

# Un sistema de calefacción sustentable: decisiones sobre un problema auténtico

---

MARTA FEDERICO AGRASO

FINS EIREXAS SANTAMARÍA

MARÍA PILAR JIMÉNEZ ALEIXANDRE

XULIO GUTIÉRREZ ROGER

*Universidad de Santiago de Compostela*

## **Resumen:**

En este trabajo se discute un ejemplo de cómo incorporar las dimensiones de la educación ambiental al trabajo de aula en el marco de la asignatura de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Para ello se implica activamente a los estudiantes en la resolución de los problemas reales de su entorno persiguiendo que desarrollen la conciencia y la preocupación por los problemas ambientales así como el reconocimiento de su responsabilidad en los mismos.

## **Palabras clave:**

sostenibilidad, impacto ambiental, gestión de recursos, renovable, problema auténtico.

## **Abstract:**

In this work an example is discussed of how within the framework incorporating the dimensions of the environmental education to the work of classroom in the context of Earth and environmental science is discussed. For this, it is implied actively to the students in the resolution of the real problems of its surroundings persecuting that develop to the conscience and the preoccupation by the environmental problems as well as the recognition of their responsibility in such.

## **Key words:**

sustainability, environmental impact, management of resources, renewable, authentic problem.

## **Résumé:**

Tout au lors de ce travail on développe un exemple de comment incorporer les dimensions de l'Éducation Environnementale au travail de classe, dans le cadre de la matière "Sciences de la Terre et du Environnement". Pour cela on implique de façon active les étudiants dans la résolution des problèmes réels de leurs environs, en essayant de développer la conscience et la préoccupation réelle vis-à-vis des problèmes du milieu naturel, ainsi que la reconnaissance de leur responsabilité dans les mêmes.

## **Mots clés:**

Développement durable; impact environnemental; démarche de recours; renouvelable; problème réel.

Fecha de recepción: 12-03-07

Fecha de aceptación: 16-04-07

## 1. Educación “a favor” del medio y conflictos

¿Qué entendemos por educación ambiental? ¿Qué significa educación “a favor” del medio? ¿Es lo mismo educación ambiental que educación para el desarrollo sustentable? ¿Cómo puede llevarse a cabo este tipo de educación “a favor” del medio en el aula?

La educación ambiental es una educación con una orientación “para” o “a favor” del medio. La orientación “a favor” del medio significa que se desarrollan actitudes de respeto y protección del medio ambiente comenzando por el más próximo. Lucas (1980) considera que la verdadera educación ambiental debe tener una orientación “a favor” del medio y no sólo “sobre” o “en” el medio. Según esta idea no sería una verdadera educación ambiental sólo el estudio de la ecología o la observación directa del medio en salidas al campo. Para Lucas la educación “en” el medio es la que considera al medio como un recurso didáctico, la educación “sobre” es la que convierte al medio en un contenido curricular de particular importancia y la educación “a favor” del medio tiene como fines y objetivos fundamentales la protección, conservación y mejora del medio.

Para nosotros una idea fundamental a trabajar en clase es la de la responsabilidad individual y el conflicto que existe entre las acciones “a favor” del medio y la repercusión que éstas tienen en nuestro estilo de vida. Según Gräsel (2000), existen dos tipos de comportamiento relativos al medio. Las acciones ecológicas de *bajo coste* son aquellas cuya realización diaria es relativamente fácil, como depositar los plásticos en el contenedor adecuado. La puesta en práctica de acciones de *alto coste* implica renunciar a algo o reducir el confort de nuestra vida cotidiana. Estas acciones conllevan un gran esfuerzo individual, por ejemplo, duchas cortas para reducir el consumo de agua, mejorar los hábitos de consumo o utilizar transporte colectivo. Hacer explícito en clase (y en los medios de comunicación) el coste de las medidas “a favor” del medio, puede ayudar al desarrollo de la responsabilidad individual. Creemos que sería poco efectiva una educación ambiental que llevase a realizar propuestas sobre lo que deben hacer “los demás” (administración, empresas, etc.) olvidando lo que nos corresponde a cada uno de nosotros.

La educación para el desarrollo sustentable comparte con la educación ambiental “a favor” del medio estos objetivos de desarrollar la responsabilidad ambiental, incluyendo una perspectiva de solidaridad intergeneracional.

El artículo analiza una experiencia llevada a cabo en un instituto de Pobra do Caramiñal (Galicia) con alumnado de 2º de bachillerato. Se trata de una actividad estructurada como un problema auténtico sobre el uso de la energía, en la que se aborda el estudio de la argumentación de los alumnos y cómo utilizan los datos disponibles para tomar una decisión eligiendo un sistema de calefacción. Se pretende promover el espíritu crítico al tener que evaluar, entre otros datos, los contenidos de las campañas sobre la «energía verde» que en el momento de llevar a cabo la unidad (principios de 2004) lanzaban las empresas eléctricas en los medios de comunicación.

