

BÚSQUEDA DE VIDA FUERA DEL PLANETA TIERRA: “BANCO” DE ACTIVIDADES PARA EDUCACIÓN SECUNDARIA

Ricardo Casas del Castillo

ricardocasas@ugr.es

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales
Universidad de Granada*

Agnieszka Markiewicz

agusiaruiz@gmail.com

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales
Universidad de Granada*

Javier Carrillo-Rosúa

fjcarril@ugr.es

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales
Universidad de Granada*

*Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra
CSIC-Universidad de Granada*

Recibido: 28 de enero de 2016

Aceptado: 12 de mayo de 2016

Resumen

En este artículo se presenta un “banco de actividades” para la enseñanza de las Ciencias en ESO. Diferentes estudios propugnan que su enseñanza debiera ser más activa, conectando con los intereses del alumnado. Por otra parte, se percibe como fundamental la necesidad de mejorar la enseñanza del inglés. Siguiendo estas indicaciones, en esta propuesta se integran diferentes metodologías, como el Aprendizaje Basado en Problemas o el Aprendizaje Integrado de Lengua y Contenido. Las actividades diseñadas, partiendo de una situación problema que encaja en un marco genérico sobre la búsqueda de vida extraterrestre, abarcan temáticas de interés como el efecto invernadero, el ciclo del agua, o la Astronomía. Se proporciona una descripción detallada de dichas actividades y se hace referencia al material necesario para su implementación.

Palabras Clave

Aprendizaje Basado en Problemas, AICLE, Didáctica de las ciencias, Educación Secundaria

Abstract

We show here an “activities bank” for science teaching in Secondary Education. Several studies advocate that teaching should be more active and connected with student’s interests. On the other hand, improving English teaching is also another strongly felt need. Thus, in this proposal, several methodologies such as Problem Based Learning, Language Integrated Learning Content, etc., are integrated. Activities designed start with a problem situation, which fit within a general framework of search for extraterrestrial life. Interesting topics such as the greenhouse effect, the water cycle, or Astronomy are covered. A detailed description of these activities and reference material for implementation are provided.

Keywords

Problem based Learning, CLIL, Science teaching, Secondary Education

1.- Introducción

Desde hace algún tiempo se viene insistiendo en la necesidad de un cambio en la forma de enseñar las asignaturas de ciencias, percibidas en general por el alumnado como materias áridas y difíciles que no les llaman la atención. En numerosas ocasiones solamente ven “fórmulas” y “principios” sin relación entre ellos ni con la realidad, y que hay que memorizar sin más (Otero y Campanario, 2000). Paralelamente, y como informa el estudio europeo *Europe Needs more Scientists* (Gago, 2004), se aprecia en los países de la Unión Europea un aumento del fracaso escolar, una disminución en el rendimiento académico, y sobre todo falta de interés, curiosidad y motivación por parte del alumnado respecto a las materias científicas y tecnológicas. El informe Rocard (Rocard et al., 2007) muestra, a partir de las evaluaciones internacionales, las necesidades de la educación científica en todos los niveles, y propone que el aprendizaje de estas temáticas sea más significativo y profundo. Osborne y Dillon (2008) mostraban, por ejemplo, cómo los currículos de las asignaturas de ciencias están diseñados para preparar a futuros científicos, obviando las propuestas de alfabetización científica y la relación existente entre la ciencia y la vida cotidiana u otras materias. Según estos autores, no solamente sería necesario modificar el currículo, sino también las metodologías de enseñanza, ya que si el profesorado es capaz de captar la atención de sus estudiantes y hacer que ellos mismos sean los protagonistas de su propio aprendizaje, la demanda e interés por estas materias tendría más posibilidades de aumentar. En este sentido, también Perales y Vílchez-González (2012) aconsejaban diseñar actividades diferentes a las que se proponen tradicionalmente en los libros de texto, que siguen siendo el principal recurso para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Como señala el informe UNESCO (Gil-Pérez et al., 2005), la Educación Secundaria corresponde a una etapa crucial en la vida de los adolescentes a la hora de tomar decisiones sobre el futuro de su carrera, por lo que es importante realizar un mayor esfuerzo para captar su interés. Si una materia no les llama la atención o no despierta su curiosidad, posiblemente opten por otra rama del conocimiento en sus futuros estudios universitarios. El trabajo del docente consiste también en ayudarles a descubrir la pasión por la ciencia, en un intento de salvar a la educación científica del fracaso y el rechazo. A este respecto, Osborne y Dillon (2008) plantearon varias propuestas de mejora, entre ellas potenciar aspectos didácticos y metodológicos, en lugar de poner todo el enfoque hacia los contenidos. Es muy importante el continuo apoyo e involucración en proyectos de innovación metodológica de ciencias, pero también, desde la perspectiva del profesorado, son necesarios la formación y el desarrollo profesional para poder ejecutar y apoyar dichos cambios.

