

Sostenibilidad y zenit de producción petrolífera en un curso de profesores y profesoras

FERNANDO BALLEÑILLA
Universidad de Alicante

Resumen:

El presente artículo trata de cómo se abordó la problemática de la sostenibilidad, asociada al zenit de producción petrolífera (*Peak Oil*), con un grupo de profesores/as, durante el desarrollo de la asignatura de *Intervención Curricular en la Enseñanza de las Ciencias*, que se imparte en la Facultad de Educación de la Universidad de Alicante. Esta asignatura forma parte de la licenciatura de Psicopedagogía, estudios a los que se accede desde la titulación de maestro, que también se cursan en la misma facultad.

Palabras clave:

Psicopedagogía, modelo didáctico, formación de profesores/as, hipótesis de progresión, diario del profesor, rutinas, grafo, *peak oil*, zenit, petróleo, energía, recursos, sostenibilidad.

Abstract:

The present article deals with how the problematic of the sustainability, associated to the peak oil production was approached, with a group of teachers, during the development of the subject of *Curricular Intervention in the Education of Sciences*, that is distributed in the Faculty of Education of the University of Alicante. This subject comprises of the degree of *Psicopedagogía*, studies to which it is acceded from the teacher degree, which also they are attended in the same faculty.

Key words:

Psicopedagogy, didactic model, teaching training, hypothesis of progression, diary of the teacher, routines, grafo, peak oil, zenith, tip, petroleum, energy, resources, sustainability.

Résumé:

Cet article traite de comment on travaille le problème du développement durable par rapport au zénith de production pétrolière (*peak oil*) avec un groupe de professeurs, pendant la matière d'Intervention Curriculaire dans l'Enseignement des Sciences, de la Faculté d'Éducation de l'Université d'Alicante. Cette matière fait partie de licence de Psychopédagogie, études à auxquelles on accède depuis le titre de professeur d'enseignement primaire.

Mots clés:

Psicopedagogie, le modèle didactique, formation de professeurs, hypothèse de progression, journal du professeur, routines, grafo, peak oil, zenit, pétrole, énergie, recours, Développement durable.

Fecha de recepción: 15-03-07

Fecha de aceptación: 16-04-07

1. El contexto de la experiencia

Hay dos turnos para la licenciatura de Psicopedagogía, el de mañana y el de tarde, con alumnado muy diferente. El turno de mañana recoge a alumnos/as que acaban de terminar Magisterio y deciden proseguir sus estudios dos años más, con el objetivo de alcanzar una licenciatura. El alumnado del turno de tarde está formado, sobre todo, por profesores y profesoras en activo, con varios años de profesión. En este grupo donde se desarrolló la experiencia durante el curso 2006-07.

La asignatura está dividida en dos partes, ambas con el mismo número de horas lectivas, una centrada en las ciencias sociales e impartida por una compañera, y otra centrada en las ciencias experimentales (ICCEX a partir de ahora) que es el marco donde se desarrolla la experiencia.

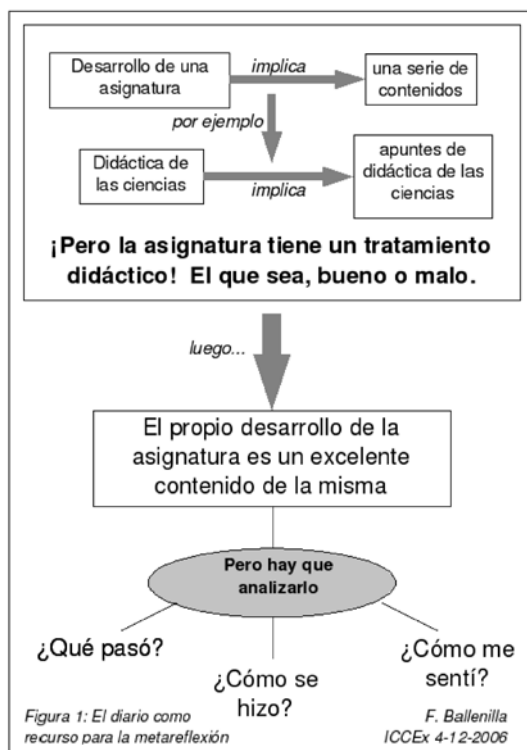
ICCEX se impartió durante veinte sesiones de una hora cuarenta minutos cada una a lo largo de la segunda mitad del primer cuatrimestre.

Los cuarenta y siete alumnos/as, como ya he apuntado antes, eran en su mayoría profesores y profesoras en activo y experimentados (para ellos suponía una sobrecarga importante de trabajo asistir a la Universidad), en concreto su media de edad era de treinta y dos años y llevaban como profesores siete años por término medio, aunque con algunas diferencias en función del nivel donde impartían clases, para los profesores/as de secundaria era de nueve años, para los de primaria de siete y para los de infantil de tres.

En una asignatura de Didáctica, el propio desarrollo de la asignatura es un importante contenido, que conviene utilizar (figura 1). Para ello es necesario propiciar la metareflexión sobre lo que va aconteciendo durante su desarrollo, y una buena manera de hacerlo es la elaboración de un diario.

De manera que cada grupo debía elaborar un diario del desarrollo de cada sesión, y enviarlo mediante Internet a una lista de correos en la que quedaban a disposición de todos ellos. De cada sesión debían hacer una descripción fenomenológica (lo que pasó) un análisis metodológico (cómo se hizo) y también uno afectivo (cómo me sentí).

La dinámica del aula tenía como referente un modelo didáctico investigativo (Porlán, 1993), y en dicho modelo el alumno/a tiene un papel protagonista en el desarrollo de las clases, por lo que es imposible desplegar ese modelo en toda su potencialidad sin una asistencia numerosa y habitual a las sesiones.



El aula estaba organizada en ocho grupos de unas seis personas, decididos libremente por ellos, y el criterio básico a la hora de calificar era la asistencia y el trabajo en el aula.

Faltar a cuatro sesiones (un 20% del total) implicaba realizar un examen, que los compañeros sin faltas no debían de hacer.

En Educación Secundaria (nivel en que también soy profesor), la asistencia es obligatoria y no supone un problema (hay otros), pero en la universidad, en que no se suele controlar la asistencia y, sobre todo, con alumnos que asisten después de la jornada de trabajo en sus centros, este requisito era muy duro, aunque a la vez necesario. Me obliga a ser muy asertivo en la primera sesión, que siempre resulta conflictiva.

Esto es lo que tiene recogido (en el apartado de análisis afectivo) el diario de algunos de los grupos de esta primera sesión:

“Desde el aspecto afectivo han surgido varias emociones entre las integrantes del grupo. Por un lado, hemos sentido entusiasmo al ofrecernos una metodología nueva e innovadora para la asignatura, resulta emocio-

nante y motivador que se nos propongan formas distintas de enfocar las clases (normalmente siguen todas el mismo patrón tradicional en el cual el profesor es el centro de la asignatura).

Por otra parte, el planteamiento novedoso de la materia también nos presenta varias dudas e incertidumbre. El hecho de que sea algo desconocido ha creado un poco de confusión y a la vez preocupación entre nosotras, sobre todo por el temor a no entender o no saber responder correctamente a lo que se nos pide. Además el elemento informático también ha infundido cierta angustia entre algunas aunque sin más preocupación.

De forma positiva también ha influido el hecho de que la composición del grupo ha sido muy satisfactoria, cosa que a la vez nos anima a enfrentarnos a la nueva metodología propuesta.

En conclusión, las emociones o sentimientos experimentados han sido en su mayoría positivos, alentados por la presentación de una dinámica alternativa a la seguida hasta ahora en el resto de asignaturas; aunque esto también tiene algún aspecto negativo pero sin demasiada significación. Nos hemos sentido muy cómodas trabajando juntas” (sesión 1, grupo 7).

“Al principio de la clase, con la discusión por el horario, nos hemos sentido algo incómodos por el toque surrealista que empezaba a tomar la situación. Pero una vez resuelto con la votación, nos hemos dado cuenta de que en realidad no había discusión alguna, pues casi todos estábamos de acuerdo. Durante la explicación de la programación, hay que reconocer que nos hemos sentido agobiados con el asunto de las faltas de asistencia, porque hay situaciones laborales y personales que no podemos siempre controlar. La vida del estudiante y trabajador es muy difícil...” (sesión 1, grupo 1).

“Al principio de la clase teníamos cierta incertidumbre sobre cómo sería la asignatura puesto que nos habían dicho que las clases eran obligatorias...”

A medida que el profesor explicaba el funcionamiento de la asignatura nos hemos sentido un poco agobiados por la premura con la que hay que enviar el diario puesto que trabajamos todos a jornada completa y asistimos a clase en la Universidad todos los días por lo que carecemos de tiempo entre semana para realizar el trabajo.

Nuestra primera percepción sobre la asignatura nos parece positiva puesto que pensamos que es práctica y puede ser funcional para nuestro quehacer diario” (sesión 1, grupo 2).

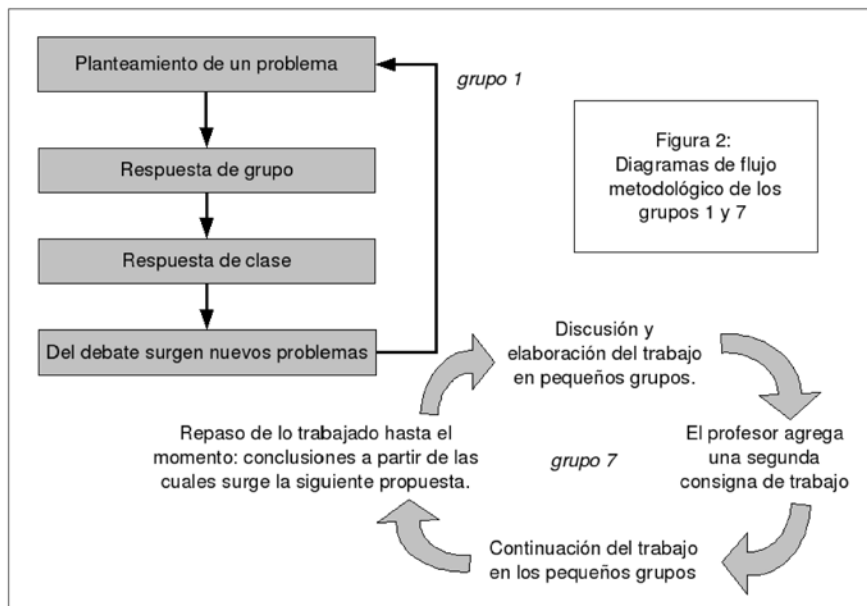
Afortunadamente, esta situación de ansiedad inicial, perfectamente comprensible, desaparece muy pronto, como muestra el apunte afectivo de la sesión 3 de uno de los grupos que presentó más reticencias a la propuesta de horario y de trabajo del primer día:

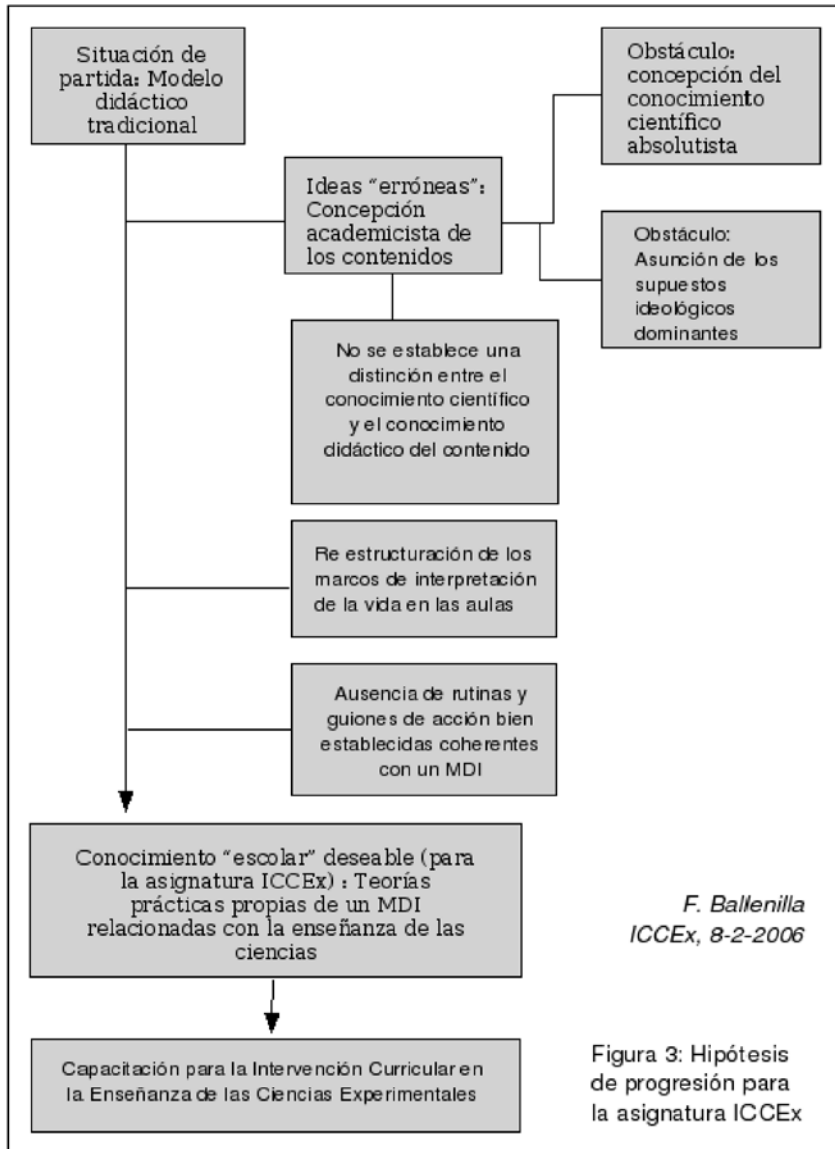
“El tema tratado en esta sesión nos ha hecho participar de forma intensa a todos los componentes del grupo pues en algún momento nos hemos planteado innovar y cambiar en nuestros centros de trabajo y nos hemos encontrado con las dificultades que hemos apuntado.

Ha sido grato comprobar que todos tenemos inquietudes de cambio pero al mismo tiempo hemos coincidido en un “pesimismo” por lo complicado y difícil que es cambiar metodologías cuando ya están muy arraigadas y sobretudo si la tarea se tiene que llevar a cabo desde iniciativas individuales.

Hoy nos hemos dado cuenta de que nos gusta este sistema de trabajo propuesto en la asignatura y que hemos tardado menos en concretar opiniones y en trasladarlas a este mismo diario. Otros días hemos ido más agobiados y hemos estado más nerviosos” (sesión 3, grupo 8).

El sistema de trabajo se ajustó, en lo fundamental, a una rutina de investigación sobre problemas (Ballenilla et al. 1999), y dos grupos acertaron tempranamente a describirla muy correctamente, con sendos diagrama de flujo en el apartado metodológico de la sesión 5 de su diario (figura 2).





2. ¿Qué contenidos tiene la asignatura de ICCEx?

Se trata de una asignatura que pretende proporcionar a los futuros psicopedagogos/as los elementos para saber determinar lo que caracteriza a una *buena práctica* en la enseñanza de las ciencias, de esa manera, en su futuro trabajo, tendrán criterio para poder intervenir asesorando sobre el currículo de un determinado profesor o profesora, si así se lo solicita éste. Ese criterio experto también será valioso para el centro y para la dirección, cuando existan dilemas y haya que tomar decisiones.

El problema está en que, a mi modo de ver, lo específico de *las buenas prácticas* en la enseñanza de las ciencias, tiene difícil ajuste en el modelo didáctico tradicional (MDTr), por lo que no queda más remedio que presentar un modelo didáctico distinto, y en mi caso propongo como modelo alternativo el investigativo (Porlán, 1993).

Esto es importante, porque año tras año el modelo didáctico dominante entre los alumnos/as es, en rasgos generales, el MDTr., con la excepción de las profesoras de E. Infantil que cursan la asignatura, seguramente porque al ser un nivel educativo reciente, se pueden desplegar en la escuela los conocimientos aprendidos en la universidad, sin que el peso de una tradición agobiante (y obsoleta) lo impida.

De manera que una etapa importante en la hipótesis de progresión (García, 1999) que me ayuda a determinar los contenidos de la asignatura, es realizar una crítica del MDTr y de la concepción de la enseñanza de las ciencias asociada a dicho modelo (figura 3), para ello nos encontramos con dos obstáculos señalados, las concepciones epistemológicas e ideológicas sobre el conocimiento científico (generalmente absolutistas, racionalistas y empiristas), y concepciones no constructivistas sobre el aprendizaje de los alumnos/as. De estos dos obstáculos, el relacionado con la epistemología científica es específico de ICCEx, mientras que el relacionado con las concepciones del aprendizaje se trata en otras asignaturas de la licenciatura.

Otra etapa a destacar en la hipótesis de progresión, es la necesidad de modificar los referentes con que interpretan lo que acontece en el aula (Ballenilla, 1992a), ya que ese marco interpretativo deriva del MDTr, en el que se ve críticamente cosas como que los alumnos/as hablen entre ellos, que haya ruido en el aula, que estén en grupo, que no aprendan los contenidos conceptuales exactamente como están en el libro, que el profesor no explique, que no se den “todos” los contenidos, que se

negocie la calificación, que esta dependa en mucha mayor medida del trabajo realizado que del éxito en los exámenes, etc.

Pero modificar ese marco interpretativo de referencia está relacionado con otra carencia que presentan los alumnos/as de ICCEX, y es el desconocimiento de rutinas y guiones de acción coherentes con un modelo didáctico investigativo (MDI).

Este apunte de un diario refleja muy bien cuál era la situación general del aula en este aspecto:

“En la actividad tenemos que describir como eran las clases de ciencias experimentales que nosotros vivimos como alumnos. En nuestro grupo todos coincidimos en que es una asignatura que debería haber sido práctica y aun así fue muy teórica. Los profesores se ceñían al libro y prácticamente no se hacía nada práctico. En nuestro grupo algunos hicieron la ESO y otros hicieron BUP. Los que hicieron ESO comentan que había alguna optativa como “laboratorio de biología y geología” que era algo más práctica. Los comentarios generales son que había mucha teoría.

Una vez terminados nuestros comentarios en grupo salimos a la pizarra a poner un “sí” en un espacio puesto por el profesor como indicador de que hemos terminado la actividad.

Seguidamente salimos un miembro de cada grupo a escribir las conclusiones en la pizarra. Salimos a escribir en una columna específica para nuestro grupo.

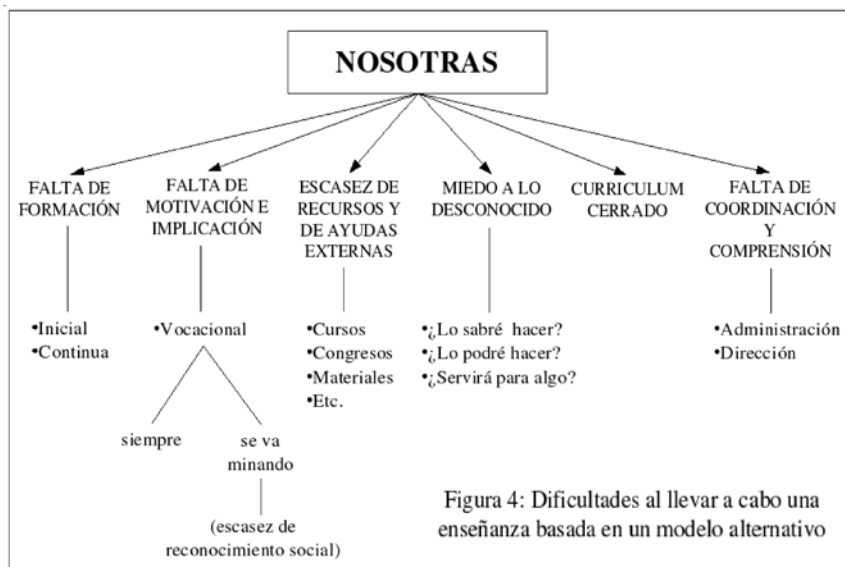
El profesor nos anima a hacer una puesta en común de todo lo escrito en la pizarra, primero intragrupos y después intergrupos.

Intragrupos sacamos las siguientes palabras comunes: clases magistrales, teórico, aburrido, libro de texto, poca retención, aprendizaje memorístico, monótono, poca manipulación, no unión de contenidos en los distintos cursos, mismos espacios, no laboratorio, contenidos conceptuales, no procedimentales y actitudinales,...” (sesión 1, grupo 3).

El apunte hace referencia a la etapa como alumnos/as, pero en su desempeño como profesores/as, su modelo didáctico personal tiene como referente y reproduce el que vivieron como alumnos/as, y explorar modelos alternativos les produce, como poco, ansiedad.

“La actividad consistía en buscar las dificultades que nos podemos encontrar nosotros como docentes al llevar a cabo una enseñanza basada





en un modelo alternativo. Las conclusiones obtenidas en nuestro grupo quedan recogidas en los anexos (ver figura 4).



“Durante la sesión el grupo ha vuelto a sentirse desilusionado al plasmar todas las dificultades que nos encontramos en nuestro quehacer diario. A la vez que nos hemos sentido comprendidas ya que todas hemos vivido dificultades similares” (sesión 3, grupo 4).

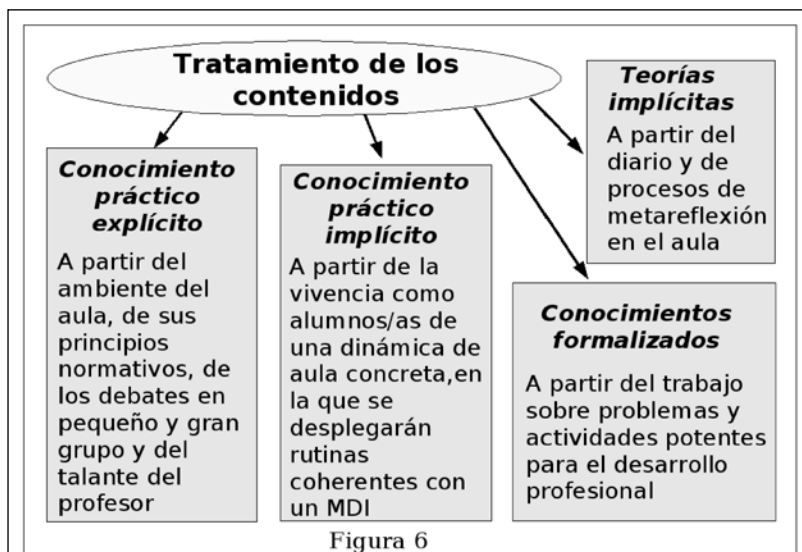
Por lo tanto, otro de los obstáculos a superar en el proceso de formación de estos alumnos/as, y que está previsto en la hipótesis de progresión, es la carencia de un saber práctico coherente con un MDI.

