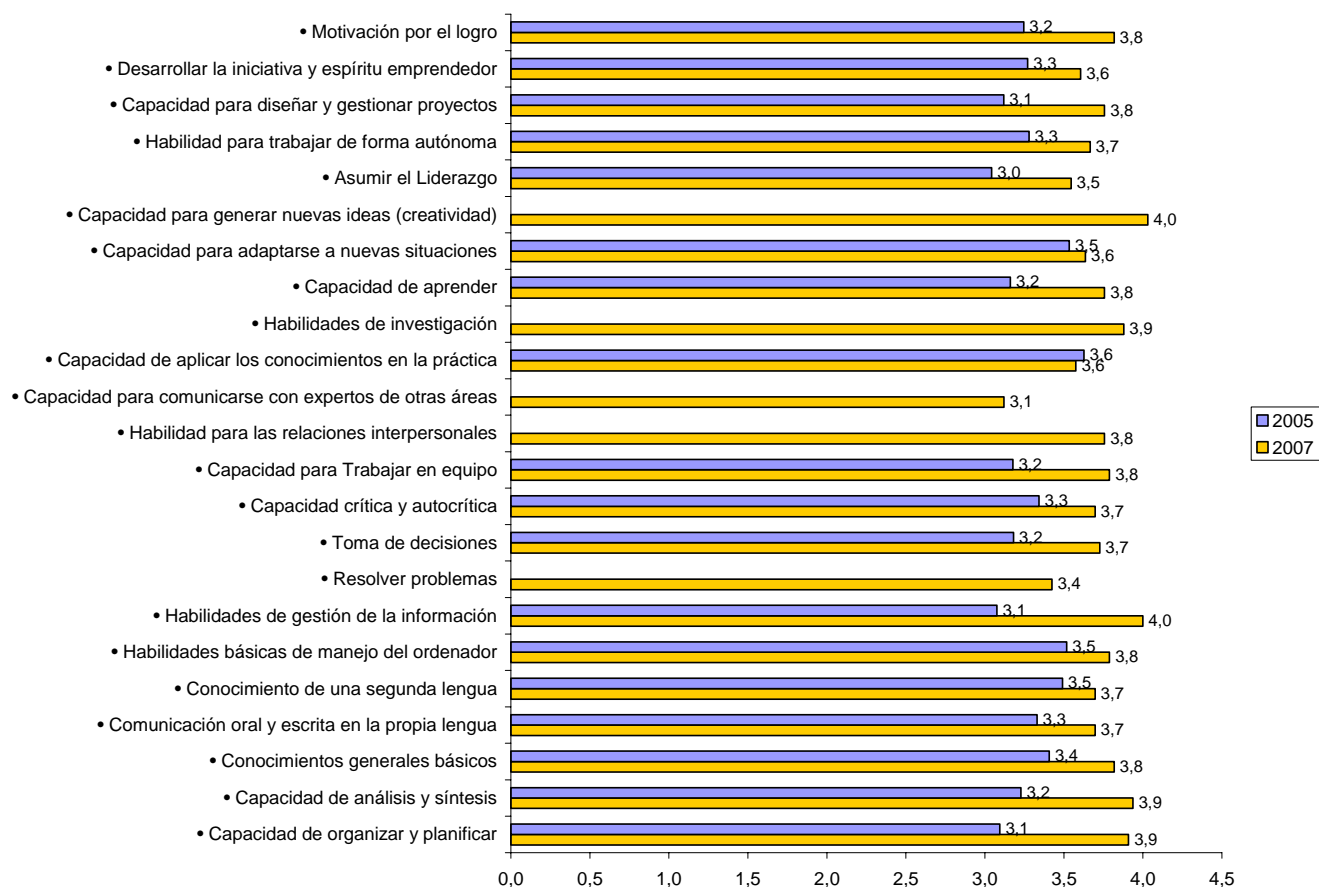


Figura 2. Encuesta sobre grado de consecución de competencias transversales. Comparación entre los resultados del curso 2004-2005 para el conjunto de actividades realizadas con los resultados del curso 2006-2007, específicos para la actividad PBL. Para algunas de las competencias encuestadas no hay datos del curso 2004-2005 porque no fueron incluidas entonces en la encuesta.