Según los estudios ROSE (*The Relevance Of Science Education*), muchos adolescentes no asocian las materias científicas con la ciencia y la tecnología del “mundo real” (Schreiner y Sjøberg, 2010). Es interesante notar que aunque los jóvenes de 15 años, al responder a los cuestionarios de la mencionada investigación, afirmaban que los temas de Ciencia y Tecnología les interesaban bastante, sin embargo ese interés no se reflejaba

en sus resultados de evaluación de ciencias de los centros educativos. Además, el estudio revelaba que las chicas se preocupaban más por los temas ambientales, salud y medicina, belleza y fenómenos paranormales, mientras que a los chicos les interesaban más los temas relacionados con la electricidad, mecánica, explosiones, tecnología, etc. Curiosamente, uno de los que despertó el interés de ambos fue “*La vida fuera del Planeta Tierra*”. Estos resultados han servido de inspiración a la propuesta didáctica que se presenta en este trabajo, pues aunque esta temática no forma parte expresa del currículo de la ESO, puede utilizarse para diseñar una serie de actividades en las que se aborden de forma interdisciplinar numerosos contenidos que sí están incluidos en él. El marco legislativo adoptado es el de la Ley Orgánica de Educación (Real Decreto 1631/2006 por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria, 2007), aunque el diseño también puede ser transferible al que se establece en el equivalente de la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (Real Decreto 1105/2014 por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, 2015).

2.- Marco teórico

En este trabajo se han diseñado una serie de actividades que pueden utilizarse en forma de problemas relevantes que pueden articularse para conformar un único proyecto, cuyo eje central es la búsqueda de vida fuera del planeta Tierra; aunque también pueden implementarse por separado, aisladamente, sin ese enfoque de trabajo por proyectos. Esta propuesta, que trata de fomentar la motivación e interés en las disciplinas científicas, se fundamenta en tres elementos:

- En primer lugar, se ha utilizado el **Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)**, aplicado por primera vez hace más de cuarenta años en la Universidad de McMaster, Canadá (e.g. Koçakoğlu, Türkmen, y Solak, 2010). Se trata de un método de aprendizaje basado en el uso de problemas que constituyen el punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos (Morales y Landa, 2004). La estrategia ABP puede cambiar drásticamente la estructura de la clase (Stepien y Gallagher, 1993), además de requerir adaptaciones tanto por parte de los alumnos y de los padres como del profesorado. La clave de la metodología, según estos autores, está en las preguntas, ya que funcionan como motor para las actividades. Deben ser complejas, y no requerir una respuesta evidente o que se encuentre directamente en las fuentes. El alumnado ha de analizar el problema, involucrarse en una tormenta de ideas, y comenzar a evaluar la información requerida para alcanzar la solución en equipo. Son necesarias unas habilidades de comunicación, tecnológicas y de búsqueda de información bastante avanzadas, por lo que hasta que el alumnado no desarrolle adecuadamente sus propias estrategias, el docente ha de supervisar al equipo, guiándolo hacia el camino adecuado.

Algunas de las ventajas de esta metodología, según Morales y Landa (2004), son: *aprendizaje orientado al alumno* (que se convierte en el protagonista de su propio aprendizaje), *aprendizaje significativo* (ya que se deben asimilar nuevos contenidos e

integrarlos con sus estructuras de pensamiento previas), *aprendizaje en pequeños grupos*, con rotación de sus miembros (lo que les permite ver las diferencias de trabajo de los distintos compañeros y sacar el mejor provecho de los tutores responsables de cada equipo), *el aprendizaje viene estimulado por los problemas* (el alumnado ha de integrar información de diferentes materias, así como desarrollar un espíritu crítico que les permita distinguir fuentes de información fiables de otras que no lo son), *aprendizaje autodirigido* (los miembros deben intercambiar opiniones, discutir, evaluar y revisar constantemente la nueva información aprendida), *proceso constructivo*, no receptivo, y por los procesos de *metacognición*. Esto último es uno de los elementos más importantes en el ABP, según el estudio de metacognición en grupos de Siegel (2012), pues el alumnado ha de reflexionar sobre los procesos cognitivos a los que está sometido, lo que mejora el proceso de aprendizaje.

- Se ha seguido un **enfoque competencial**, utilizando estrategias propias del movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): se abordan los contenidos científicos a partir de ciertas problemáticas con claras implicaciones sociales, como el calentamiento global o la escasez de recursos hídricos. Este enfoque implica un cambio de paradigma con respecto a la educación tradicional (Zenteno-Mendoza y Garritz, 2010), presentando numerosas ventajas, como la comprensión pública de la ciencia y el fomento de la participación ciudadana en asuntos socio-científicos y tecnológicos. En particular, persigue el desarrollo de las competencias que serán necesarias posteriormente al alumnado. En efecto, ser competente no consiste solamente en ser hábil (Monereo y Pozo, 2007), sino en disponer de un conjunto de recursos potenciales que permiten conocer y usar de forma adecuada la información disponible para aplicarla a distintas circunstancias, especialmente en el entorno cercano (Ramos 2013). Por todo ello, es conveniente no quedarse únicamente en el uso de las actividades de los libros de texto, que tienden a ser, generalmente de reproducción o aplicación (e.g. Perales y Vílchez, 2012), y por tanto no contribuyen a un profundo desarrollo competencial que implica ciertas *capacidades*, como identificar cuestiones científicas, explicar conocimientos científicos y utilizar pruebas científicas (e.g. Yus et al., 2013).