## **2. Competencia ambiental y gestión de recursos: Marco teórico y objetivos**

Uno de los objetivos del profesor (último autor) para esta asignatura y a lo largo del curso es que los estudiantes desarrollen un pensamiento crítico. Por *pensamiento crítico* entendemos la capacidad de desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la realidad y participar en ella. Esta idea se enmarca en la diferencia que establece la teoría crítica (Carr y Kemmis, 1988) entre el discurso de la racionalidad instrumental o técnica, que pretende presentar todos los problemas como problemas técnicos y el discurso de la racionalidad crítica, que resalta la capacidad de las personas de reflexionar sobre la realidad y de modificarla. La racionalidad técnica conduce a que las personas asuman que no tienen posibilidad de control sobre su propio ambiente o sobre sus vidas, lo que conlleva una disminución de la capacidad de reflexión sobre determinadas situaciones y de la capacidad de modificación de las mismas. Que el alumnado sea capaz de criticar argumentos, incluso de «voces expertas» basándose en las pruebas (Jiménez, Agraso y Eirexas, 2004) es lo que conocemos como pensamiento crítico. Para desarrollar esta capacidad utilizamos un problema auténtico con datos reales y contextualizado en el entorno del alumnado.

Se pretende alcanzar el nivel de competencia ambiental propuesto por Smyth (1995) como una progresión en cuatro estadios en el desarrollo de valores ambientales, que López (2001) ha agrupado en tres:

- Conciencia ambiental, entendida como el reconocimiento de la existencia de problemas ambientales.

- Responsabilidad ambiental, definida como la toma de conciencia de la participación personal en las causas y en la gestión de las soluciones.
- Competencia ambiental, o capacidad de proponer soluciones.

Para analizar si se ha logrado este desarrollo pretendemos estudiar los significados construidos por los estudiantes para los conceptos ambientales relevantes en la tarea como sostenibilidad y gestión de los recursos naturales. Estos conceptos fueron presentados por el profesor como parte de la unidad “Recursos Energéticos” desde una perspectiva constructivista. Se diseñó una actividad en la que los alumnos tuviesen que utilizar estos conceptos como recursos intelectuales (Collins, Brown y Newman, 1989). Esto quiere decir emplear conceptos como “sustentable” o “recurso natural” para resolver la tarea, igual que se aprende a utilizar herramientas físicas como un teléfono móvil o una máquina de coser en el proceso de usarlas.

La utilización de conceptos como recursos naturales y gestión de recursos por parte del alumnado de secundaria no está exenta de dificultades. Su percepción de los problemas ambientales está centrada más en la contaminación y los impactos que en la gestión de los recursos (Agraso y Jiménez, 2003). Estas autoras muestran que existe una diferencia de reconocimiento o percepción entre dos grandes bloques de cuestiones ambientales, por un lado la *degradación del medio* y por otro la *conservación de los recursos*. Agraso y Jiménez analizan las respuestas de 482 alumnos de primaria y secundaria a un test que consta de 6 preguntas abiertas. Cuando se les solicita que citen algunos problemas que les preocupen del medio ambiente, el 56% cita problemas relacionados con la degradación, como *verter productos tóxicos a los ríos y mares*. Mientras que sólo el 29% hacen referencia a la conservación y gestión de los recursos naturales, siendo los problemas más citados la deforestación o talas (32,5%) e incendios forestales (25,3%). Además, es difícil saber si el alumnado identifica estas cuestiones como gestión de los recursos o como un ejemplo de degradación del medio.

Las causas de esta percepción sesgada podrían relacionarse con distintos factores, entre ellos proponemos que pueden estar los contenidos de la instrucción o los casos divulgados a través de los medios de comunicación. Por otra parte, desde el punto de vista personal, el reconocimiento de la propia responsabilidad en problemas como el despilfarro de recursos implicaría una mayor participación a nivel individual en su

resolución, con los correspondientes costes en términos de esfuerzo.

Un ejemplo de un problema relacionado con esto es el de los residuos sólidos, su destino después de que entra en los contenedores, no resulta tan preocupante para la población como la contaminación de los vertederos incontrolados. Parece ser que sólo alrededor del 50% de la población de ciudades en la que es obligatoria la separación en origen de los residuos lo hace correctamente. Proponemos que quizá sea necesaria una reconceptualización de lo que son los residuos sólidos, que tenga en cuenta los *recursos despilfarrados* lo que ayudaría a mejorar su gestión en el ámbito personal.