Una visión global del gráfico indica que los alumnos de ambos cursos consideraron positivo el modelo formativo utilizado, en cuanto que todas las cuestiones alcanzan y superan la valoración de 3. Es un resultado concordante con los obtenidos por otros profesores que utilizan la misma metodología (datos no mostrados). A pesar de la inicial oposición estudiantil que generalmente viene influida tanto por el movimiento anti-Bolonia como por los comentarios específicos sobre “que hay que trabajar mucho”, los profesores que practican este modelo docente y al finalizar su docencia piden información a sus alumnos sobre el desarrollo de la misma, coinciden en constatar la valoración favorable que éstos hacen frente al modelo tradicional.

Continuando con los resultados presentados, ha de resaltarse que el curso 2004-2005 fue particularmente nutrido en cuanto a actividades y participación de los estudiantes. En este curso se hicieron problemas al modo clásico, prácticas de laboratorio, seminarios, presentación de posters, debates en clase y visitas a empresas, entre otras. Asimismo se utilizó la plataforma Moodle para comunicación on line, no sólo utilizando los recursos

habitualmente unidireccionales de información sobre actividades de clase, sino creándose también en ella foros de discusión muy activos, wikis y chats. No obstante, si comparamos los resultados entre los dos cursos, observamos que los estudiantes del curso 2006-2007 han percibido la actividad de PBL con una capacidad formativa superior a cómo percibieron los alumnos del curso 2004-2005 el conjunto de las actividades que realizaron. Más del 70% de las competencias tienen una valoración superior en 0,4 puntos o más a la correspondiente al curso 2004-2005. En ninguno de los dos cursos parece existir desviaciones en cuanto a las valoraciones según consideremos las competencias por su clasificación como Sistémicas (desde *Motivación por el Logro* hasta *Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica*), Interpersonales (desde *Capacidad para comunicarse con expertos de otras áreas* hasta *Capacidad Crítica y autocrítica*) o Instrumentales (desde *Toma de decisiones* hasta *Capacidad de Organizar y planificar*). Podría considerarse una ligera valoración superior en el conjunto de las Instrumentales, probablemente debida a su mayor concreción a la hora de ser interpretada por los estudiantes.

Es llamativo que, a pesar de que el modelo constructivista se basa en un proceso transformacional que pretende trasladar el liderazgo de su formación al estudiante, en los dos cursos hayan otorgado las calificaciones más bajas a esta competencia (*Asumir el Liderazgo*), haciendo evidente la dificultad que entraña asumir la responsabilidad del propio proceso de aprendizaje. Es de destacar también que en la encuesta realizada en el 2007, los alumnos hacen una relativamente baja calificación de la capacidad adquirida de *Resolver problemas*, cuando es precisamente esa actividad la que se está evaluando globalmente. Podría corresponder esta valoración con una dicotomía no resuelta entre la concepción clásica que tienen respecto a lo que es un problema y la actividad de PBL. Se extrae de esta respuesta la lección de que debe enfatizarse el objetivo de la actividad.

Por último cabe destacar que alguno de los items que mayor valoración han conseguido se corresponden con los destacados también en las encuestas realizadas a graduados, empleadores y académicos de 101 universidades europeas (8).

ANEXO I. Ejemplo de una de las situaciones planteadas en este proyecto

Es común que, cuando se plantea a los alumnos la tarea de “resolver un problema”, tarea que habitualmente suele formar parte del conjunto de las planteadas en la guía docente de una asignatura, éstos la interpreten como consistente en la lectura del enunciado, la identificación del algoritmo de resolución, la realización de los cálculos matemáticos necesarios y finalmente, la obtención de los resultados numéricos o solución.