- También se fomenta el uso de las nuevas tecnologías (y con ello la competencia TIC), ya que el alumnado ha de utilizar algunas herramientas informáticas que permiten simulaciones de condiciones físico-químicas, en un entorno de trabajo grupal y de colaboración entre iguales, como se viene recomendando desde hace algún tiempo (Badia y García, 2006). Se propone asimismo la utilización de herramientas de la web social, como la realización de un podcast o videocast como productos finales (mediante la recopilación de los resultados obtenidos), que aumentan también el elemento motivador de la propuesta.

- **Bilingüismo**. Este es un último punto que trata de dar respuesta a la necesidad de materiales didácticos de diferentes áreas con un planteamiento bilingüe, como una de las medidas de mejora de implementación del bilingüismo en España (Ortega-Martín, 2015). Además es otra forma de enriquecer la educación en ciencias. En efecto, Uribe, Gutiérrez,

y Madrid (2008) indicaban que los jóvenes limitan en numerosas ocasiones las razones para aprender un segundo idioma a un enfoque práctico: obtener un buen trabajo o una capacidad para irse a trabajar al extranjero. Sin embargo, García (2009) mostró que el alumnado que estudia Ciencias Experimentales en su lengua materna y en inglés mejoran, no solamente sus actitudes y el rendimiento escolar, sino también el uso correcto del discurso científico, y presentan mayor probabilidad de alcanzar un aprendizaje significativo.

Todas las actividades se han desarrollado desde el enfoque de la metodología AICLE (Aprendizaje Integrado de Lengua y Contenido). Según Aragón (2007), entre sus numerosos beneficios se encuentran: *mejora de las actitudes del alumnado* (debido a que se sienten parte de un programa con un nivel de exigencias superior), *adaptación de la lengua extranjera a su comportamiento en clase* (pues el alumnado descubre que, a diferencia de lo que ocurre en las clases lingüísticas, no solo habla y escribe, sino que también debe actuar, llevar a cabo procedimientos y usar el idioma como si fuera su lengua materna), *mejora de oportunidades laborales y aprendizaje significativo*, entre otros.

3.- Propuesta de actividades

Se proponen seis actividades de distinta duración y nivel de complejidad, que tienen como elemento conductor tratar de dar respuesta a uno de los grandes interrogantes que se ha planteado la humanidad: la posibilidad de que exista vida fuera de la Tierra. Por problemas de espacio, aquí se presenta solo una breve descripción de cada una de las actividades. En Markiewicz (2014) se podrán encontrar, además, los elementos curriculares abordados (objetivos, competencias, contenidos y criterios de evaluación) en el marco del Real Decreto por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria, (2007), los conocimientos previos que se requieren y los recursos y materiales externos y elaborados *ad-hoc* para esta propuesta. Estos últimos son los que se presentan en inglés, incluyendo material que se entrega al alumnado y guiones para conducir las actividades.

Estas se han orientado al trabajo en equipo, con objeto de ayudar al desarrollo de la competencia social y ciudadana. Los grupos heterogéneos, formados por unos 4 o 5 estudiantes, deben ayudar a mantener el equilibrio entre las personas autoritarias y las tímidas. Además, esta estructura ayuda en la evaluación de los avances y en la retroalimentación del proceso (Bonals, 2005). De esta forma, el alumnado, en general, nota que el trabajo es más creativo, eficaz y agradable, y que el aprendizaje es más duradero cuando se comparten los conocimientos o descubrimientos con los compañeros. Los grupos heterogéneos son también un contexto propicio para que se establezcan ayudas mutuas entre el alumnado, lo que hay que fomentar por sus ventajas para todos los implicados.

Las actividades están orientadas a obtener un producto final que puede servir para la evaluación. Independientemente de la exposición de los resultados, se propone la

realización de un programa científico utilizando dispositivos y recursos disponibles en el centro educativo. Un grupo (de forma voluntaria, o asignado por el docente) puede recoger la información que considere relevante, y elaborar un pequeño programa de podcast o videocast publicable en la web.

Actividad 1. Light in our lives

PROBLEM: Light is all around us. Without it we wouldn't be able to live our lives the same way. What is important to understand is why do objects appear to us the way they do. Does an object have its own color? Or does it depend on the light that shines on it? Why do some objects get hot when exposed to Sun and others don't? How do scientists use light to discover what composes other planets and stars without having to travel there?

En esta actividad se abordan algunos conceptos básicos acerca de la luz y se aprende cómo los científicos la utilizan, por ejemplo, para obtener información sobre otros cuerpos celestes, como los planetas y las estrellas.

Tras el planteamiento del problema, se formarán grupos heterogéneos de 4-5 personas, y se comenzará con una tormenta de ideas en torno al problema planteado, que permitirá establecer una primera hipótesis de trabajo y extraer las concepciones alternativas del alumnado. Esto, además, serviría para realizar las adaptaciones en la actividad que se consideren oportunas. Posteriormente se les planteará una experiencia práctica: se propondrá salir al patio del centro para tocar objetos expuestos previamente al Sol. Estos pueden estar colocados por parejas del mismo material, pero distinto color: uno claro y otro oscuro. En cada equipo se comentará qué diferencias han notado, si hubiera alguna, intentando explicar la causa. De forma guiada por el profesor, deberían llegar a la conclusión de que el “calor”¹ notado es energía emitida por los objetos, y en mayor cantidad por los oscuros, al haber absorbido previamente mayor cantidad de energía. Este punto es importante debido a la complejidad de la secuencia de fenómenos implicados: los objetos expuestos a la radiación solar absorben una parte de la misma y reflejan el resto, y dado que los objetos oscuros absorben mayor cantidad de radiación que los claros, los primeros se notan “más calientes”².

