

EXPERIMENTAR EN PRIMARIA: UNA PROPUESTA PARA LA DIDÁCTICA DE LA ASTRONOMÍA

EXPERIMENTING IN PRIMARY EDUCATION: A PROPOSAL FOR THE TEACHING OF ASTRONOMY

EDUARDO PÉREZ MIGUEL

GRADUADO EN EDUCACIÓN PRIMARIA

xclimb@gmail.com

ORCID [lo incluirá el editor tras la evaluación anónima]:

Recibido 11 de octubre de 2016/Aceptado: 12 de enero de 2017

Cómo citar:

DOI: <https://doi.org/10.24197/trp.30.2017.115-136>

Resumen: La experimentación se ha configurado como uno de los recursos más recomendados y utilizados en la didáctica de las ciencias, y representa, sin duda, un recurso metodológico ideal para poder desarrollar actividades en las que los alumnos puedan trabajar utilizando el método científico y poder caminar hacia la competencia científica. Sin embargo, la forma en la que los alumnos experimentan no puede ser estática, sino que debe evolucionar a lo largo de la Educación Primaria para adaptarse a los cambios psicológicos de esta etapa. En el último ciclo de Primaria, uno de estos cambios es el desarrollo de la abstracción y el pensamiento simbólico. Este trabajo propone una nueva idea para enriquecer el modelo de experimentación mediante un breve proyecto sobre didáctica de la astronomía orientado a la Educación Primaria.

Palabras clave: Educación Primaria, experimentación, astronomía, pensamiento abstracto, experimentación mental

Abstract: Experimentation has become one of the most recommended resources in science education. It represents undoubtedly an ideal methodology to develop activities where students can work using the scientific method and be able to walk to scientific competence. However, the way to experiment cannot be static, but must evolve in primary education to adapt to the physiological changes of this stage. In the last year of primary school, one of these changes is the development of abstraction and symbolic thought. This paper proposes a new idea to enrich the experimental model through a project on teaching of astronomy in primary education.

Keywords: Primary Education, experimentation, astronomy, abstract thinking, mental experimentation

Sumario:

1. Introducción
 2. ¿Cómo introducir la experimentación en el aula?
 3. Propuesta didáctica
 4. Conclusiones
-

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de la didáctica de las ciencias, la experimentación ha terminado configurándose en la escuela como uno de los recursos más reconocidos. Esto tiene que ver con la aceptación general de que para aprender es necesaria una actitud activa y una metodología donde predomine la manipulación de objetos o materiales como medio para vivir en primera persona los logros y las dificultades que surgen de la ciencia (Aranda et al, 2012).

Cuando nos aproximamos a la enseñanza de algunas ciencias en particular, descubrimos que puede ser necesario hacer pequeñas matizaciones respecto a los métodos empleados en la enseñanza generalizada de las ciencias. Es lógico pensar esto, ya que sabemos que no todas las ciencias son iguales, y mientras que para algunas puede resultar muy sencillo encontrar experimentos mediante los que trabajar los contenidos seleccionados, para otras puede resultar que, sencillamente, no existan experimentos o que estos sean demasiado complejos y no se puedan adecuar a las características de los alumnos.

La astronomía no ha sido a lo largo de su historia tan dependiente del método científico como otras ciencias. Las ciencias comunes se enriquecieron enormemente en tiempos cercanos al presente, cuando el método científico evolucionó, pero los principales conocimientos astronómicos surgieron y crecieron en épocas muy antiguas, tan solo condicionados por la observación humana y el anhelo de conocer y comprender el firmamento. Esto no ha sido así por casualidad, sino porque la astronomía es una ciencia principalmente observacional. Los contenidos astronómicos que hoy enseñamos a los niños en la escuela no son complejos, sino simplemente su comprensión está más vinculada a la experimentación con modelos que a la experimentación científica tradicional. Por ello, la didáctica de la astronomía, se sustenta principalmente sobre la elaboración de maquetas, de recreaciones del Sistema Solar y, en general, sobre la construcción de modelos mediante los cuales los alumnos puedan entender y explicar los fenómenos astronómicos cotidianos.