La unidad didáctica trata sobre los usos de la energía, en concreto los problemas relacionados con el calentamiento global. Los objetivos de la unidad didáctica se plantearon en colaboración con el profesor y determinaron el diseño de nuestra investigación. Estos objetivos son:

1. Que el alumnado desarrolle el pensamiento crítico mediante el análisis de información técnica y publicidad sobre cuestiones energéticas en los medios.
2. Que el alumnado utilice conceptos ambientales -sostenibilidad, impacto ambiental, gestión de recursos, impacto y renovable- como recursos intelectuales para resolver la tarea
3. Que el alumnado utilice conceptos de las Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente -energía y su uso- como recursos intelectuales para resolver la tarea.
4. Que el alumnado desarrolle competencias para la toma de decisiones entre diversas opciones, justificando las razones de su elección.
5. Que el alumnado desarrolle competencias de procesamiento de la información.

En este trabajo pretendemos ilustrar la forma en que se llevaron a cabo estos objetivos con ejemplos del diseño y de la puesta en práctica en el aula. Prestamos particular atención al desarrollo del pensamiento crítico en el alumnado mediante el análisis de información técnica y a cómo utilizan conceptos ambientales.

### **3. Participantes, contexto y tarea**

Los participantes son dos clases de 2º de Bachillerato, en total 29 alumnos

distribuidos en siete equipos: A, B, C, D y E en una clase y F y G en otra. En este trabajo los alumnos se identifican con seudónimos empezando por la letra de cada grupo. La tarea que en este trabajo analizamos forma parte de una unidad didáctica sobre las fuentes de energía que estaba desarrollando en el aula su profesor habitual (cuarto autor). La toma de datos se realizó durante una semana en la que se llevaron a cabo 4 sesiones. La secuencia de actuación en el aula fue diseñada conjuntamente entre los investigadores y el profesor, experto en cuestiones de educación ambiental. La tarea propuesta al alumnado es la realización de un informe proponiendo un sistema de calefacción, que especifique la fuente de energía utilizada, para la nueva Facultad de Medicina de la Universidad de Santiago.

Para la elaboración del informe los alumnos trabajaron en pequeño grupo en las tres primeras sesiones y en la cuarta cada grupo expuso su decisión y las justificaciones de la misma para después debatir en conjunto. El diseño de la tarea se basa en actividades auténticas que tienen como punto de partida una situación real: la construcción de dos nuevos edificios de la Facultad de Medicina en la Universidad de Santiago (USC) y un programa de optimización energética que está desarrollando esta universidad para las nuevas instalaciones. El material suministrado al alumnado incluía una carta supuesta de la USC (ver ANEXO 1) y un dossier. Además de este material los alumnos disponían de su libro de texto. La carta de la USC fue diseñada utilizando un recorte de prensa real en el que se informa del plan de optimización energética que está poniendo en práctica esta universidad y que menciona dos criterios: más eficiencia económica y menos impacto ambiental. La razón, entre otras, para la elección de este problema fue la polémica campaña publicitaria de Iberdrola que para captar clientes de “energía verde”, utilizaba mensajes como “Cada vez que uses el secador, un prado se llenará de flores”.

Se pidió al alumnado que elaborasen un informe sobre la opción de calefacción que considerasen más adecuada para estos edificios de nueva construcción en términos de mayor eficiencia económica y menos impacto ambiental. Para su elaboración debían tener en cuenta sólo los gastos de mantenimiento del sistema (lo que pagará la facultad por la calefacción), el precio mensual y el impacto ambiental, no los gastos de instalación. El dossier incluye:

- Información recogida en Internet de dos organizaciones ecologistas (Greenpeace y WWW/Adena) sobre la “energía verde”.
- Información de las empresas Iberdrola y Endesa, sobre energías

renovables y gestión ambiental.

- Una tabla de la revista OCU sobre los precios de los distintos tipos de energía.
- Dos noticias de prensa (*Investigan a Iberdrola y Endesa por un supuesto fraude con “energía verde”* y *El 2003, El tercer año más caliente desde que se hacen mediciones*).

En la unidad didáctica del libro de texto “Recursos Enerxéticos” podían obtener información sobre los impactos y riesgos que se derivan tanto del uso de fuentes de energía renovables como de las no renovables.

Los autores primero y segundo asistieron como observadores no participantes a todas las sesiones. A lo largo de las sesiones cada grupo fue grabado en audio. También registramos en vídeo el discurso de la clase completa para facilitar la identificación de los estudiantes y de las actividades realizadas.

A continuación se discute el diseño de la tarea y en el siguiente apartado algunos resultados de su puesta en práctica.

#### *La actividad didáctica: un sistema de calefacción sustentable*

La tarea propuesta al alumnado consiste en la decisión sobre un sistema de calefacción en el marco de la unidad didáctica de energía.