A continuación, y antes de pasar a la siguiente parte práctica, se explicarán algunas de las propiedades de la luz como radiación electromagnética de diferente longitud de onda. Es importante en este punto que entiendan que la luz visible constituye únicamente una pequeña parte de todo el espectro electromagnético. Tendrán que pensar en diferentes

¹ Hay que tener en cuenta que el calor no es una forma de energía, sino un modo de transmitirla. De ahí que hayamos escrito ese término entre comillas, ya que es muy probable que los alumnos llamen así a la sensación térmica que reciban. No obstante, y para evitar complicar más la actividad, no se entrará en estas consideraciones, aunque la elección final dependerá del criterio del docente.

² Es lo que se conoce como la *ley de Kirchoff*: si un cuerpo está en equilibrio térmico con su entorno, su emisividad es igual a su absorptividad.

objetos que emitan algún tipo de radiación (microondas, aparato de rayos X, mando de la tele, etc.), e intentarán agruparlos en más energéticos (los de menor longitud de onda) y menos energéticos (mayor longitud de onda). Además, pueden reflexionar acerca de cuáles pueden emitir radiaciones perjudiciales para la salud.

Posteriormente han de manipular una nueva serie de objetos: un cuenco transparente de cristal o plástico, una botella de agua, un espejo y un folio blanco. Con ellos, de forma guiada, tienen que llegar a conseguir formar un arcoíris sobre el folio. Tendrán que llegar a la conclusión de que están percibiendo el resultado de la dispersión de la luz solar, o lo que es lo mismo, el espectro electromagnético correspondiente a la luz visible.

De vuelta al aula se proporcionará a cada equipo una tabla con las longitudes de ondas (ver Tabla I), en metros, y tendrán que hacer un modelo representando la luz infrarroja, visible y ultravioleta. Han de pensar cómo pueden representar unos tamaños tan pequeños, para lo cual se les indicará que han de utilizar como escala el nanómetro (10^{-9} m), que puede venir representado por un milímetro en el modelo.

Wave	Actual wavelength in meters (m)	Calculation	Actual wavelength in nanometers (nm)	Scale wavelength in millimeters (mm)
Infrared	1×10^{-6}			
Red	7.5×10^{-7}			
Orange	6.25×10^{-7}			
Yellow	5.75×10^{-7}			
Green	5.25×10^{-7}			
Blue	4.5×10^{-7}			
Violet	4.0×10^{-7}			
Ultraviolet	3.0×10^{-8}			

Tabla I. Datos con las longitudes de onda de los distintos colores correspondientes al rango visible del espectro electromagnético. Fuente: Discovery Education, (s.f.).

Una vez terminada la tabla, los miembros procederán a construir el modelo, pegando las tiras de diferentes colores y longitud adecuada horizontalmente una debajo de otra y marcando la longitud de onda real.

La siguiente parte consiste en construir un disco de Newton, para lo cual pueden utilizar las mismas cartulinas de colores que en la parte anterior. Por último se

experimentará con un espectroscopio casero realizado con un CD (Heredia, 2009), con el que, tras su construcción, podrán ver cómo la luz, al pasar por un prisma o rejilla de difracción (el espectrómetro casero, en este caso), se descompone en diferentes “colores” (longitudes de onda). Han de averiguar si el orden de los colores que obtienen se corresponde con el del modelo que hicieron anteriormente. Además, han de comentar qué diferencias observan al variar la fuente de luz (distintos tipos de bombillas, luz solar, etc.). Finalmente, todo este contenido se integrará en la interpretación de distintos espectros electromagnéticos reales (ver por ejemplo la Figura 1), debiendo explicar cómo los científicos obtienen con ellos información sobre los cuerpos celestes.

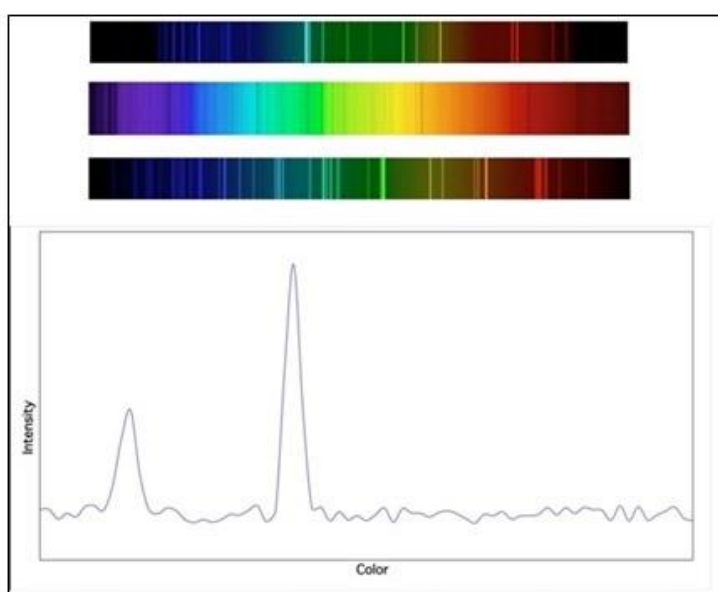


Figura 1. Ejemplo de espectro electromagnético para ser trabajado por el alumnado. Fuente: (LASP. s.f.).