Muy resumidamente, y aprovechando la excelente matriz de análisis de Porlán y Rivero (1998), en la figura 5 se señalan los objetivos de la evolución hacia el conocimiento profesional deseable para la intervención curricular en la enseñanza de las ciencias (Ballenilla, 2003).

Figura 5: Evolución hacia el conocimiento profesional deseable		Tipo de saber	
		Explicito	Tácito
Fuente	Racional	De un conocimiento unidimensional, disciplinar y enciclopédico a...  Un conocimiento más multidimensional y variado, en el que predomine el conocimiento didáctico del contenido además de otros conocimientos curriculares formalizados	Del total desconocimiento de las teorías implícitas a...  Desarrollo de la capacidad de metareflexión para analizar la propia práctica y desvelar y criticar racionalmente sus teorías implícitas
	Experiencial	De principios y creencias estereotipados, determinados por la práctica sedimentada en los centros y por la ideología dominante a...  Principios, metáforas, reglas, narraciones..., funcionales para el despliegue de un MDI, más fundamentados, y alternativos a los del MDTr	De una práctica rutinaria, determinada por la inercia, el inmovilismo y la adaptación al centro a...  Rutinas variadas, intercambiables y de distinto nivel, orientadas a potenciar que los alumnos/as sean protagonistas de su propio aprendizaje

3. ¿Cómo convertir esos objetivos en los contenidos de la asignatura?

De distinta forma según sea el tipo de contenido. En los contenidos de carácter experiencial y práctico, tanto implícitos como explícitos, su adquisición va a depender en gran medida de que se aplique el principio de isomorfismo en el aula (Porlán y Rivero, 1998), es decir, de que la práctica que se vaya desarrollando tenga como referencia y sea coherente con un MDI (Ballenilla, 2003). De esa manera los alumnos/as vivirán una situación de aprendizaje distinta, y podrán valorar directamente sus ventajas e inconvenientes. Si para ellos resulta una experiencia de aprendizaje enriquecedora y además se encuentran a gusto, a pesar de tratarse de una experiencia puntual, se puede convertir en un importante referente en el futuro.



Para tratar las teorías implícitas en la propia práctica, es fundamental desarrollar la capacidad de autoreflexión, y para eso un recurso básico es la elaboración del diario escolar, ya que propicia la observación crítica de lo que acontece en el aula cada día, y al final del proceso, es un valioso documento que permite tener una perspectiva global del desarrollo de la experiencia (Porlán y Martín, 1991).

Los contenidos formalizados se abordaron mediante una secuencia de problemas y de actividades potentes desde el punto de vista del desarrollo profesional. Estos son algunos de los problemas a que me refiero, por ejemplo, para tratar sobre los distintos modelos didácticos y su aura conceptual próxima:

- ¿Cómo son las clases habituales de ciencias que recibiste?
- ¿Cómo piensas que deberían de ser las clases de ciencias?
- ¿En qué modelo didáctico encuadrarías las clases de ciencias que recibiste y las que consideras ideal?
- ¿Qué dificultades encuentras para el cambio?

Para tratar sobre las ideas de los alumnos y su tratamiento didáctico:

- ¿Por qué son importantes las ideas previas de los alumnos/as?
- ¿Cuál es el conocimiento escolar deseable sobre determinado tópico?
- ¿Cómo explorarías las ideas de los alumnos/as sobre este tópico?
- ¿Qué hipótesis de progresión te parece adecuada para alcanzar ese conocimiento escolar deseable?

Para tratar sobre las fuentes epistemológicas de los distintos modelos didácticos:

- ¿Cómo se produce el conocimiento científico?
- ¿Con que concepciones epistemológicas concuerdan cada uno de los modelos didácticos estudiados?

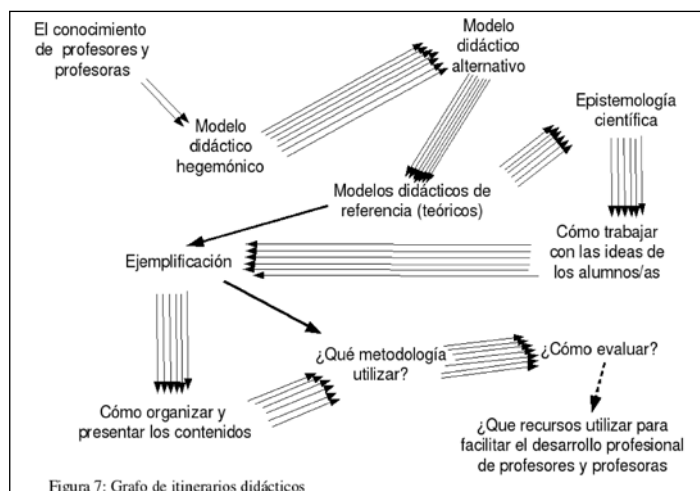
Para tratar sobre la puesta en práctica de una metodología coherente con un MDI

- ¿Cuál es el diagrama de flujo que puede representar la metodología utilizada en esta asignatura?
- ¿Es coherente con un MDI?

Para tratar sobre evaluación

- ¿Se ha ajustado el desarrollo de la asignatura a los doce compromisos profesionales propuestos por la Red IRES (www.redires.net)?

La figura siete representa el grafo de los contenidos conceptuales (Ballenilla et al, 2001) trabajados en el aula durante los siete años que he impartido ICCEX, en dicho grafo el número de flechas indica los cursos que he tratado una temática después de otra, por ejemplo, en dos ocasiones he comenzado tratando sobre el conocimiento de los profesores para seguir a continuación tratando sobre el modelo didáctico hegemónico, y en seis ocasiones, después de estudiar los distintos modelos didácticos teóricos, hemos trabajado nociones de epistemología científica. Sin embargo solo durante un curso he pasado directamente de los modelos didácticos de referencia a desarrollar una ejemplificación de cómo tratar una temática de ciencias, utilizando como referente un MDI.



En el esquema hay una flecha punteada que corresponde a una temática que nunca he llegado a tratar durante ningún curso, a pesar de ser importante, ya que trata de los recursos a utilizar para desarrollar procesos de intervención curricular con profesores y profesoras. Si nos fijamos, ese contenido es realmente el específico de la asignatura pero ¿Cómo se pueden estudiar procesos de intervención curricular, recursos para desarrollarla, etc., si no se tiene claro antes la dirección que debe tener esa intervención? Veinte sesiones no dan para más. Por fortuna tengo recogida parte de mi experiencia personal sobre ese aspecto en un pequeño libro (Ballenilla, 1995a), que propongo como lectura para los que deseen ampliar sus conocimientos en esa dirección.

De los contenidos señalados hay dos que intento trabajar todos los años, la ejemplificación y las nociones de epistemología científica, porque los demás en alguna medida pueden ser comunes a otras didácticas (los modelos didácticos, las ideas de los alumnos y el constructivismo, la metodología...).

Sin embargo el tema de la epistemología científica es específico de la Didáctica de las ciencias. Si se quiere tener un modelo didáctico que nos sirva de referente para la enseñanza de las ciencias, que menos que este sea coherente con lo que tiene de específico y particular ese tipo de conocimiento, el científico, ¿Cómo se produce? ¿En qué consiste? etc.

La ejemplificación también la considero un paso obligado en la secuencia didáctica, ya que su valor para que los alumnos/as comprueben, que también se puede trabajar ciencias con el modelo didáctico que estamos utilizando en el aula, es fundamental en su formación. Además permite desplegar en el aula algunas rutinas nuevas, que amplían su conocimiento práctico del MDI.

Este curso, los alumnos/as se han demorado bastante, trabajando con interés y profundizando mucho, en la temática del conocimiento de los profesores/as. En su momento, al principio de la asignatura, decidí no cortar ese proceso, dejando que diese de sí todo lo que pudiese. El resultado creo que fue positivo, pero después, en el tramo final del curso, había que decidir con que temática cerrar la asignatura, porque había menos tiempo.

“El profesor entra en el aula y nos muestra la misma transparencia con la que acabamos la clase el último día (antes de las vacaciones de Navidad). En la transparencia están descritos los contenidos que forman la asignatura de experimentales. Observamos aquellos que ya hemos visto y los que quedan por ver. El profesor nos pide queelijamos cuál de los tres que quedan por ver preferimos trabajar, él nos explica que todos son importantes e interesantes, pero que la decisión es nuestra.

Los tres contenidos entre los que debemos elegir son: Epistemología Científica, Conocimientos Curriculares y Ejemplificación. Se somete a votación y lo que la mayoría prefiere trabajar es la ejemplificación”.

La decisión fue lógica, muchos alumnos/as, a pesar de su interés, o quizás debido a este, estaban ya cansados de tratar temas que les exigían reflexionar bastante, no solo sobre la información aportada, sino también sobre su propia práctica.

“En la clase nos hemos sentido muy bien, además de valorados por parte del profesor, porque nos ha hecho partícipes de nuestro aprendizaje, nos ha dado a elegir, lo cual quiere decir que trabajaremos sobre algo que nos gusta. La actividad individual nos ha gustado bastante porque hemos comentado y comparado con los compañeros y algunas cosas nos han hecho gracia. Por lo tanto, podemos decir, que nos hemos sentido bien, la clase nos ha pasado muy rápida” (sesión 12, grupo 6).

4. Desarrollo de la ejemplificación sobre sostenibilidad, energía y zenit de producción petrolífera

Las temáticas tratadas en las ejemplificaciones han sido muy variadas: la diversidad de los animales (Ballenilla et al. 1992b), la fotosíntesis, el efecto invernadero y el cambio climático, etc. El nivel es de primero o segundo de bachillerato, que para muchos de los alumnos es un nivel alto, ya que su formación de origen es de “letras”. En general es una parte de la asignatura que les resulta muy atractiva por estar tan distanciada de las temáticas pedagógicas habituales de su carrera. Normalmente negociaba la temática a tratar presentando un abanico bastante amplio de posibilidades, ya que al ser temas habituales de mi docencia en secundaria, y desarrollarlos allí ajustándome a un MDI, podía ofrecer varias alternativas.

Desde hace cuatro años, la temática que propongo trabajar durante la ejemplificación es la de la sostenibilidad de nuestra civilización, en la perspectiva del cenit del petróleo y la consiguiente escasez de energía (Ballenilla et al. 2005a). La razón de que la prefiera frente a otras alternativas es por su urgencia, por las graves consecuencias que tendrá, porque es inminente, y porque, paradójicamente, es prácticamente desconocida para la mayoría de las personas.

Uno de los principios normativos de cualquier buena docencia es que, lo que se pretende enseñar sea relevante y tenga sentido para los alumnos/as. Realmente hay muchos temas que lo son, y lo que es o no relevante depende

también de los estudios de que se trate y de los alumnos/as que se tengan. Pero hay algunos temas que tienen una relevancia más general, y este es uno de ellos (Ballenilla et al. 2005b). Por otra parte, aunque los efectos que más me preocupan van a tener un carácter social, para comprender el problema de una forma cabal, hay que abordarlo, en sus conceptos básicos, desde las ciencias: la Geología (cómo se origina el petróleo, cómo se forman los yacimientos, cómo se extrae...), Física (primer y segundo principio de la termodinámica, energía y trabajo, unidades...) y Química (qué es el petróleo, sus derivados, reacciones de oxidación, el CO₂...), Biología (fotosíntesis, biomasa, alimento, pirámides tróficas, capacidad de carga de un ecosistema...).