La tarea fue diseñada de forma que los alumnos debían tener en cuenta dos condiciones, mínimo coste y bajo impacto ambiental. Esto requiere que tengan, en primer lugar, que elaborar un repertorio de posibles opciones; en segundo lugar, considerar las características de cada una de las opciones; en tercer lugar evaluar sus ventajas e inconvenientes y en cuarto lugar optar por una de ellas.

La tarea fue diseñada como un problema auténtico (Jiménez, 2003), y una de las características de éstos es que generen una variedad de posibles respuestas o soluciones, o en otras palabras, que no haya una única solución “evidente”. La diversidad de respuestas ha sido señalada por diversos autores como una característica que favorece la construcción social del conocimiento (Pea, 1993) debido a los desafíos ocasionados por las diferentes perspectivas. En particular, respecto a las interacciones argumentativas, Baker (2002) establece cinco condiciones para que éstas tengan lugar: que exista una diversidad de propuestas respecto al problema; que estas propuestas o soluciones estén distribuidas entre los

participantes; que las soluciones tengan distintos estatus epistémicos (es decir que sean más o menos plausibles, aceptables, etc.); que los participantes tengan que escoger entre ellas y que, para llegar a esta aceptación, los participantes establezcan relaciones entre las distintas propuestas en forma de argumentos que lleven a considerarlas más o menos plausibles, adecuadas, etc.

En el caso de la tarea propuesta, no hay ningún sistema de calefacción que pueda considerarse “ideal” ya que, por ejemplo, en España no es posible en la actualidad contratar un suministro energético que proceda exclusivamente de fuentes renovables. Incluso la posibilidad de autoabastecerse por medio de energía solar o eólica está limitada por razones técnicas. Por ello los alumnos se ven forzados a optar por la opción que el profesor en un momento llama “la menos mala”, es decir una fuente no renovable.

En el proceso de toma de decisiones sobre el sistema de calefacción los alumnos deben primero recabar información sobre las diferentes opciones energéticas y sus características, que podríamos resumir como:

- Información sobre sistemas de calefacción: por ejemplo, electricidad (tarifa diurna, bitoraria y nocturna), gas natural, gas propano canalizado, bombona de gas y gasóleo.
- Información sobre fuentes de energía no renovables: petróleo, gas natural, carbón, minerales radiactivos.
- Información sobre fuentes de energía renovables: energía hidráulica, solar, eólica, mareomotriz, geotérmica, biomasa.

La evaluación de las ventajas e inconvenientes de cada opción debe realizarse atendiendo a los criterios fijados por la tarea, tanto explícitos (económico y de impacto ambiental) como implícitos (renovable / no renovable). Estos criterios implícitos se entienden aportados por el material didáctico que están manejando en el marco de la asignatura.

Los criterios de mínimo coste y menor impacto ambiental fueron escogidos por estar marcados en el programa de optimización energética de la USC (+ Eficiencia, - Impacto) precisando en nuestra propuesta el criterio de eficiencia en términos de coste económico para simplificar el proceso de evaluación de las opciones. El concepto de eficiencia debería incluir tanto aspectos técnicos y económicos como ambientales.

Para llegar a tomar una decisión el alumnado debe movilizar las siguientes competencias:

- Procesar información sobre diferentes fuentes de energía.



- Evaluar el impacto de estas fuentes haciendo uso de los conceptos de “recurso natural”, “renovable / no renovable”, “sustentable”, etc.
- Contextualizar las distintas opciones valorando las posibilidades reales de utilización en Santiago de Compostela en 2004.
- Escoger un sistema de calefacción.

Para procesar la información sobre las fuentes y evaluar sus ventajas e inconvenientes los alumnos deben referirse a los datos presentes en los materiales de trabajo, estableciendo un continuo diálogo con los mismos para estructurar sus justificaciones. La definición de los conceptos renovable y no renovable está recogida en su libro de texto junto con información diferenciada sobre los impactos ambientales relacionados con los distintos tipos de fuentes de energía. En este libro, al principio de la unidad, se define lo que es un sistema energético haciendo distinción entre energía primaria y energía final. La energía primaria es la que entra en el sistema, siendo en ese momento cuando podemos distinguir fuentes renovables y no renovables. La energía final es el resultado de la transformación de la energía primaria para facilitar su uso. La información sobre el coste de calentar un salón en función del sistema de calefacción seleccionado procede de la revista OCU (ver anexo 2).

En cuanto al contexto local de la tarea los estudiantes tuvieron en cuenta aspectos como si la fuente escogida es accesible en Santiago de Compostela y si es posible contratar o seleccionar suministro de energía de una única fuente, como eólica o solar. Además deben tener en cuenta otros datos del proyecto, como que es un centro público, una facultad, que está en una localidad determinada con características climáticas concretas, Santiago de Compostela, y que las clases son diurnas.