Actividad 2. Mythbusters: Greenhouse Effect, Global Warming and Ozone depletion

Esta actividad se ha diseñado para facilitar la adquisición de un conocimiento científicamente correcto sobre el calentamiento global, el efecto invernadero y la destrucción de la capa de ozono, debido a las numerosas ideas previas presentes tanto en el alumnado como en los docentes, y a los errores transmitidos por los medios de comunicación respecto a estas temáticas (Karpudewan, Michael y Chandrakase, 2015). Distintos alumnos elegidos al azar explicarán en qué creen que consisten estos fenómenos, qué relación guardan entre ellos y cuáles son sus causas. Posteriormente toda la clase analizará los vídeos, en inglés, de *How Stuff Works* (s.f.)³. Los mismos estudiantes

³ En estos vídeos se les pregunta a “ciudadanos de a pie” cuáles creen que son las causas del cambio climático. Las respuestas dadas están plagadas de ideas alternativas y probablemente coincidirán con las que ofrezca el propio alumnado. Al final de la actividad se pondrá de manifiesto cómo la visión de este fenómeno está “globalmente distorsionada” por casi todos.

pueden realizar entrevistas parecidas a otros compañeros del centro, profesores, personal y padres. Pueden elegir las respuestas más interesantes y editar un vídeo para colgarlo en el blog del colegio. Si se estima conveniente, adicionalmente, se les puede pedir realizar un cuestionario (Markiewicz, 2015, p. 133) en el que se pondrán de manifiesto las principales ideas alternativas sobre esta temática. A continuación, se les pedirá que indaguen, buscando información sobre el tema, siendo críticos con las fuentes de información consultadas.

Opcionalmente, también se les puede mostrar un vídeo (*Global Warming, Green House Effect, Ozone Layer Video for Kids*, s.f.) donde se explica el efecto invernadero, el calentamiento global y la función protectora de la capa de ozono. En este caso, se pedirá al alumnado que encuentre los posibles errores que contiene y que los corrija, utilizando como base la información obtenida previamente. Asimismo, para seguir ahondando en el sentido crítico, se les puede proponer buscar en casa información relacionada con este tema en cualquier medio de comunicación: radio, televisión, el propio libro de texto, podcasts científicos, videos de Youtube, etc., recogiendo errores o contenidos que puedan generar concepciones alternativas.

La siguiente sesión comenzará con la preparación del experimento “Efecto invernadero embotellado”. Se trata de llenar dos botellas con la misma cantidad de agua, vertiendo en una de ellas una pastilla efervescente, que liberará CO₂. Se pondrán las dos al Sol, midiendo la temperatura a intervalos regulares de tiempo. Se pueden generar gráficas donde se represente la temperatura respecto al tiempo de exposición, y cada grupo deberá realizar una pequeña exposición explicando los datos recopilados y analizando los posibles errores metodológicos que hayan podido cometer. Por último, analizarán el experimento, debatiendo si lo consideran adecuado o no, y si reproduce realmente lo que sucede en la atmósfera. Para finalizar la actividad, se podrá visionar y comentar el capítulo de la serie *Mythbusters*, “*Mythbusters tests global warming theory – does CO₂ warm air?*” (Discovery Channel, s.f.) donde se recogen las principales concepciones alternativas respecto a esta temática.

Actividad 3. Goldilocks and the three Planets

PROBLEM: Earth is, as far as we know, the only planet with life in our Solar System. Some planets are too cold and some are too hot. Understanding the reasons behind the temperature differences in our Solar System is the key to understanding the conditions that make a planet habitable. So, why is Earth the only planet with life, and how do we know it?

Después de plantearles el problema, se generará una tormenta de ideas, y a continuación del debate se comentarán las propuestas de cada equipo y se procederá a la siguiente parte de la actividad.

Para empezar a encontrar las respuestas más adecuadas, se analizarán las condiciones físicas que hacen la Tierra habitable, comparándolas con las de Venus y

Marte, mediante el programa flash accesible en *Laboratory for Atmospheric and Space Physics* (s.f.). El alumnado comparará los espectros electromagnéticos de las atmósferas de los tres planetas, y analizará las gráficas proporcionadas por el programa. A partir de esta información deben relacionar la presencia de ciertos compuestos con el efecto invernadero natural, que permite que se mantenga una temperatura superficial adecuada para la presencia de agua líquida y el mantenimiento de la vida. Generarán sus conclusiones y las presentarán al resto de la clase utilizando algún soporte digital. La presentación ha de incluir toda la información posible que sería necesaria para futuros viajeros espaciales, como el tamaño del planeta, su distancia al Sol, duración estimada del viaje, duración del día y del año en términos de días terrestres, temperatura superficial, etc. Además, han de incluir cuanta información crean relevante.