Además se trata de un tema tremendamente actual, debido a la meteórica subida de precios en los últimos años (figura 8).

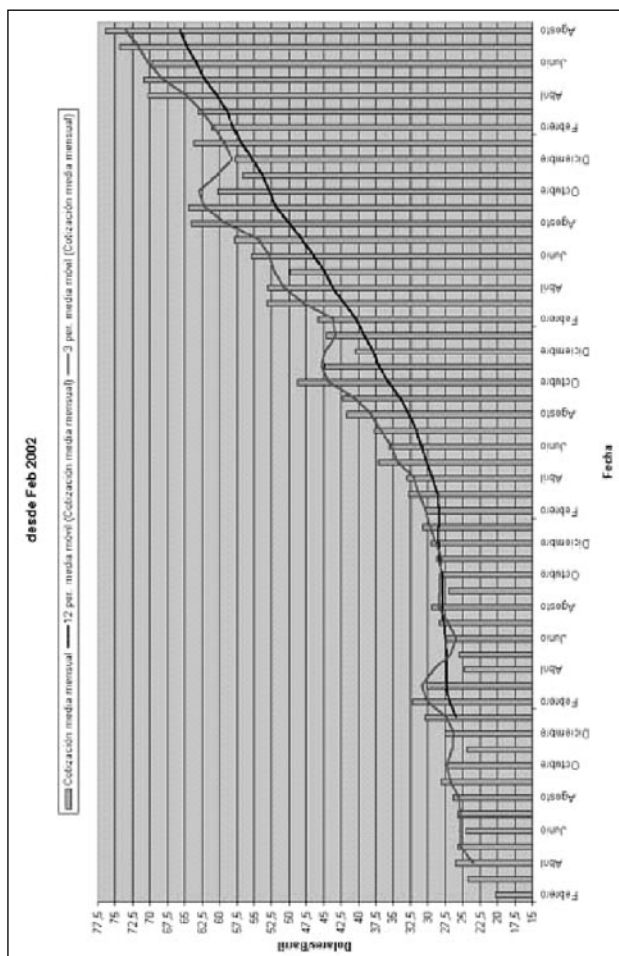


Figura 8

4.1. Desarrollo de las sesiones

La ejemplificación se desarrolló durante siete sesiones, de la 12 a la 18, y la actividad con la que comenzó fue un ejercicio de prospectiva en el que tenían que indicar cómo imaginaban que sería la sociedad dentro de 50 años (cómo será la alimentación, el trabajo, la disponibilidad de energía y bienes *per capita*, su distribución y uso, la información, el transporte, las ciudades) y la de elaborar un listado de las actividades que cada uno realizaba desde que se despertaba.

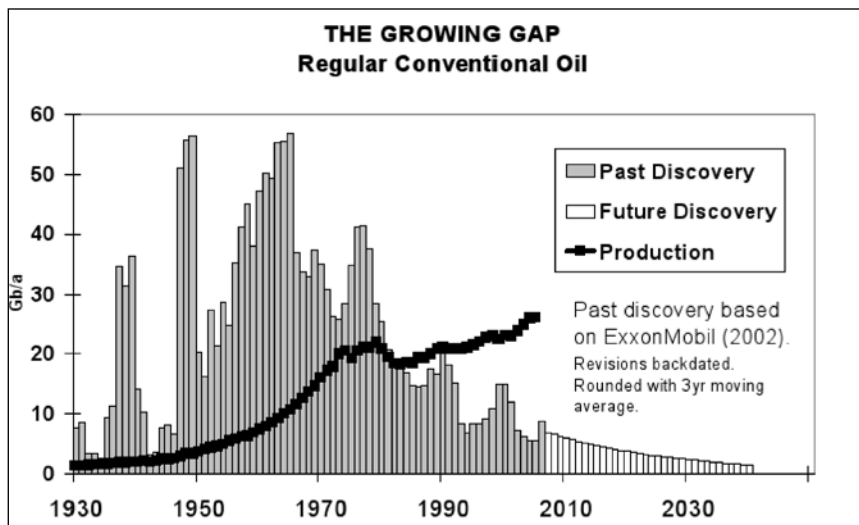
Este era el tipo de listado, más o menos pormenorizado, que producían:

“Enciendo la luz, me ducho, me visto, desayuno, me lavo los dientes y la cara, me peino, me preparo el almuerzo, me voy a trabajar, doy clases en el colegio de 9 a 15, me voy a casa, preparo la comida...” (sesión 12, grupo 6).

A continuación trabajaban algunas cuestiones sobre una gráfica de descubrimientos y de producción petrolífera (figura 9) para familiarizarse con los datos y las unidades utilizadas.

“Tras la realización de esta primera actividad, el profesor nos entrega una segunda fotocopia sobre la producción de petróleo y nos da el dato de que en el año 2005 la producción en millones de barriles por día es de 84.000.000, para que averigüemos la producción en gigabarriles al año y coloquemos el dato en el gráfico. El resultado es de 30,6 Gb. Al colocar este dato en el gráfico observamos una pronunciada subida en el consumo entre los años 2000 y 2005”.

Por otro lado, en el segundo gráfico aparecen datos sobre cómo se va encontrando el petróleo y se puede comprobar que este valor desciende bastante entre los años 2000 al 2005 y la previsión hasta el 2050 es prácticamente llegar a cero. Deducimos que aunque el consumo sube de manera alarmante, el abastecimiento se ha hecho durante estos últimos años debido a las reservas de otros años en los que se ha encontrado muchísimo petróleo y el consumo ha sido menor” (sesión 12, grupo 7)



En la *sesión trece* les propongo averiguar cuando nos quedaremos sin petróleo. Para ello deben recortar las reservas encontradas y no consumidas, y apilarlas sobre el petróleo extraído y el que es probable que encontremos (barras de color blanco en la gráfica).

“El profesor empieza la clase con una reflexión, recordando la actividad del último día, sobre el origen del petróleo y su consumo a lo largo de los años: ¿será suficiente el petróleo que se crea para abastecer todo el consumo?”

Seguidamente, explica las tareas que hay que realizar en grupo:

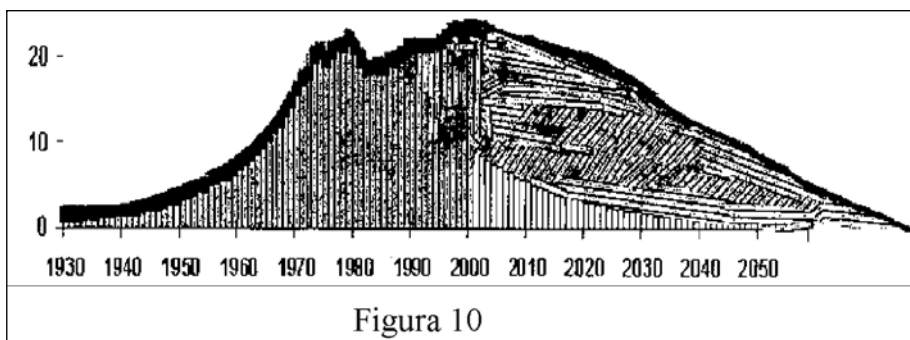
- 1. Teniendo en cuenta que se consume más petróleo del que se descubre, elaboraremos una gráfica, cortando y pegando la que el profesor nos da como plantilla, para averiguar hasta qué año tenemos garantizado el consumo de petróleo.*
- 2. Tras analizar un documento entregado por el profesor ¿Cuánto durarán las reservas de petróleo existentes?*
- 3. Conociendo el crecimiento económico de los países desarrollados y su relación con el consumo de petróleo ¿cuánto petróleo necesitaremos en 2015, 2025, 2035, etc.? Tendremos en cuenta una tasa de crecimiento anual del 2%.*

Empezamos a trabajar por grupos. Repartimos las tareas entre los componentes del grupo, para después ponerlas en común y poder terminar el resto de actividades, ya que están interrelacionadas.

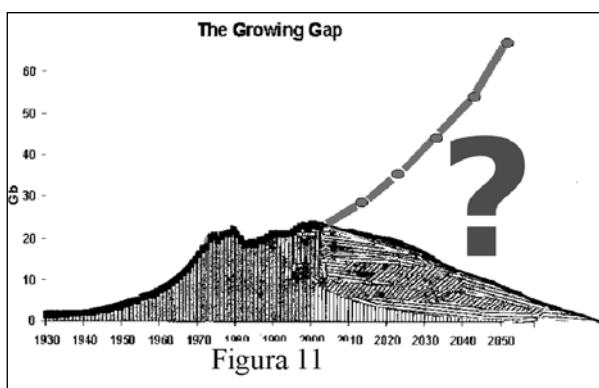
A continuación, el profesor recoge las gráficas que hemos elaborado para hacer la puesta en común y analizar los resultados.

Cada grupo ha solucionado el problema de las reservas de petróleo de una manera diferente, aunque, de manera general, podemos concluir que en un periodo de tiempo no muy lejano las reservas de petróleo se terminarán, por lo que antes debemos cambiar nuestro modo de vida para reducir el consumo" (sesión 13, grupo 2).

La figura 10 es una de las gráficas que elaboraron.



Cuando a dicha gráfica añadían los datos del petróleo necesario, suponiendo un crecimiento anual de su consumo de un 2%, que es el que se ha dado históricamente en promedio, quedaba claramente de manifiesto para los alumnos/as el inminente problema a que nos enfrentamos cuando la producción no pueda cubrir la demanda (figura 11). El problema no se dará cuándo se acabe el petróleo, cosa que nunca ocurrirá, ya que cuando gastemos más barriles de energía en extraerlo que los barriles que obtengamos con su extracción, se dejará de extraer, y aún quedará mucho.



“Una vez que cada grupo ha confeccionado su plantilla, la visión futura acerca de la producción petrolífera, el profesor realiza la presentación de cada uno de ellas haciendo las apreciaciones que cada modelo ha definido. Se observa cómo cada grupo ha planteado la producción referida al consumo de una forma muy diferente. Unos grupos creen que la producción debe seguir el ritmo del consumo por lo que en 2040 no tendríamos nada de petróleo. Otros plantean una producción más sostenida que llegara para abastecer hasta 2050 pero sin atender a toda la necesidad de consumo. Nuestro grupo ha abogado por una producción sostenida para intentar alcanza el 2050.

Acabada la presentación se pasa a una de las propuestas planteadas en la sesión anterior: “las cosas que hacemos al levantarnos”. Comienza una compañera exponiendo sus rutinas y a la vez que las expone, el profesor la sitúa en el 2050 para que veamos que habrá actividades que ahora entendemos como normales que en esa época quizá no podemos realizar debido a la escasez o nula existencia de petróleo, el cual es indispensable en la mayor parte de nuestras rutinas.

(...) Esta actividad nos ha servido para darnos cuenta de la gran diferencia entre lo que hay y se prevé encontrar y la necesidad real de petróleo. El panorama futuro de reservas petrolíferas se plantea un poco desolador y eso nos ha dejado muy consternados.” (sesión 13, grupo 5).