#### **4. Resultados: ¿Gas natural o tarifa nocturna?**

Las propuestas realizadas por los siete equipos muestran que la tarea fue efectiva en producir una variedad de soluciones. Cuatro grupos (dos de cada clase) eligen uno de los dos sistemas de calefacción más frecuentes como mejor opción, tres de ellos, A, C y F el gas natural y uno, E, la electricidad. Este grupo indica que la electricidad debe proceder de fuentes renovables, lo que no es posible en el mercado español de la energía en el que la electricidad procede de distintas fuentes y está mezclada en la red de distribución. Los tres grupos restantes, B, D y G, dan una

solución mixta: dos, B y C, energía solar combinada con gas natural y uno, D, energía solar combinada con electricidad. Estas decisiones de los distintos grupos se resumen en la tabla 1.

Tabla 1:		Decisiones de los siete grupos	
OPCIÓN ÚNICA	GAS NATURAL	A	B
	ELECTRICIDAD con tarifa nocturna	E	F
OPCIÓN MIXTA	ENERGÍA SOLAR combinada con GAS NATURAL	B	G
	ENERGÍA SOLAR combinada con ELECTRICIDAD	D	

El análisis de estas opciones muestra en nuestra opinión que, aunque el alumnado discute en sus informes el carácter renovable o no renovable de las fuentes primarias, son conscientes de la imposibilidad técnica de contratar un suministro comercial que proceda exclusivamente de fuentes renovables. De ahí que, o bien optan por fuentes no renovables (escogiendo las que consideran de menor impacto ambiental), como los cuatro grupos que escogen una opción única, u optan por una solución mixta, combinando energía solar con fuentes no renovables, como los otros tres grupos. Creemos que esto es un índice de que tienen en cuenta la contextualización de la tarea en una situación real.

En cuanto a los objetivos de la unidad didáctica, nuestra interpretación es que en el transcurso de esta actividad el alumnado desarrolla competencias de procesamiento de la información para la toma de decisiones y un pensamiento crítico mediante el análisis de la información técnica y de la publicidad, justificando las razones de su elección.

En cuanto al procesamiento de la información los alumnos, al elegir el sistema de calefacción, tuvieron en cuenta las dos condiciones fijadas por la USC y por la tarea: un mínimo impacto ambiental (*"el grado de contaminación depende de la longitud de las cadenas de carbono"*, informe escrito del grupo C) y un bajo coste económico (*"tarifa nocturna, consume electricidad durante la noche, cuando esta es más barata"*, informe del grupo E).

En el análisis de los informes escritos, hemos tenido en cuenta algunos de los criterios propuestos por Kelly, Regev y Prothero (en prensa) para evaluar la calidad de los mismos y la argumentación. Entre otros, estos criterios incluyen, analizar las ventajas de cada opción, reconocer sus inconvenientes o discutir ventajas e inconvenientes de otras opciones.

Los análisis de los informes escritos de cada grupo muestran que, además de tener en cuenta estos criterios requeridos por la tarea discuten:

- Discuten otras ventajas del sistema seleccionado (*"produce gran cantidad de calor, aproximadamente 11500Kcal/m<sup>3</sup>"*, informe del grupo A).
- Reconocen los inconvenientes del sistema seleccionado, llegando en algún caso a sugerir como superarlos (*"la solar es intermitente... podría solucionarse usando acumuladores"* informe del grupo B).
- Descartan otras opciones teniendo en cuenta el contexto (*"...no es aprovechable en Santiago, ya que sólo se puede dar en lugares con alto gradiente geotérmico que suele ser de 3°C cada 100m. Sería aprovechable, por ejemplo en Ourense"* informe del grupo A).
- Realizan sugerencias sobre como mejorar la eficiencia del sistema (*"para usar energía solar, el edificio debe construirse ... con la orientación adecuada"* grupo G).

En cuanto al objetivo de utilización de conceptos ambientales y de Ciencias de la Tierra, es interesante comparar los informes escritos con las transcripciones de las discusiones verbales.

En la última sesión de la actividad, los grupos exponen por turno ante la clase el contenido de sus informes, para posteriormente contrastar y discutir sus conclusiones con las de los demás grupos, argumentando a favor de las propias y en contra de las ajenas. En esta parte de la tarea afloran nuevas justificaciones que no están presentes de forma explícita en sus producciones escritas. En los informes, redactados colectivamente, los grupos se centran en dar respuesta a los requerimientos de la tarea haciendo uso, como ya hemos visto, de los datos suministrados. Por el contrario, en el debate las intervenciones son individuales y los alumnos deben interactuar con sus compañeros defendiendo sus argumentos, interpretando los datos y las evidencias y apoyando o refutando otras intervenciones. Es durante este contraste dialógico de argumentos cuando son utilizados de forma explícita conceptos ambientales como renovable, no renovable, sostenibilidad y gestión de los recursos (3Rs), aunque no siempre usados correctamente.