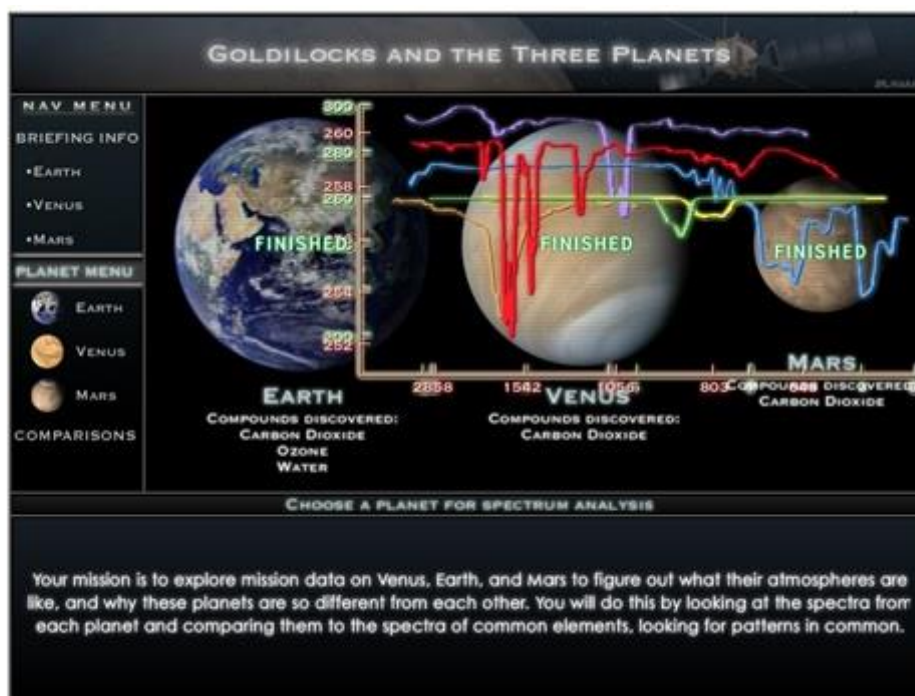


Figura 2. Resultados del análisis de los espectros electromagnéticos de las atmósferas de Venus, la Tierra y Marte, de la actividad “Goldilocks and the Three Planets”. Fuente: (Laboratory for Atmospheric and Space Physics, s.f.).

Actividad 4. Water, water everywhere

PROBLEM: Where does water come from? What makes water so unique? Compare the three states of water and think where you can observe them in nature. What other substance can you observe in nature in its different physical states? What happens to water molecules when it changes from one state to another? What powers the water cycle? What does the word “cycle” imply? How are the clouds formed? What are they made of?

Esta actividad pretende servir para el estudio del ciclo del agua. Al entrar en el aula, se verán varios puestos previamente preparados con diversos objetos. En una mesa se encontrarán dos latas de refresco, una “muy fría” y otra a temperatura ambiente, en la siguiente, una planta anteriormente regada y envuelta en una bolsa de plástico transparente, y en la última, un cuenco con hielo. El alumnado pasará por todas las mesas y rellenará una hoja nombrando los distintos procesos involucrados (Tabla II).

STUDENT WORKSHEET #1		
Name the processes that you witness in each station. Can you think of their opposites? Are all of them present in nature’s water cycle?		
	PROCESS	ITS OPPOSITE
Cold soda can		
Plant in a bag		
Bowl with ice cubes		

Tabla II. Tabla con algunas de las preguntas propuestas sobre los procesos del ciclo del agua relacionados con los objetos y sistemas presentados al alumnado. El listado completo se encuentra en Markiewicz (2015).

Después se repartirá un diagrama sobre el ciclo del agua (Markiewicz, 2015, p. 148) y los estudiantes, individualmente, han de completarlo y contestar a varias cuestiones, incluyendo los procesos que faltan y explicando brevemente en qué consiste cada uno de ellos. Una idea previa arraigada que se intentará corregir será la creencia de que las nubes consisten en vapor de agua, cuando en realidad están formadas por gotas muy pequeñas de agua en estado líquido (en este caso puede servir de análogo la neblina que se forma cuando nos duchamos con agua caliente en invierno).

A continuación se propondrá que por grupos hagan una maqueta del ciclo del agua, diseñando sus propios modelos supervisados por el docente. Finalmente, tendrán que buscar información sobre la importancia del problema de la escasez de agua en el mundo, aportando ideas o propuestas que contribuyan a mejorar esta situación.

Actividad 5. Kelvin Climb

PROBLEM: Can you think of any organisms that don’t need any form of water to survive? About 3.8 billions of years ago, there was liquid water on Mars. What proof do you think scientists have of that occurrence? You know how the water cycle works. How is it possible for the water to just disappear from Mars’ surface?

Se trata de una actividad interdisciplinar en la que se pretende desarrollar varias habilidades, como la interpretación de espectros electromagnéticos y gráficas, integrar el

conocimiento sobre el efecto invernadero con las condiciones climáticas en un planeta, aplicar los conocimientos adquiridos sobre el ciclo del agua, conocer las condiciones de temperatura superficial en otros planetas (tema bastante de actualidad en las noticias y medios de comunicación), y explicar su relación con la presencia de vida en la Tierra.