Es en este contexto cuando se presenta para el docente la dificultad de transmitir inicialmente a los alumnos el modelo de PBL, y de cómo han de afrontar la resolución de los problemas planteados. Igualmente, el reto intelectual que el modelo plantea, así como el esfuerzo necesario para llevarlo a cabo, son aspectos del mismo que han de quedar claros desde el principio de su aplicación. No cabe duda de que esta presentación inicial ha de servir también para que el alumno perciba cómo el modelo le permitirá adquirir competencias específicas de conocimiento y comprensión de lo aprendido, a la vez que otras competencias genéricas de tipo instrumental, interpersonal o sistémico.

A partir de esta reflexión previa al inicio de curso, uno de los autores se planteó en el curso 2006-2007, presentar el modelo de Aprendizaje Basado en Problemas a los alumnos, con un ejemplo. La asignatura es Genética Humana, optativa cuatrimestral de curso indiferente, de la titulación de Biología.

Consideró importante, como en toda situación docente, captar desde el principio la atención del alumno. Al mismo tiempo, le pareció necesario descontextualizar al máximo la situación problemática de partida, de forma que el alumno no tuviera “prejuicios” al plantearse su resolución. Al decir “prejuicios” se entiende reducir en lo posible los derivados de encontrarse en el aula el primer día de clase, a las 8,40 h. de la mañana, sabiendo que a esa hora tenían clase con el citado profesor de la asignatura Genética Humana. En ese sentido, el alumno esperaría que quien entrara por la puerta a esa hora fuera este profesor, conociéndole o no, y que cualquier cosa que dijera estaría relacionada con la Genética más o menos humana.

La descontextualización habría de permitirle mostrar a los alumnos su capacidad de manejar la información que previamente han adquirido, tanto proveniente de su formación académica como de su condición social y personal. Es muy común en nuestros alumnos utilizar de manera estanca las competencias que a lo largo de su vida han ido adquiriendo, circunscribiéndolas únicamente al entorno en el que las adquieren. Al no haber ejercitado esa actividad sintética y de relación con lo conocido, suele generarse en ellos como consecuencia,

la sensación de no saber nada a pesar de haber pasado una gran parte de su vida estudiando.

Al mismo tiempo, el comienzo del cuatrimestre constituía un momento adecuado para desarrollar la inteligencia emocional y crear en la clase un ambiente facilitador del necesario intercambio de opiniones que habría de darse entre los componentes de los grupos que posteriormente se constituirían.

Con estos objetivos en mente estableció el siguiente plan de trabajo:

Primera clase –

Sin siquiera presentarse a ellos ni decir una palabra, entró en clase y mostró en una transparencia la siguiente imagen:



A continuación, les pidió que, en una hoja de papel, redactaran un breve párrafo indicando lo que la imagen les sugería.

Tras 4 ó 5 minutos de redacción, les pidió que escribieran su nombre y apellidos en la hoja.

Recogió las hojas, las mezcló y volvió a distribuirlas aleatoriamente, una a cada uno.

Hecho esto, procedió a presentarse y explicó, brevemente, el objetivo de lo realizado.

A continuación, pidió a una persona cualquiera que se pusiera en pie, que dijera su nombre y apellidos, y que leyera el nombre y apellidos de quien había escrito la hoja que tenía, poniéndose también en pie el aludido. De esta manera, se presentaron unos a otros. Con las dos personas en pie, pidió a la primera que leyera lo escrito por la segunda, evitando cualquier inflexión en la voz o gestos que pudiera suponer una crítica o menosprecio de lo escrito. Lo mismo se pidió a los que escuchaban.

La segunda persona hizo lo mismo con una tercera, mientras el profesor iba anotando, en un esbozo de diagrama de afinidad, las ideas que surgían. A la vez, y en la medida de lo posible, ordenaba las ideas en orden de complejidad.

Una vez finalizada la lectura, analizó el diagrama, planteado cada idea como una hipótesis, es decir, una afirmación en relación con la situación de los individuos de la imagen presentada.

La imagen representa a 4 hermanos de una familia turca, que padecen una patología de origen genético y que les afecta, entre otras características, al sistema del equilibrio obligándoles a “andar a cuatro patas”. Esta imagen y la información sobre la familia fue portada de los medios de comunicación de todo el mundo hace unos meses, por la asociación que se hizo de la característica forma de andar con la posibilidad de que fueran un “salto atrás” en la evolución del ser humano.