Por ejemplo, en el siguiente fragmento, aparece en la discusión los conceptos de renovable y no renovable introducidos por Damián (grupo D) para criticar la elección de otros grupos, principalmente el A, que se decantan por el gas. El gas no es renovable y la energía solar sí. Aquel se agota (Damián, turno 103 reproducido más abajo), pero este hecho parece no importar demasiado si la Tierra “no se alimenta del gas” (Ainoa, turno 104). El concepto de fuente renovable frente a no renovable aparece como una característica intrínsecamente “buena”, por lo que se utiliza en la discusión por parte del grupo D para deslegitimar las otras opciones. Sin embargo, su elección tampoco es estrictamente renovable sino que hace uso de la electricidad, que como se recoge en los materiales de consulta no proviene sólo de fuentes renovables. Así lo hace notar Ainoa (turno 110), que más adelante (turno 113) concluye con la siguiente afirmación sobre el gas: “*que no sea renovable no significa que, que contamine más*”.

Interpretamos que esta afirmación de Ainoa muestra como conceptualiza los requerimientos de la tarea, entendiendo “bajo impacto ambiental” únicamente como menor contaminación, y no considerando como parte del impacto la contribución al agotamiento de los recursos no renovables. Esta forma de entender impacto es bastante frecuente dado que para la mayoría del alumnado (Agraso y Jiménez, 2003) y de la opinión pública, “problema ambiental” equivale sólo a contaminación, y la cuestión de la conservación de los recursos no es percibida con tanta relevancia.

A continuación se reproduce literalmente (en gallego y en castellano, según la lengua en que se expresa cada alumno) un fragmento del debate final.

101	32.36	Ainoa	La energía solar es renovable
102	32.37	Diana (Grupo4)	Pero el gas natural no es renovable
103	32.38	Damián	Claro, lo agotamos
104	32.39	Ainoa	pero no es necesaria para la tierra, la tierra no se alimenta del gas natural
105	32.43	Diana	Ya, pero no es renovable

106	32.57	Profesor	Pero...bueno...é igual porque aínda sigo sin estar convencido da historia esta...
107	33.01	Ainoa	¿Ninguna? (...)
108	33.02	Profesor	...pareceme ben eso de escoller o menos malo está interesante ¿non? de buscar sempre...ninguén colleu a de petróleo ¿verdad? parece que estamos todos de acordo, ¿non? queimar petróleo...malo, nin quemar propano, ningunha colleu propano (...) hai tres grupos que estades de acordo co gas natural. Y antes empezáchedes a discutir que entre gas natural e eléctrica ¿verdad?, entre...que decía porque a eléctrica producese na súa maior parte da nuclear ¿non?, aí é a desventaxe da electricidade.
109	34.09	Esther (Grupo 5)	Tamén da hidráulica e da eólica que son fontes de enerxía renovables
110	34.11	Ainoa	Pero a nuclear non y la eléctrica viene de la nuclear
111	34.14	Esther	Nin o carbón nin o petróleo...
112	34.20	Eva	Pero hai outras fontes que sí, el gas natural ya es, ya no es renovable
113	34.24	Ainoa	Bueno, pero que no sea renovable no significa que, que contamine más

En cuanto al concepto de sustentable, en educación ambiental se entiende como solidaridad con las generaciones futuras, pero el alumnado parece utilizarlo sobre todo en términos de duración temporal a escala de su propia vida. En el siguiente fragmento, la discusión deriva hacia cuestiones de carácter más técnico y práctico situadas en el contexto de la tarea. Ainoa (turnos 120, 125 y 129) apela a otros casos de edificios en los que es preciso efectuar reparaciones para refutar el criterio de durabilidad, criterio asociado a la necesidad de una fuente renovable. Damián (turnos 130 en adelante) introduce un argumento ambiental para defender la propuesta de su grupo (eléctrica combinada con paneles solares) presentándola como compatible con el desarrollo sustentable. Durante algunos turnos se produce una interacción no dialógica entre Damián,

que continúa repitiendo su argumento, y Ainoa y David que discuten sobre la durabilidad. En ningún informe se mencionaba explícitamente el desarrollo sustentable y tampoco se hacía referencia alguna a “los tres rollos esos” (turno 131), que entendemos como las “3 Rs”, esto es, reducir, reutilizar y reciclar.

De nuevo, los alumnos y alumnas hacen uso de conceptos ambientales en sus argumentos, esta vez la sostenibilidad y también, incidentalmente, mencionan la gestión de los recursos naturales, con lo que interpretamos como una referencia a las 3 Rs, aunque como muestra la intervención de Damián, parecen no tener una idea muy clara de que las “3 Rs” tienen más relación con la gestión de los residuos sólidos o del agua que con la energía, a la que sólo se podría aplicar *reducir*.