En primer lugar se explicará en qué consiste la misión MAVEN (*The Mars Atmospheric and Volatile Evolution*), en marcha desde el año 2013 (*NASA Science*, s.f.), con la que se pretende mejorar la comprensión de la historia atmosférica de Marte, a fin averiguar qué ocurrió con el agua líquida que existía en su superficie. A partir de ahí, se les plantearán algunas preguntas que les hagan reflexionar sobre la relación entre la presencia de agua en estado líquido y la existencia de vida. Se pretende que la tormenta de ideas lleve a la deducción de la necesidad de agua líquida superficial para la vida, al menos, tal y como la conocemos. Mediante el programa interactivo flash del proyecto *Spectra (Laboratory for Atmospheric and Space Physics*, s.f.), han de crear su propio planeta, indagando acerca de las condiciones necesarias para la existencia de agua líquida superficial en el mismo. El número de magnitudes físicas implicadas (masa, distancia a la estrella, albedo, densidad del planeta, presión atmosférica, etc.) les debe llevar a manejar varios conceptos de forma simultánea, integrando lo aprendido anteriormente (en otras actividades, o en cursos anteriores). En particular, el concepto de *cuerpo negro* es necesario, así como el uso de la ley de Planck. Además, se ha de profundizar en la noción de *albedo*, fundamental para ajustar ciertos parámetros, como por ejemplo la temperatura superficial. El alumnado debe llegar a la conclusión de que un efecto invernadero intenso repercutiría en temperaturas muy altas que imposibilitarían la formación de vida.

Después han de compartir los resultados y debatir las diferentes opciones, por ejemplo: ¿qué ocurriría con el albedo si la temperatura aumentara o disminuyera?, ¿cómo afectaría su valor a la presencia de distintas sustancias?, etc. Para ayudar a la comprensión de esta parte se propone que los estudiantes traigan objetos diversos que podrían modelizar y representar ciertos rasgos de la superficie (por ejemplo: un tazón con agua podría representar a los océanos, un trozo de tela blanca a la nieve, etc.). Si el día está soleado, esta parte se puede realizar en el patio del colegio, intentando representar dos modelos opuestos: el modelo “*bola de nieve*” (correspondiente a la Tierra hace 750 millones de años aproximadamente, con una glaciación global y un albedo extremadamente elevado) y el de “**efecto invernadero desbocado**” (que correspondería al caso de Venus, por ejemplo).

Finalmente, cada grupo elaborará un póster con su diseño del planeta, explicando las condiciones que permiten la existencia de agua en estado líquido en su superficie, y si sería posible la presencia de vida en el mismo.

Actividad 6. Podcast-Videocast

Esta actividad está pensada para desarrollarse paralelamente con las demás, de forma que cada grupo elegirá una de ellas, y se encargará de recopilar el material elaborado para incluirlo en un podcast o videocast que se colgaría en el blog o página web

del colegio, o incluso en la mayor plataforma de podcast existente en la actualidad, que es ivoox (<http://www.ivoox.com/>). De esta forma, no solamente se promueve el desarrollo de la competencia digital, sino el aprendizaje de nuevas tecnologías aplicadas a los conocimientos que van adquiriendo a lo largo del curso. Dado que requiere gran creatividad y colaboración entre los componentes del grupo, se pretende asimismo fomentar el trabajo colaborativo y desarrollar las competencias sociales.

Por último, el contenido quedará fácilmente accesible para otros compañeros, ya que puede descargarse desde un simple teléfono móvil o tableta digital, cuyo uso está cada vez más extendido entre los estudiantes, incluso desde edades tempranas.

Nota: los autores de este artículo quieren agradecer a los revisores las muy acertadas correcciones y sugerencias propuestas.

BIBLIOGRAFÍA

ARAGÓN, M. M. (2007): Las ciencias experimentales y la enseñanza bilingüe. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 152–175.

BADIA, A., y GARCÍA, C. (2006): Incorporación de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje basados en la elaboración colaborativa de proyectos. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 3(2), 42–54.

BONALS, J. (2005): *El trabajo en pequeños grupos en el aula* (2ª ed.). Barcelona: Graó.

KARPUDEWAN, M., ROTH, W. M. y CHANDRAKESAN, K. (2015): Remediating misconception on climate change among secondary school students in Malaysia. *Environmental Education Research*, 21(4), 631-648.

DISCOVERY CHANNEL. (s.f.): MythBusters | Discovery. Recuperado de <http://www.discovery.com/tv-shows/mythbusters/>.

DISCOVERY EDUCATION. (s.f.): The color spectrum: How does it works? | Free Lesson Plans | Teachers | Digital textbooks and standards-aligned educational resources. Recuperado de <http://www.discoveryeducation.com/teachers/free-lesson-plans/the-color-spectrum-how-does-it-work.cfm>.

GAGO, J. M., ZIMAN, J., CARO, P., CONSTANTINOU, C., DVIES, G., PARCHMANN, I., RANNIKMÄE, M., y SJOBERG, S. (2004): *Increasing human resources for Science and Technology in Europe. RTD info*. Luxembourg. Recuperado de https://ec.europa.eu/research/conferences/2004/sciprof/pdf/final_en.pdf.

GARCÍA, S. (2009): La Enseñanza Bilingüe en las Ciencias Experimentales. *Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas*, 16.