“Las conclusiones obtenidas al comparar los datos que refleja el diagrama de consumo y la tabla de producción, es que aproximadamente en el año 2050 existirá una reserva de 10 Gb por año, y sin embargo, se necesitará una producción de 80,75 Gb al año.

(...) Retomamos la tabla de las acciones que realizamos normalmente durante un día. El profesor pide un voluntario que quiera exponer su listado, y lo va analizando paso a paso, desde el punto de vista del año 2055, en función de las reservas de energía se estima que habrá.

Vemos que para casi todas las acciones del día, el petróleo tiene mucho que ver, la energía eléctrica, el despertador que nos despierta por las mañanas, el agua caliente con la que nos duchamos, el cultivo de algunas frutas que consumimos, la luz que encendemos en casa, el plástico de las persianas, de las suelas de las zapatillas, etc...

La conclusión subyacente es que es sorprendente que todas estas valoraciones no las hagan públicas los medios de comunicación, probablemente por intereses políticos y económicos.

(...)Nos hemos sentido progresivamente pesimistas a medida que

íbamos avanzando las actividades de hoy. Aunque se trata de un sentimiento negativo, comete una función positiva, pues nos hace reflexionar comprometidamente sobre la responsabilidad o no de nuestro consumo diario de energía” (sesión 13, grupo 1).

La sesión 14 consistió en una clase magistral (la única del curso) en la que me apoyé en una presentación que realicé con *OpenOffice.org* para la “Primera Jornada sobre Crisis Energética, Sostenibilidad y Energías Renovables”, realizada en Rosalejo en el 2004 (la presentación se puede ver en www.ua.es/personal/fernando.ballenilla/Preocupacion/Agricultura_poblacion_energia_Rosalejo.swf). Invité a la sesión a mis alumnos/as de instituto de 2º de Bachiller de la asignatura de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente, para los que también fue mi primera clase magistral.

“Entra el profesor y reparte unas fotocopias del periódico. A continuación damos la bienvenida a sus alumnos. Explica el tema que va a tratar, que es “Agricultura, población y geopolítica de la Energía”. Con las diapositivas hechas mediante Linux va explicando el tema.

Trata los consumidores y productores de energía. Se hace un repaso a la historia del hombre observando el crecimiento de la población. Hay ciertos hitos que se caracterizan como importantes para el crecimiento de la población, como por ejemplo, uso del fuego, invención de la agricultura, comienzo de la utilización de la energía fósil.

Analiza la evolución del hombre a través de las distintas etapas de la historia.

Comparamos el rendimiento energético de seis tipos de agricultura. Cuando el profesor nos pregunta cual creemos que es la más rentable erramos la mayoría de a clase.

Según la investigación la agricultura más eficiente es la tradicional China, siendo las menos eficientes las de España y EEUU (energéticamente, ya que la agricultura moderna tiene un gran aporte externo de energía: combustibles, abonos, pesticidas, etc.).

Llegamos a la conclusión de que sin petróleo el desarrollo se estancará y no habrá producción de alimentos.

El siguiente aspecto es saber cuanto petróleo queda realmente. Observamos los datos de las petroleras, de la ASPO y de los gobiernos.

Analizamos el presente y nos muestra que lo que esta pasando ahora es una subida mantenida del petróleo.

La causa es que estamos consumiendo más petróleo del que realmente producimos.

Odum plantea que nuestra economía depende del petróleo, y por ello plantea que habrá una disminución en la población.

Llegamos a la conclusión de que la solución al problema que nos viene encima es decrecer el consumo.

(...)Nos encontramos motivados en esta sesión puesto que en esta asignatura no hemos presenciado ninguna clase magistral. (...) Nos ha parecido una clase muy productiva e interesante puesto que se trabajan con datos reales y muy diversos.

De alguna manera la información recibida está tarde conseguirá concienciar a muchos de nosotros, más que el total de las campañas ecológicas publicitarias vistas a lo largo de nuestras vidas” (sesión 14, grupo 3).

“La sesión de hoy es totalmente atípica, ya que vamos a ser espectadores de una sesión magistral por parte del profesor sobre el petróleo y todo su contexto. La temática es muy interesante y Fernando consigue atrapar nuestra atención de una manera excepcional. Estamos totalmente involucrados e identificando con las cosas que está diciendo. Lo que al principio podría parecer una sesión aburrida, está siendo una sesión de lo más agradable, enriquecedora y de aprendizaje.

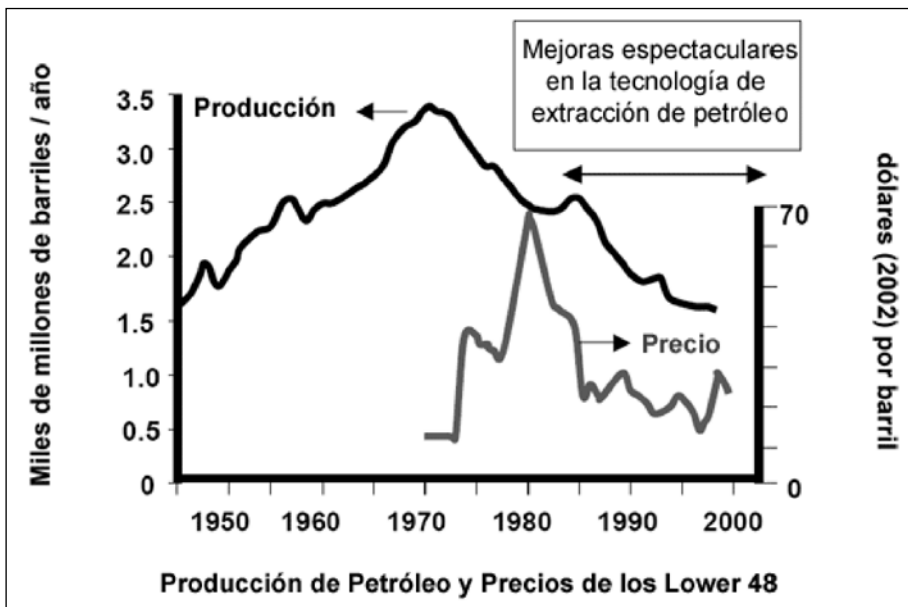


Figura 12: Peaking of world oil production-Impacts Mitigation & Risk Management. Robert L. Hirsch Febr 2005 pp17.

Una de las cuestiones que también nos ha llamado la atención ha sido la visita de unos alumnos de 2º de BACH de Fernando a nuestra clase. Este hecho hace que la sesión de hoy sea más atípica aún, si cabe. La clase está llena y la compañía de los alumnos de instituto hace que haya un ambiente muy peculiar y agradable de trabajo” (sesión 14, grupo 5).

En la clase magistral los alumnos/as recibieron una avalancha de información, de la que destacaría la hipótesis sobre el *Peak Oil* de M. King Hubbert, un geofísico empleado por la Shell, que le contrató para estudiar sus pozos y hacer predicciones de explotación. Hubbert se dio cuenta de que las explotaciones de los pozos seguían una pauta concreta. Tras un pausado comienzo se ponían a producir (léase extraer) exponencialmente hasta que llegaba un momento en que cesaba ese progreso exponencial, y a partir de ahí la producción disminuía a mismo ritmo que en la subida hasta que se agotaba el pozo.

Más adelante vio que se podía aplicar esa misma pauta al conjunto de campos de su compañía, y en 1956 vaticinó en la revista *Science* que la producción de EEUU alcanzaría su zenit en 1970 declinando después rápidamente. Naturalmente le trataron de lunático hasta que a principios de la década de los '70 la producción se comportó como el había previsto (figura 12). Hay que destacar que el zenit de producción petrolífera de EEUU coincidió con la guerra árabe-israelí del Yom Kippur (que provocó un embargo petrolero por parte de los países árabes a occidente, que se había alineado con Israel) y que en el 79 se cerró el estrecho de Ormuz (por el que sale el 40% del petróleo que se consume en el mundo) debido a la revolución Iraní, que derrocó al régimen pro occidental del Sha. Ambas circunstancias dieron como resultado un incremento astronómico de los precios del petróleo, que estimuló enormemente las inversiones en desarrollo tecnológico y prospecciones. Sin embargo no se consiguió evitar el progresivo agotamiento del petróleo en EEUU y que en la actualidad tenga que importar cerca del 60% (y entre el 80 y 90% de aquí a diez años). A partir de entonces, a Hubbert se le empezó a considerar en su país, e incluso fue asesor energético del gobierno de EEUU algunos años (Ballenilla, 2004).

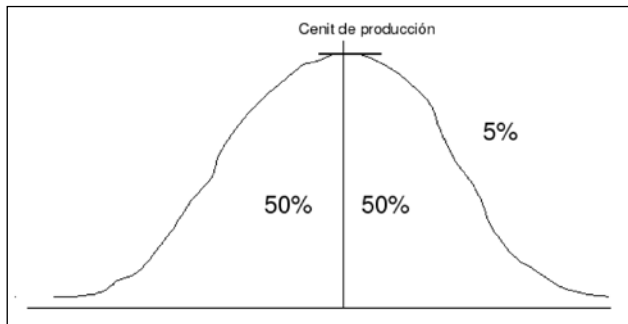


Figura 13 (sesion16, grupo 8)

“Este geólogo estadounidense concluyó que la historia de la extracción del petróleo se ajusta a una curva en forma de campana, cuyo punto de inflexión coincide aproximadamente con el momento en que la mitad del crudo recuperable ha sido ya extraído. La forma de dicha campana puede verse alterada por factores como la política, economía, avances científicos, etc.

De esta manera predijo en punto de inflexión de EEUU en 1970, y así sucedió. Esta campana se puede extrapolar a la producción mundial, aunque debido a la falsedad de datos de las reservas, hay incertidumbre en su cálculo” (sesión 16, grupo 8).

También recibieron noticia de la actualización de ASPO (Association for the Study of Peak Oil and Gas), aplicando la metodología de Hubbert a los últimos datos conocidos sobre reservas, que plantea el zenit conjunto de petróleo y gas para el 2010 (Figura 14).

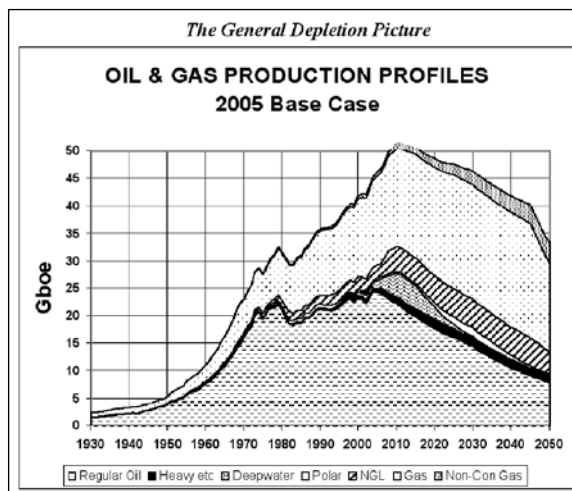
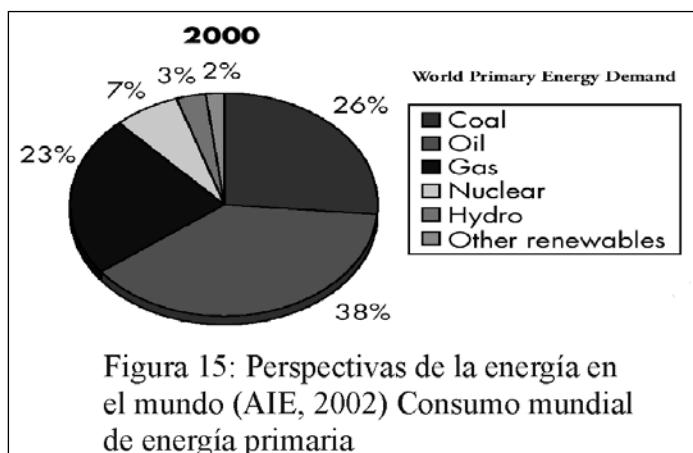


Figura 14

Y es que, desde el zenit de EEUU (que fue el primer país en extraer y utilizar petróleo), se han ido sucediendo los picos de producción uno detrás de otro. De los 45 mayores productores, entre 18 y 25 países lo han pasado ya (Indonesia, Egipto, Gabón, Gran Bretaña, Noruega, México).