114	34.26	David (Grupo 4)	El gas natural no es renovable y si quieres montar una institución que dure, pues, tener que después cambiar el sistema de calefacción porque se agotó el gas natural
115	34.29	Damián	Hombre por supuesto
116	34.30	Ainoa	¡Dentro de cincuenta años igual che caía ooo sistema!
117	34.36	David	Si, ¿y qué?
118	34.37	Ainoa	¡E tes que cambialo igual!
119	34.38	David	Igual que la Catedral de Santiago, si le ponen calefacción a la Catedral de Santiago no creo que se la pongan de gas natural
120	34.45	Ainoa	En la Catedral dudo que pongan calefacción, de gas ciudad
121	34.46	David	Pero, ¡mira, mira cuanto tiempo lleva en pie!
122	34.48	Ainoa	¿Y qué tiene que ver?
123	34.49	Esther	Digo yo
124	34.50	David	Pues si haces una institución que tenga calefacción...
125	34.56	Ainoa	¡Pero si haces un edificio al, al cabo de los años le tienes que cambiar las tuberías, porque pudren!
126	34.59	David	¿Y qué?

127	35.01	Ainoa	¡Y si dentro de cincuenta años se agota el gas natural (...)!
128	35.05	David	Pero no es lo mismo cambiar las tuberías que cambiar todo el sistema, supongo, no sé, no sé el coste pero supongo que no será lo mismo
129	35.11	Ainoa	¡David, Al cabo de los años las cosas se estropean y se deterioran! ¿no?
130	35.13	Damián	¡Lo nuestra cumple el desenvolvemento sostible!
131		Damián	Es verdad, la nuestra desenvolvemento sostible, los tres rollos esos que no me acuerdo que eran

En resumen, las competencias de procesamiento de la información y de utilización de conceptos ambientales y de Ciencias de la Tierra, objetivos de esta actividad, son relevantes para que el alumnado desarrolle su pensamiento crítico. Prueba de ello es que seis de los siete grupos se decantan por otros sistemas de calefacción diferentes de la llamada “energía verde” (que no es tal), o bien por sistemas mixtos. Analizamos esta elección como una crítica implícita a la “electricidad verde” publicitada por las compañías Endesa e Iberdrola. En el análisis de las transcripciones de las conversaciones de algunos grupos observamos críticas explícitas a estas campañas publicitarias. Los alumnos sostienen que no es posible discriminar a nivel de usuario la procedencia de la energía contratada, contrariamente a lo que ofrecen estas compañías. A pesar de que los alumnos desarrollan satisfactoriamente las competencias que figuran en los objetivos de la tarea, muestran algunas dificultades en el uso de conceptos ambientales, como renovable, no renovable y sustentable. La utilización de estos conceptos responde más bien a un recurso retórico para desprestigiar los argumentos del contrario que a un uso consciente de su significado.

Podemos concluir que el diseño de la tarea como un problema auténtico, abierto a varias posibles soluciones, favorece la construcción social del conocimiento (Pea, 1993). Además los estudiantes se implican activamente en la resolución de los problemas reales de su entorno desarrollando su conciencia y la preocupación por los problemas ambientales, y reconociendo su responsabilidad individual en su resolución. Este es uno de los objetivos de la educación para el desarrollo sustentable.

## 5. Referencias bibliográficas

- Agraso, F. M. y Jiménez Aleixandre, M. P. (2003). Percepción de los problemas ambientales por el alumnado: los recursos naturales. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 17, 91-105.
- Baker, M. J. (2002). Argumentative interactions, discursive operations and learning to model in science. In P. Brna, M. Baker, K. Stenning & A. Tiberghien (Eds.), *The role of communication in learning to model (303-324)*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Carr, W. y Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez Roca.
- Collins, A., Brown, J.S. y Newman, S.E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing and mathematics. En L. Resnick (ed.). *Knowing, learning and instruction. Essays in Honor of Robert Glaser*, 453-494. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Gräsel, C. (2000). Closing the gap between knowledge and action. Some considerations for Environmental Education. En H. Bayrhuber & J. Mayr (Eds.). *Empirical Research on Environmental Education in Europe*, 111-120. Münster: Waxmann.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2003). El aprendizaje de las ciencias: construir y usar herramientas. En Jiménez, M.P. (Coord.), *Enseñar Ciencias*. Barcelona: Graó
- Jiménez, M. P., Agraso, M. F. y Eirexas, F. (2004). Scientific authority and empirical data in argument warrants about the Prestige oil spill. Paper presentado en el congreso NARST, Vancouver.
- Kelly, G. J., Regev, J. Y Prothero, W. (en prensa). Analysis of lines of reasoning in written argumentation. En S. Erduran y M. P. Jiménez Aleixandre (Eds.). *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*. Dordrecht: Springer.
- López Rodríguez, R. (2001). La integración de la educación ambiental en el diseño curricular: un estudio longitudinal en educación primaria. Tesis doctoral. Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais. Universidade de Santiago de Compostela.
- Lucas A. M. (1980). Science and Environmental Education: Pious hopes, Selfpraise and disciplinary chauvinism. *Studies in Science Education*, 7, 1-26.
- Pea, R. D. (1993). Distributed intelligence and designs for education. In G. Salomon (Ed.), *Distributed cognitions. Psychological and educational considerations (47-87)*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Smyth, J. (1995). Environment and Education: a view of a changing scene. *Environmental Education Research*, 1(1), 3-20. [reeditado en 2006, 12 (3-4), 247-264.]