GIL-PÉREZ, D., MACEDO, B., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., SIFREDO, C., VALDÉS, P., y VILCHES, A. (2005): ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes

de 15 a 18 años. Santiago, Chile. Recuperado de:

<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001390/139003S.pdf>.

GLOBAL WARMING, GREEN HOUSE EFFECT, OZONE LAYER VIDEO FOR KIDS. (s.f.): Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=-RMD88DNaGk>.

HEREDIA ÁVALOS, S (2009): Como construir un espectroscopio casero con un CD. *Revista Eureka para la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 491-495.

HOW STUFF WORKS. (s.f.): What is the Greenhouse Effect? Recuperado de <http://science.howstuffworks.com/environmental/203-what-is-the-greenhouse-effect-video.htm>.

KOÇAKOĞLU, M., TÜRKMEN, L., y SOLAK, K. (2010): Motivational styles in problem-based learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 615–619.

LABORATORY FOR ATMOSPHERIC AND SPACE PHYSICS. (s.f.): Project Spectra! Recuperado de <http://lasp.colorado.edu/home/education/k-12/project-spectra/>.

LASP. (s.f.): Graphing the Rainbow. Recuperado de http://lasp.colorado.edu/home/wp-content/uploads/2011/08/graphing_rainbow_stdnt_postrevaccess.pdf.

MARKIEWICZ, A. (2015): *Búsqueda de vida fuera del planeta Tierra. Banco de actividades para Educación Secundaria*. Granada: Universidad de Granada. Recuperado de <http://digibug.ugr.es/handle/10481/36589>.

MONEREO, C., y POZO, J. I. (2007): Competencias para convivir con el siglo XXI. *Cuadernos de Pedagogía*, 370, 12–18.

MORALES, P., y LANDA, V. (2004): Aprendizaje basado en problemas. Problem Based - Learning. *Theoria*, 13, 145–157.

NASA. (s.f.). Missions - MAVEN - NASA Science. Recuperado de <http://science.nasa.gov/missions/maven/>.

ORTEGA-MARTÍN, J. L. (2015): La realidad de la enseñanza bilingüe. *Cuadernos de Pedagogía*, 458.

OSBORNE, J., y DILLON, J. (2008): *Science education in Europe: Critical reflections: a report to the Nuffield Foundation*. Recuperado de <http://www.fisica.unina.it/traces/attachments/article/149/Nuffield-Foundation-Osborne-Dillon-Science-Education-in-Europe.pdf>
papers2://publication/uuid/FA17ED57-71AF-429E-B7E5-D9E33DA4A538.

OTERO, J., y CAMPANARIO, J. M. (2000): Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 18, 155-170.

PERALES, F. J., y VÍLCHEZ-GONZÁLEZ, J. M. (2012): Libros de texto: ni contigo ni sin ti tienen mis males remedio. *Alambique*, 70, 75–82.

RAMOS GARCÍA, M. A. (2013): Relevancia de los contenidos vinculados al entorno próximo en el desarrollo de competencias básicas. Propuesta de actuación didáctica para el área de ciencias en la etapa Secundaria. *Revista de Didácticas Específicas*, 9, 30-46.

REAL DECRETO 1631/2006 POR EL QUE SE ESTABLECEN LAS ENSEÑANZAS MÍNIMAS CORRESPONDIENTES A LA EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA (2007): *Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria*. (Publicado en BOE, nº 5, de 5 de enero de 2007). Recuperado de <http://www.boe.es/boe/dias/2007/01/05/pdfs/A00677-00773.pdf>.

REAL DECRETO 1105/2014 POR EL QUE SE ESTABLECE EL CURRÍCULO BÁSICO DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA Y DEL BACHILLERATO (2015): *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*. (Publicado en BOE, nº 3, de 3 de enero de 2015). Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>.

ROCARD, M., CSERMELY, P., JORDE, D., LENZEN, D., WALBERG-HENRIKSSON, H., y HEMMO, V. (2007): *Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. RTD info. Belgium. Recuperado de http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf.

SCHREINER, C., y SJØBERG, S. (2010): *The ROSE project: An overview and key findings*. Oslo.

SIEGEL, M. A. (2012): Filling in the distance between us: group metacognition during Problem Solving in a Secondary Education course. *Journal of Science Education and Technology*, 21(3), 325–341.

STEPIEN, W., y GALLAGHER, S. (1993): Problem-Based Learning: as authentic as it gets. *Educational Leadership*, 50(7), 25–28.

URIBE, D., GUTIÉRREZ, J., y MADRID, D. (2008): Las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje del inglés como idioma extranjero: Estudio de una muestra en el sur de España. *Porta Linguarum*, 10, 85–100.

YUS, R., FERNÁNDEZ, M., GALLARDO, M., BARQUÍN, J., SEPÚLVEDA, M. P., y SERVÁN, M. J. (2013): La competencia científica y su evaluación. Análisis de las pruebas estandarizadas de PISA. *Revista de Educación*, 360, 557–576.

ZENTENO-MENDOZA, B. E., y GARRITZ, A. (2010): Secuencias Dialógicas, la Dimensión CTS y asuntos socio-científicos en la enseñanza de la Química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 2–25.