Se esperaba que la complejidad de la información aportada en los comentarios fuera acorde con la información que al respecto de la imagen tuvieran los alumnos.

El diagrama de afinidad leído en su conjunto, permitió establecer distintas hipótesis respecto a esos individuos, a la vez que pudieron ya descartarse algunas de ellas en función de lo disparatado de la propuesta o del nivel de información del conjunto de la clase.

Esta actividad ocupó prácticamente los 50 minutos de la clase. Como tarea para el día siguiente, se planteó la búsqueda de información en la Web sobre las características de la patología, el gen responsable de la misma y las connotaciones científico-sociales que su descubrimiento han tenido.

Segunda Clase –

Con el diagrama de afinidad construido el día anterior, se pusieron en común los hallazgos. Se analizaron los resultados obtenidos por los diferentes alumnos en función de sus estrategias de búsqueda, haciendo explícitas éstas y seleccionándolas o rechazándolas según su eficacia. Al mismo tiempo, se resaltaron aquellas páginas web específicas que permitían acceder tanto a bases de datos como a herramientas de búsqueda y análisis de información científica (la mayoría de ellos se limitaron a hacer sus búsquedas en Google).

Finalmente se construyó un nuevo diagrama de afinidad con las distintas propuestas, hasta establecer una coherente desde la perspectiva analítica de la Genética Humana respecto a la imagen presentada. Al mismo tiempo se debatieron y criticaron las implicaciones evolutivas que de esta patología se habían hecho.

Con esta experiencia de dos sesiones de una hora, se ilustró a los alumnos cómo puede extraerse una gran cantidad de información de una sola imagen aplicando la metodología del modelo de PBL, cómo mucha de esa información puede obtenerse de su propio conocimiento, cómo la cooperación del grupo y el contraste de las propuestas enriquece la información individual, cómo desde su propia casa pueden desarrollar destrezas de búsqueda de documentos, bases de datos y herramientas analíticas, y en definitiva, cómo la observación con “ojos de científico” de un hecho simple y aparentemente banal, nos brinda la oportunidad de acrecentar sus competencias profesionales.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- B. J. Duch, S. E. Groh, D. E. Allen, *The power of Problem-Based Learning*, Stylus Pub. Sterling, Virginia, 2001. ISBN: 1 57922 037 1
- 2.- C. Wood, R. Sleet (Eds.), *Creative problem solving in chemistry: solving problems through effective group work*. RSC. London, 1993. ISBN 1-870343-28-X.
- 3.- Jesús M^a. Goñi Zabala.. *El espacio europeo de educación superior, un reto para la universidad*. Octaedro /ICE-UB. Barcelona, 2005. ISBN. 8480637668
- 4.- Peter T. Knigh, *El Profesorado de Educación Superior. Formación para la excelencia*. Nancea, S.A. de ediciones. Madrid, 2005. ISBN. 8427714874
- 5.- *Programa de Asesoramiento para la Introducción del Crédito Europeo (AICRE). Curso 2004-2005*. Jesús M^a. Goñi, Alfredo Goñi, Teresa Nuño, José M^a. Madariaga, Jenaro Gisasola. Servicio Editorial UPV/EHU. Bilbao, 2005. ISBN. 84-8373-799-X.
- 6.- *El Programa de Seguimiento a la Implantación del Crédito Europeo (SICRE). Curso 2005-2006*. Jesús M^a. Goñi, Alfredo Goñi, Jenaro Gisasola, Teresa Nuño y Teodoro Palomares. Servicio Editorial UPV/EHU. Bilbao, 2006. ISBN. 84-8373-897-X.
- 7.- Alberto Vicario, Isabel Smith, Juan M. Gutiérrez-Zorrilla, *Los Programas de adaptación al EEES en la UPV/EHU*. Jornadas Nacionales sobre la Construcción del EEES en Facultades de Biología. Madrid, 2007.
- 8.- Tuning Educational Structures in Europe, Final Report Pilot Project. Phase 1. Ed. Julia González, Robert Wagenaar. Universidad de Deusto, Universidad de Groningen. Bilbao, 2003.