## ANEXO 1



**UNIVERSIDADE DE  
SANTIAGO DE COMPOSTELA**

### **Vicerrectorado de Calidade e Planificación Estratéxica**

#### **Informa**

Ante a posta en marcha por parte da Universidade de Santiago de Compostela dun plan de Optimización Enerxética (POE), o primeiro das súas características nunha universidade española.

#### **Solicita**

Lle sexa remitido, a maior brevidade posible, un informe sobre a opción de calefacción que considere máis axeitada ante a construción dos novos edificios da Facultade de Ciencias da Saúde, deixando claras as razóns alegadas para a toma de decisión, considerando que:

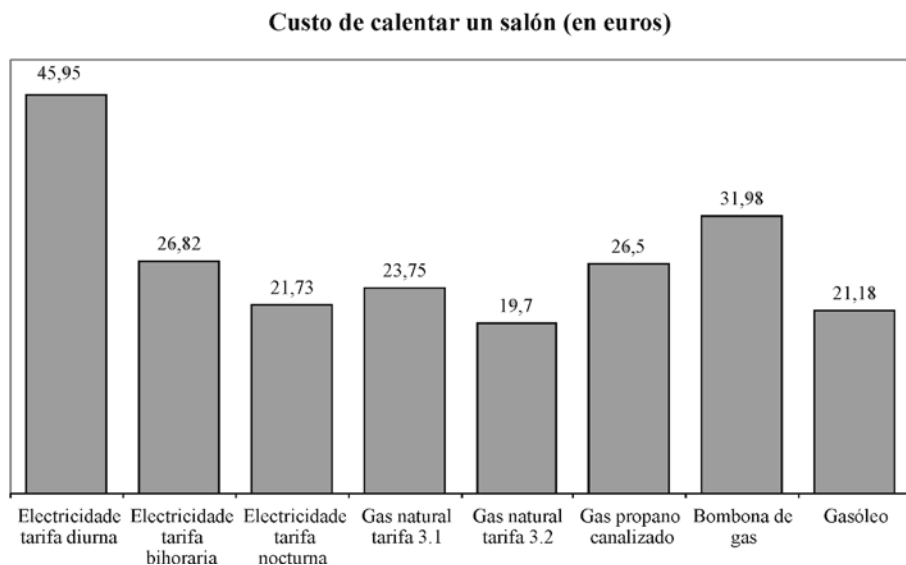
- Os gastos de primeira instalación non se teñen en conta, só os gastos de mantemento (o que pagará a facultade pola calefacción).
- Hai que ter en conta tanto o prezo (custo mensual da calefacción) como o impacto ambiental.
- Entre as posibles opcións están as que aparecen na táboa da revista da OCU e outras procedentes de fontes renovables.
- Podes facer outras recomendacións que che parezan relevantes.

#### **O dossier inclúe :**

1. Información recollida en internet dos grupos ecoloxistas Greenpeace ([www.greenpeace.org/espana\\_es/electricas](http://www.greenpeace.org/espana_es/electricas)) e Adena ([www.wwf.es](http://www.wwf.es)).
2. Información recollida en internet das empresas Iberdrola ([www.iberdrola.es/webcorp](http://www.iberdrola.es/webcorp)) e Endesa ([www.endesa.es](http://www.endesa.es)).
3. Unha táboa da revista OCU de outubro 2003 sobre qué tipo de enerxía custa máis.

4. Unha noticia aparecida no xornal *La Voz de Galicia* do 10 de novembro de 2003 nas páxinas de economía: “*Investigan a Iberdrola y Endesa por un supuesto fraude con <<energía verde>>*”.
5. Unha noticia aparecida no xornal *La Voz de Galicia* do 17 de decembro de 2003 nas páxinas de sociedade: “*El 2003, el tercer año más caliente desde que se hacen mediciones*”.

## ANEXO 2



Modificación de la tabla publicada en la revista OCU,  
Octubre 2000, proporcionada al alumnado

### *Agradecimientos*

Este trabajo forma parte del proyecto financiado por el MEC, código SEJ2006-15589-C02-01/EDUC parcialmente financiado con fondos FEDER.