Para hacernos una idea de lo que puede suponer el pico de producción petrolífera solo hay que recordar que el cierre temporal unos meses del estrecho de Ormuz, después del derrocamiento del Sha, supuso una pequeña diferencia (del orden de un 5%) entre el petróleo disponible y su demanda, y que esa diferencia ocasionó casi un lustro de recesión económica mundial, conocida como *estanflación*.



Una vez sobrepasado el zenit, el desfase entre la demanda y la producción no será algo coyuntural, ya que la producción caerá un año tras otro. No es difícil imaginar las demoledoras consecuencias que tendrá esta situación en la actual civilización, porque estamos hablando de la aportación mayoritaria a la energía primaria que se consume en el mundo (figura 15).

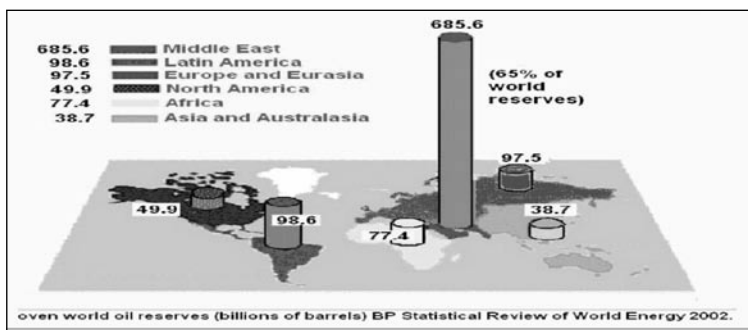


Figura 16

Si además tomamos en consideración dónde se encuentran la mayor parte de esas reservas (figura 16) y que EEUU, con menos del 5% de la población mundial, consume más del 25% de la energía primaria mundial, podemos entender los verdaderos objetivos de la *guerra contra el terrorismo* que se está desarrollando en oriente medio, y la más que probable invasión de Irán, la segunda reserva petrolífera después de Arabia Saudí.

“Uno de los aspectos que más nos ha marcado ha sido la total dependencia que hoy en día tenemos sobre el petróleo, ya que él está presente en todas las actividades y necesidades que realizamos en nuestras vidas. El problema que se plantea (...) es hasta cuándo quedarán reservas petrolíferas.

(...) Sea como sea, se consume más petróleo del que se produce y ello tendrá un límite y unas dramáticas consecuencias. Fernando nos explica que el fondo verdadero de la gran mayoría de guerras que estamos viviendo en el Planeta son las causadas por la adquisición de fuentes petrolíferas y con todo lo relacionado a ello.

La pregunta que nos hacemos, obviamente, (...) es: ¿Se puede funcionar sin petróleo y además sobrevivir? Seguiremos trabajando y estudiando para saber realmente qué es lo que nos depara el futuro” (sesión 14, grupo 5).

Otra información relevante fue señalar la tremenda dependencia del petróleo y gas que tiene la agricultura moderna, esta cita de Jorge Riechmann (2000) da cuenta de la gravedad del problema:

“Mientras que la agricultura intensiva tradicional china llegaba a alcanzar rendimientos de 50 a 1 (vale decir, con una caloría de energía externa distinta a la solar se llegaban a obtener 50 calorías de alimento) y la tradicional agricultura cerealista castellana de 20 a 1, la agricultura industrial española actual sólo alcanza en promedio 0’8 a 1: es decir, su balance energético es negativo (Alonso, 1995). Sin embargo todavía no llega a los irracionales rendimientos del sistema agroalimentario estadounidense, que funciona con rendimientos 1:10 en promedio -para poner una caloría sobre la mesa se invierten diez calorías petrolíferas- (Banney, G. et al. 2000). Y en el cultivo de verduras de invernadero durante el invierno llegan a alcanzarse valores tan disparatados como 1:575 (Lünzer, 1979.)”

Es decir, ni dos milésimas de caloría de alimento por caloría invertida. Que los coches se queden sin combustible por la escasez de petróleo, es una nimiedad comparada con la gravedad del problema alimentario que se originará. Riechmann concluye:

“Durante milenios, la agricultura y ganadería fueron eficientes sistemas de captación de energía solar; pero hoy se basan esencialmente en los recursos del subsuelo. Cuando consumimos productos agrícolas o carne, la mayoría de la energía bioquímica que ingerimos no precede del sol, sino del petróleo (que es un recurso escaso y no renovable). Esto plantea graves interrogantes sobre la eficiencia y la viabilidad de nuestros actuales sistemas agropecuarios industriales. Podemos permitirnos un contrasentido semejante durante unas pocas generaciones, pero no más. Comer del sol puede ser ecológicamente sustentable; comer del petróleo no lo es en ningún caso” (Riechmann, Jorge. 2000)

En la siguiente sesión (la quince), el problema que les propuse fue valorar hasta que punto, las energías alternativas podían sustituir a los combustibles fósiles, en el plazo marcado por el zenit de producción de petróleo y gas, cubriendo el nivel de aportación de estos a la energía primaria mundial. Para esto les suministré documentos sobre las distintas alternativas energéticas (nuclear, eólica, fotovoltaica, termosolar, biomasa, biocombustibles). La sesión terminó con un vídeo de unos 15 minutos de Edgar Ocampo, que se puede ver en www.crisisenergetica.org

“La primera actividad propuesta por el profesor es que trabajemos de forma autónoma, nos pide que nos leamos los documentos mencionados en el apartado anterior y los analicemos con el fin de realizar una pequeña exposición por grupo. Dicha exposición hace referencia a las diferentes fuentes de energía alternativas. A nuestro grupo le ha tocado la energía solar y fotovoltaica.

El grupo para realizar el trabajo ha empezado repartiéndose el material a trabajar, con el fin de analizarlo de forma individual para después realizar una puesta en común. El grupo ha decidido realizar la exposición a través de una presentación por ordenador (...).

La actividad que a continuación hemos realizado es el visionado de un vídeo que trata sobre el petróleo y su problemática (temática que hemos estado trabajando estas últimas sesiones). El vídeo se titula “Crisis energética global” (la humanidad ante el agotamiento de las reservas de petróleo).” (Sesión 15 grupo 4).

“El profesor reparte fotocopias y recuerda lo explicado en la sesión anterior. Se propone el trabajo de analizar una energía renovable y reflexionar sobre ello, en nuestro caso la solar-térmica. La pregunta que se nos plantea es si estos tipos de energía son una alternativa.

Por último y para concluir la clase, se proyecta un vídeo (...) que versa sobre la crisis energética global a la que nos dirigimos.

(...) Nos sentimos motivados por lo interesante que resulta el conocimiento de los aspectos relacionados con la temática. Nos está haciendo reflexionar sobre esta problemática.

Pensamos que es un tema interesante del que todos necesitamos saber y ser educados con el fin de promover un cambio en nuestra sociedad de consumo desmesurado y contaminación incontrolada” (sesión 15, grupo 2).

Durante parte de la sesión 16 se siguió trabajando, cada grupo sobre la alternativa energética que le había correspondido, pero al final de la sesión ya cuatro grupos pudieron presentar los resultados de su trabajo. Unos lo hicieron utilizando el retroproyector como en sesiones anteriores, pero otros grupos utilizaron presentaciones de ordenador.

“De esta clase destacamos el uso de los medios, sin los que sería casi imposible dar la clase, tanto los tradicionales (la pizarra) como las nuevas tecnologías, aunque a veces nos hacen perder algo de tiempo los imprevistos con los ordenadores. Combinamos debate, exposiciones, información expuesta por el profesor, etc.

Cada vez tenemos más datos y vemos más clara la realidad, aunque nos cuesta creer los cambios que nos sobrevienen dado el tren de vida que llevamos actualmente. A pesar de toda la información que se nos aporta, de la cual no dudamos, nos es difícil imaginar hasta qué punto llegaremos sin energía en el mundo occidental. La información expuesta por los compañeros es muy interesante y el debate muy productivo” (sesión 16, grupo 1).

“Sesión 17”

Descripción fenomenológica:

El profesor entra en el aula y nos reparte unas fotocopias sobre el tema que estamos tratando, el petróleo y sus alternativas.

A continuación el resto de grupos a los que no les dio tiempo a exponer en la sesión anterior comienzan su exposición con su correspondiente vía alternativa a la utilización del petróleo como fuente de energía. Cada uno de los grupos va exponiendo las ventajas y desventajas de cada una de las energías alternativas.

El primer grupo que expone (grupo 5) expone las ideas que han obtenido respecto a la energía eólica, llegando a la conclusión de que por sí

misma no es una energía alternativa viable para el modelo de consumo actual, pero sí podría serlo como complemento.

Seguidamente el grupo 6, que ha trabajado el mismo tipo de energía nos comenta que ha llegado a las mismas conclusiones.

En este punto, Fernando nos da su punto de vista, afirmando que la energía eólica sí que puede ser una posible vía alternativa, estableciendo aquí un pequeño debate entre todos sobre dicho tema. Añade, sin embargo, que no es solución para el modelo de sociedad en qué vivimos, y que esta sociedad del consumos a su parecer, cambiará solo cuando se termine el petróleo.

El grupo 8 nos habla del Etanol y Bioetanol como alternativas, nos explica que es cada una de estas energías y como se crean. Llegan a la conclusión de que no es una alternativa viable.

A continuación el grupo 7 nos habla de la biomasa, explicándonos en qué consiste y sus ventajas, inconvenientes y problemas actuales al respecto, como los que están sucediendo hoy en día con problemas por el precio del maíz. Este grupo concluye hablando de que es necesario invertir en I+D+I para avanzar, y que gracias a esto puede que muchas de estas energías de las que hemos ido hablando lleguen a ser verdaderamente viables. Y tras esta intervención se genera un pequeño debate.

El profesor nos comenta que vamos a hacer en la próxima sesión. Y, que tenía pensado poner un documental pero que la duración es mayor que el tiempo que resta de esta sesión. Finalmente, decidimos que el miércoles nos dará la dirección en la que se encuentra este documental. Firmamos y finaliza la sesión.

Descripción metodológica:

La sesión de hoy ha continuado con la metodología utilizada a lo largo del curso.

Han sido exposiciones de los alumnos sobre las diferentes vías alternativas al petróleo. En algunas de ellas los alumnos se ayudan del ordenador (...) para hacer sus exposiciones.

Durante la sesión, entre exposición y exposición surgen algunos debates entre los miembros de clase a partir de las opiniones sobre estos temas.

Con esta metodología estamos trabajando diferentes temas simultáneamente, aunque no todos los trabajemos a fondo. Se trata de un apren-

dizaje cooperativo en el que cada grupo trabaja un tema, y después se pone en común con el resto de compañeros.

Los recursos utilizados en esta sesión, al igual que en las otras son:

- *Fotocopias sobre el tema*
- *Portátiles (los alumnos, para realizar las exposiciones)*

Descripción afectiva:

Durante esta sesión nos hemos sentido un poco decepcionados puesto que las conclusiones a las que hemos ido llegando todos los grupos hablamos de una situación insostenible y que necesitaremos rápidamente crear nuevas alternativas, puesto que todas las que ahora mismo se plantean como alternativa, tras estos análisis, comprobamos que realmente no lo son. Además, ninguna de las que sí podría ser alternativa permite mantener el modelo de sociedad de consumo que hoy día tenemos.

En estas sesiones hemos ido adquiriendo cada vez más consciencia de algo que todos ya sabemos, pero gracias estos análisis, exposiciones y debates a todos nos queda como algo más presente” (sesión 17, grupo 3).

“Sesión 18”

Descripción fenomenológica

La clase empieza con poca asistencia de alumnos. El profesor adelanta los contenidos de la sesión de hoy, que será la última del curso. En primer lugar veremos el documental “Aritmética, población y energía” (del Dr. Albert Bartlett, traducido y adaptado por Gabriel Tovar, se puede ver en www.crisisenergetica.org), en segundo lugar llevaremos a cabo la evaluación de la última parte de la asignatura (la ejemplificación sobre la problemática del petróleo) y, en tercer y último lugar, el profesor nos dará las instrucciones para entregar el trabajo final de la asignatura.

Tras ver el documental, volvemos a constatar que estamos ante una crisis energética muy grave. Según los cálculos realizados y basándonos en los datos más optimistas, queda petróleo, gas y carbón para unos 45 años (utilizando el petróleo para sustituir al gas natural cuando se agote y el carbón para sustituir a su vez al petróleo), siempre que continuemos con un crecimiento anual similar al que hay ahora. Por lo tanto, no existe el crecimiento sostenible, puesto que los recursos son finitos. En realidad hablamos de un crecimiento exponencial contra un recurso finito, algo

que, evidentemente, no puede durar mucho tiempo. En conclusión, lo que la humanidad debe hacer es ser consciente de estos hechos y dejar de usar cualquier recurso a niveles que lo hagan agotable.

Una vez finalizado el documental, el profesor proyecta una presentación de diapositivas que ha elaborado con un resumen y conclusión de lo trabajado en las dos últimas sesiones, las energías renovables. La conclusión de la charla es, utilizando una metáfora del profesor: "Pilotemos bien y... feliz aterrizaje", es decir, debemos concienciarnos y estudiar bien todas las posibilidades para escoger un tipo de energía u otro, siempre intentando respetar el medio ambiente y la vida.

A continuación, el profesor reparte un cuestionario con diversas afirmaciones para que, cada uno individualmente, señalemos si son verdaderas o falsas, repasando los contenidos trabajados. La finalidad es realizar una evaluación individual de lo trabajado en las últimas sesiones. También volvemos a rellenar el impreso que ya trabajamos en la sesión 12 del día 22 de enero de 2007 para comprobar cómo han cambiado nuestros pensamientos sobre cómo será el futuro, tras tratar en clase la grave problemática de la crisis energética.

El profesor reparte una plantilla para que cada grupo la rellenemos plasmando las acciones que podemos llevar a cabo a corto, medio y largo plazo para reducir las consecuencias de la crisis energética. Se crea un debate interno dentro del grupo para proponer diferentes alternativas.

A medida que terminamos, el profesor nos reparte las instrucciones para elaborar el diario y entregarlo.

- Descripción metodológica

Como en otras ocasiones, se han utilizado una metodología que combina la exposición oral del profesor, además del visionado de un vídeo, con el trabajo individual y el trabajo en grupo.

Para la exposición, el profesor ha utilizado un apoyo audiovisual, como es la presentación de diapositivas, además del vídeo documental, realizado también a través de diapositivas. Seguidamente, el trabajo individual ha consistido en la cumplimentación de un cuestionario y la revisión y actualización de una tarea ya realizada en una sesión anterior. Ambas cosas han servido para hacernos reflexionar sobre todo lo trabajado en las últimas sesiones. Por último, un pequeño trabajo en grupo nos ha permitido crear un debate dentro del grupo y aportar las ideas de cada uno.

Descripción afectiva

Hoy ha sido una clase especial, por ser la última de la asignatura. Hemos tenido sentimientos confrontados: por un lado nos sentimos muy contentos y aliviados por haber terminado las clases, ya que ha sido un cuatrimestre muy largo y cargado de trabajo.

Por otro lado, hemos sentido cierta preocupación y tristeza por tres motivos: en primer lugar tras el visionado del documental, puesto que nos hemos concienciado bastante del grave problema al que nos dirigimos, debido principalmente a la acción humana, y que vemos difícil de controlar, de momento. En segundo lugar, nos hemos sentido tristes también por el fin de la asignatura, ya que hemos estado muy a gusto en clase con esta metodología, que no habíamos trabajado antes. Especialmente nos ha gustado esta última parte, desde el día 22 de enero, puesto que podemos observar cómo realmente hemos aprendido y nos hemos concienciado de algo que ya hace tiempo ronda nuestras vidas y que las cambiará por completo en un breve plazo. El tercer motivo de tristeza es que debemos despedirnos de algunos compañeros, por no coincidir en otras asignaturas, a los que ha sido un honor conocer y todo un placer trabajar juntos” (sesión 18, grupo 2).

Para evaluar los resultados de la ejemplificación, aparte de sus comentarios en el diario, les pasé un cuestionario de proposiciones que contestaron 38 alumnos/as, y reflejó que la mayoría de ellos conocían datos, hechos y conceptos específicos de esta problemática y que antes desconocían, en la figura 17 están reflejadas sus respuestas.

La última tarea en grupo que les propuse fue el relleno de una matriz (figura 17) con las posibles medidas a tomar para afrontar la situación. Como muestra de ese trabajo, estas son las medidas que, como profesores/as, pensaban que se debían adoptar ya:

- Informar sobre los recursos y su futuro
- Investigar nuevas formas y materiales sostenibles para educación
- Inculcar, incentivar valores de ahorro, reciclaje, y la reutilización en vez de tirar
- Cuidado del medio ambiente.
- Informar, formar y sensibilizar a nuestros alumnos y sus familias a los profesores del centro y otros profesionales
- Desarrollar actitudes de colaboración con el problema energético
- Información y análisis y situación en la que nos encontramos a través de la investigación en el aula

Figura 18: Medidas a tomar		Plazo de tiempo		
		Corto	Medio	Largo
Acciones a desarrollar	Como profesor/a			
	Como ciudadano/a			
	Locales			
	Estatales			
	Internacionales			

También volvieron a realizar el ejercicio individual de prospectiva en el que pudieron comparar lo que pensaban al comenzar esta secuencia didáctica y después. Las comparaciones se hicieron en 30 casos, ya que no todos disponían en ese momento de su hipótesis de prospección inicial. En general en la prospectiva que elaboraron al principio, su visión tendía a imaginar un futuro más tecnológico, más urbano y más separado de la naturaleza, sirva como ejemplo lo que pensaban de cómo sería la alimentación al iniciar la secuencia:

“Poco natural, industrializada, procesada, envasada, sintética, gran cantidad de conservantes, transgénica, precocinada, rápida y que no ensucie, encapsulada con nutrientes esenciales, poca variedad, deshidratada, saborizada, desnaturalizada, abundante en cantidad pero escasa en calidad, congelada...”

En ningún caso se presupone una seria escasez de alimentos dentro de 50 años, sólo una alumna la señala en los países pobres, y no por auténtica escasez, sino por mala distribución (como ocurre actualmente). Sin embargo al terminar la secuencia la visión para 21 de los 30 alumnos ha cambiado radicalmente:

“Grandes hambrunas, dificultad para hacer llegar los alimentos a los usuarios, sólo habrá nutrientes esenciales, escasa, poca calidad, poca variedad, no habrá alimentos suficientes, muy afectada y limitada, solo comerán los que puedan cultivar su propio huerto y un pequeño porcentaje de ricos, productos naturales del campo, escasos, podremos comer lo que cada grupo o unidad familiar seamos capaces de producir, bien escaso y muy regulado, de poca calidad, existirá mucha carencia de alimentos ya que el planeta no tendrá recursos suficientes para alimentar a

millones de personas, el que tenga un terrenito comerá a diario y el resto tal vez encuentre dificultades para sobrevivir, escasa ya que utilizaremos ciertas fuentes de alimentos para la producción de energía, tendremos dificultades para la producción de comida y la recolección de alimentos, no habrá alimentación tal y como la conocemos hoy, mucha hambre, limitada, solo alimentos necesarios, no caprichos...”

En lo que se refiere a la energía, y a pesar de la subida continuada de precios desde el año 2002, sólo 13 alumnos/as plantean algún problema de escasez para el 2050 en su prospectiva inicial, sin embargo, la totalidad de las contestaciones al final de la secuencia señalan que habrá serios problemas de escasez, carencia o racionamiento.

En general estos tres instrumentos de evaluación confirman lo que ya ponía de manifiesto sus diarios de grupo, que los datos manejados, y el trabajo realizado durante la ejemplificación, había provocado un aprendizaje muy sentido en relación con el zenit del petróleo y la sostenibilidad.

Finalizadas las clases, los alumnos/as tenían pendientes dos sesiones, para esas sesiones les propuse dos tareas, un análisis metodológico y una evaluación.

Para realizar el análisis de la metodología utilizada durante el curso, debían partir de la información acumulada por ellos en los diarios (en la lista de correos que habíamos utilizado a lo largo de la asignatura se encontraban disponibles, para todos, los diarios de todos los grupos), la experiencia vivida por cada grupo, y la secuencia didáctica sobre la energía que, a modo de ejemplificación, acabábamos de terminar.

Se trataba de analizar y hacer explícita la metodología implícita, en la asignatura y en la ejemplificación, tomando como referente para el análisis los siguientes documentos:

- El ciclo metodológico descrito por R. Porlán en el libro “Constructivismo y Escuela” (1993)
- Rutinas alternativas coherentes con un modelo didáctico investigativo (Ballenilla et al. 1999a).
- La importancia de las rutinas alternativas para el cambio de modelo didáctico de los profesores/as (Ballenilla et al. 1999b)
- Grafos y relatos de caso, dos propuestas de materiales alternativos (Ballenilla et al. 1995b)
- Grafos de itinerarios didácticos: Una forma alternativa de presen-

tación de materiales curriculares para los profesores/as innovadores/as (Ballenilla et al. 2001)

Mientras que en la temprana sesión 5 solo dos grupos fueron capaces de realizar un diagrama de flujo de la metodología que estábamos utilizando (figura 2), en las memorias finales la mayoría de los grupos reflejaron esta adecuadamente en varios diagramas, la figura 19 es un buen ejemplo de estos. Se trata de un diagrama inspirado en el ciclo metodológico descrito por R. Porlán en el documento que les recomendé. Es de destacar que este y los demás diagramas no fueron fruto de un trabajo explícito sobre metodología, sino que fueron deducidos de la propia práctica vivida en el aula.

Otra tarea que les encargué fue realizar una evaluación del curso con dos enfoques, por una parte, utilizando los criterios profesionales de la red IRES, que se encuentran en su sitio web como manifiesto (www.redires.net), y por otra, una evaluación libre y personal de cada grupo.

Estos son dos ejemplos de evaluaciones, que en general fueron muy positivas:

“Esta asignatura sencillamente nos ha resultado distinta, distinta a otras muchas materias que hemos abordado en nuestra vida como estudiantes universitarios. En un principio te resulta algo incomodo la exigencia de tener que asistir a todas las clases, por nuestras obligaciones fuera, por el tiempo del que disponemos... A medida que va pasando el tiempo agradezco este tipo de metodología, y piensas: ¿Por que no?, estoy aprendiendo conceptos y nuevas metodologías, participando, compartiendo con mis compañeros, incluso conociendo a gente nueva.

Al final de la asignatura, también alivia mucho el hecho de no tener un examen, el cual nos pone siempre a todos muy nerviosos, aquí no es necesaria una evaluación, hemos asistido a clase y hemos realizado entre todos las actividades mandadas, sabemos de que hablamos, entonces ¿Por qué cuestionar nuestro conocimiento en un examen?

Todo el grupo nos hemos quedado con un nuevo tipo de metodología que podemos abordar en nuestras aulas. Este tipo de enseñanza-aprendizaje lo conocíamos, llevamos mucho tiempo escuchando sobre el, pero hasta ahora no lo habíamos visto poner en práctica y mucho menos en la universidad.

No queremos dejar de opinar sobre el tema del petróleo, el cual nos ha parecido muy interesante y nos ha hecho reflexionar muchísimo. Creo que no éramos conscientes del problema de la falta de recursos energé-

ticos y ahora si que lo somos ¡Vaya si los somos!

Por último, queremos comentar que valoramos la asignatura de forma muy positiva, nos ha gustado, nos hemos sentido bien, se han respetado nuestros derechos, y desde el primer día hemos tenido muy claros nuestros deberes, lo cual también tranquiliza mucho al alumno. Se han tenido en cuenta nuestros intereses y preferencias, nuestros conocimientos previos, bueno y todo aquello que recoge una metodología distinta a lo que conocemos como método tradicional, del cual todos nos quejamos, pero no hacemos mucho por colgarle la etiqueta de obsoleto” (memoria grupo 2).

“Esta materia parecería haberse hecho eco de nuestras abundantes y acaloradas críticas a los discursos que desde el púlpito abogan por una metodología alternativa, pero que son absolutamente incapaces de implementarla. Por fin, en CC. Experimentales alguien nos demuestra que lo alternativo es posible predicando con el ejemplo. Comprobamos que el grado de compromiso que nosotras mismas alcanzamos, tanto con la asignatura en si como con los contenidos, es mucho mayor que en todas las demás materias. Estamos firmemente convencidas que si estos fueron los resultados en nosotras, lo mismo ocurrirá con los alumnos. Lo único que lamentamos es no haber dispuesto de más tiempo para poder aprender más cosas de esta manera: disfrutando” (memoria, grupo 7).

Pero también un grupo, después de dar su parecer sobre los aspectos positivos, enumera otros que a su modo de ver no lo son tanto:

“Tal y como indicamos al inicio del apartado, pensamos que algunas pautas y acciones desarrolladas en la asignatura no se ciñen a nuestras perspectivas y no son del todo “ajustables” dentro del modelo desarrollado y defendido (somos conscientes que desde la formación, experiencia y profesionalidad del profesor están justificadas). Los aspectos más significativos a los que hacemos alusión son:

- *Consideramos que los intereses de los alumnos (planteamiento básico en un modelo alternativo) son tenidos en consideración de manera parcial. En ocasiones se ofrece a elegir entre dos opciones sin que ninguna de ellas tenga excesiva significatividad para nosotros.*
- *En la línea del apartado anterior, consideramos que se dedican excesivas sesiones a profundizar sobre aspectos muy teóricos y, entre otros motivos causado por el diseño de la asignatura, se dejan fuera aspectos más prácticos que a la mayoría de nosotros nos*

- gustaría tratar.*
- *El modelo de evaluación nos parece acertado, pero nos parece excesivamente rígido el control de la asistencia.*
 - *Unido al punto anterior, pensamos que en algunas sesiones “sobra” demasiado tiempo desde que terminamos la tarea hasta que todos los grupos están en disposición de realizar la puesta en común. Baste decir que en algunas sesiones nuestro grupo ha realizado la tarea en los diez primeros minutos de la clase y ha terminado la sesión sin realizar la puesta en grupo. “Si hay que ir se va, pero...”*
 - *Finalmente pensamos que el tener que enviar las sesiones en menos de veinticuatro horas, pese a los ordenadores portátiles, en ocasiones nos ha resultado un poco agobiante.*

Para concluir, y por aquello de evitar el “efecto de recencia” (retenemos y nos quedamos con la última información que recibimos), no pretendemos hacer en ningún caso una valoración negativa de la asignatura. Consideramos que un planteamiento tan diferente de lo “habitual” dentro y fuera de la Universidad siempre es enriquecedor. Trabajar a partir del modelo alternativo (para alguno de nosotros por primera vez), como casi todo lo nuevo, resulta atractivo. Y, por último, agradecemos que en esta asignatura no se aplique aquello de “hacer lo que yo os digo, pero no hagáis lo que yo hago”, y que el profesor lleve a la práctica los principios que postula, manifiesta y defiende. Es un principio de coherencia profesional. Gracias profesor Ballenilla” (memoria, grupo 2).

5. Reflexiones finales

Suele ocurrir que el nuevo conocimiento, además de resolver viejos problemas, se caracterice por abrir nuevos interrogantes, interrogantes cómo los que señala uno de los grupos en su memoria:

“Por último, y como medio para mejorar la práctica a través de la reflexión, nos hemos planteado que la aplicación de la metodología propuesta por el profesor provoca distintas incertidumbres, las cuales hemos formulado en forma de preguntas:

- *¿Es una metodología que se puede trabajar en grupos con elementos altamente disruptivos?*
- *¿Es lo suficientemente rápida para la adquisición de todos los contenidos del currículo?*

- ¿El esfuerzo del alumno/a es motivador si no se aplica esa metodología en todas las áreas?
- ¿Tienen los alumnos/as jóvenes actuales las suficientes capacidades para organizarse en grupo tal cómo lo hemos hecho adultos ya formados?
- ¿Desde el punto de vista negativista, puede provocar dispersión, relajación y por lo tanto perder eficacia?
- ¿Podemos aplicar esta metodología en alumnado que no haya adquirido el pensamiento crítico?" (memoria, grupo 5).

Proceder a investigar, resolver o sortear los problemas señalados por estos interrogantes, constituye por si solo, un excelente plan de trabajo para progresar en nuestro desarrollo profesional.

6. Referencias bibliográficas

- Alonso Ballenilla, J. (1995). *Una tierra abierta. Materiales para una historia ecológica de España*, Compañía Literaria, Madrid, p. 240-242.
- Ballenilla García de Gamarra, Fernando. (1992a). El cambio de modelo didáctico: un proceso complejo. *Investigación en la Escuela*. Vol./nº 18.
- Ballenilla, F., Benadero, A., Domenech, J. (Grupo Investigación en Secundaria). (1992b). Introducción a la diversidad de los animales. Relato de un caso. En *el currículum para la formación permanente del profesorado. Proyecto ires*. Sevilla: Díada Editoras.
- Ballenilla García de Gamarra, F. (1995a). *Enseñar investigando ¿Cómo formar profesores desde la práctica?* Sevilla: Díada Editoras.
- Ballenilla, F., Carballo, M.a., Gisbert, M.j., Marmol, O., y otros (Grupo La Illeta). (1995b): *Grafos y Relatos de Caso, dos propuestas de materiales alternativos*. En *Investigación en la Escuela*. Vol./nº 27.
- Ballenilla, F., Carballo, M.a., Gisbert, M.j., Marmol, O., y otros (Grupo La Illeta). (1999a): Rutinas Alternativas coherentes con un modelo didáctico investigativo. En *actas ii simposio: la docencia de las c. Experimentales en la e. Secundaria*. Madrid: Colegio Oficial de Biólogos.
- Ballenilla, F., Carballo, M.a., Gisbert, M.j., Marmol, O., y otros (Grupo La Illeta). (1999b). La importancia de las rutinas alternativas para el cambio de modelo didáctico de los profesores/as. En *libros de actas del ii encuentro iberoamericano de colectivos escolares que hacen investigación desde su escuela*. México D.F.: Universidad Pedagógica Nacional
- Ballenilla, F., Carballo, M.a., Gisbert, M.j., Marmol, O., y otros (Grupo La Illeta). (2001). Grafos de itinerarios didácticos: Una forma alternativa de presentación de materiales curriculares para los profesores/as innovadores/as. *Kikiriki*. Vol./nº 61 pp. 67-73. Sevilla: Movimiento Cooperativo Escuela Popular.
- Ballenilla García De Gamarra, F. (2003). *El practicum en la formación inicial del profesorado de ciencias de enseñanza secundaria*. Tesis Doctoral, Vol I. Edt. Liberlibro.

- Ballenilla, f. (2004). Crisis energética. El fin del petróleo barato. *El Ecologista*. nº 40
- Ballenilla, F., Carballo, M.a., Gisbert, M.j. y otros (Grupo La Illeta), (2005a). La sostenibilidad desde la perspectiva del agotamiento de los combustibles fósiles, un problema socio-ambiental relevante Investigación en la Escuela. Vol./nº 55 pp. 73-87.
- Ballenilla, F., Carballo, M.A., García, F. (2005b). La sostenibilidad desde una nueva y urgente perspectiva. IV ENCONTRO IBERO-AMERICANO de colectivos escolares y redes de profesores que hacen investigación en sus escuelas. Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Barney, Gerald et al., (1997). Informe Global 2000, citado en Ernst Ulrich von Weizsäcker, L. Hunter Lovins y Amory B. Lovins: Factor 4: duplicar el bienestar con la mitad de los recursos naturales (informe al Club de Roma). Galaxia Gutenberg/ Círculo de Lectores, Barcelona 1997, p. 103.
- García Díaz, J. E. (1999). Una Hipótesis de Progresión Sobre los Modelos de Desarrollo en Educación Ambiental. Investigación en la Escuela. Núm. 37. Pag. 15-32
- Lünzer, I. (1979). Energiefragen im Umwelt und Landbau), citado en Ernst Ulrich von Weizsäcker, L. Hunter Lovins y Amory B. Lovins: Factor 4: duplicar el bienestar con la mitad de los recursos naturales (informe al Club de Roma). Galaxia Gutenberg/ Círculo de Lectores, Barcelona 1997, p. 101.
- Porlán, R. Y Martín, J. (1991). *El diario del profesor: un recurso para la investigación en el aula*. Sevilla: Díada Editoras.
- Porlán Ariza, R. (1993). *Constructivismo y Escuela*. Sevilla: Díada Editoras.
- Porlán, R Y Rivero, A. (1998): *El Conocimiento De Los Profesores*. Sevilla: Díada Editoras.
- Riechmann, J. (2000). DOC 2/2000, Agricultura ecológica y rendimientos agrícolas: aportación a un debate inconcluso. Madrid: Fundación 1º de Mayo