Este modelo de didáctica de la astronomía ha resultado bastante productivo para conseguir los objetivos pretendidos, pero tiene algunas limitaciones importantes. Por una parte, se está promocionando un modelo de astronomía en el que sus contenidos se presentan de una forma cerrada, es decir, presuponemos que los contenidos que queremos enseñar tienen un principio y un final, con lo que estamos cerrando inconscientemente la puerta a la progresión en el conocimiento. No podemos resignarnos a pensar que, en astronomía, el objetivo final es que los alumnos alcancen una comprensión de

fenómenos como el día, la noche, el año o las estaciones. ¿Con qué sentido? ¿Con la mera justificación de que es bonito saber? Y después... ¿qué? No podemos conformarnos con que en astronomía los contenidos terminen por ser estáticos y cerrados. La verdadera enseñanza científica, provenga de la astronomía o de la física, debe contribuir a desarrollar la competencia científica, lo que implica que cualquier ciencia proporcione, a su manera, recursos y herramientas para enfrentarse y poder entender las otras ciencias. Además, este carácter cerrado de los conocimientos astronómicos, unido a la supremacía de la observación y la representación, han contribuido a desarrollar una metodología científica en la que se ha minusvalorado un recurso científico esencial: la imaginación de diferentes escenarios, de diferentes situaciones que no tienen por qué existir en la realidad.

Por otra parte, hay que señalar que en la didáctica de la astronomía se han dejado de lado unos contenidos que encierran un enorme valor pedagógico para el desarrollo de la competencia científica: los referentes a la astronáutica. En el primer ciclo y en el segundo ciclo de Primaria, el currículo oficial no da lugar a poder considerar el tratamiento de estos contenidos, pero no ocurre lo mismo en el tercer ciclo, en el que se enuncia el universo como un contenido general, lo que abre la puerta a considerar su didáctica. La astronáutica nos ofrece unos contenidos muy propicios para trabajar la ciencia en la escuela. Además, no hay que menospreciar dos importantes detalles: la gran motivación que generan en nuestros alumnos y la ingente cantidad de material audiovisual que podemos encontrar en la red, gran parte de él diseñado con un exclusivo fin educativo.

A parte de por su presencia en el currículo oficial, dedicar tiempo y trabajo a mejorar la didáctica de la astronomía y la astronáutica, así como su utilización como disciplinas útiles para trabajar la ciencia en la escuela puede ser justificado a partir de varias ideas. En primer lugar, son ciencias con un gran potencial para promover la curiosidad innata de los alumnos y de generar motivación por conocer. En segundo lugar, tienen una gran proximidad en nuestra vida diaria y sus aprendizajes pueden ser contrastados en observaciones cotidianas. En tercer lugar, incitan con su estudio a desarrollar capacidades como la inteligencia espacial y la visualización, destrezas que poseerán una gran transversalidad en el resto de las tareas escolares y en la vida. En cuarto lugar, no requieren complicados conocimientos instrumentales para poder iniciarse en ellas. Solo con sentido común, observación y lógica se puede construir la base de una gran competencia científica. Y por último, pero no menos importante, la astronomía es una ciencia que puede resultar muy útil para fomentar el comienzo del pensamiento abstracto en el último ciclo de Educación Primaria.

2. ¿CÓMO INTRODUCIR LA EXPERIMENTACIÓN EN EL AULA?

La metodología principal sobre la que debe construirse todo proyecto educativo-científico es el principio de actividad. En las clases de ciencias la actividad se materializa a través de la experimentación, que representa el principal recurso para que nuestros alumnos manipulen, toquen, palpen, investiguen y, en definitiva, “cacharreen”.

Algunos autores defienden la experimentación como uno de los recursos más importantes en la enseñanza de las ciencias. Caravaca Martín (2010: 5-6) señala que “Para poder crear un aprendizaje y un conocimiento significativo en los niños y potenciar las habilidades cognitivas nos podemos apoyar en tres estrategias didácticas [...]: observación, resolución de problemas y experimentación. La experimentación es una estrategia didáctica que genera poner en práctica las hipótesis y explicaciones, para poder determinar lo que se observa y sacar las propias deducciones de los resultados de la experimentación.” Así mismo, Martí (2012) sostiene que, en la educación primaria, experimentar es un término genérico que se asocia a la acción de manipular; y concluye que la manipulación libre de materiales representa una práctica muy provechosa para familiarizarse con los objetos y sus características, así como con los procesos y los fenómenos científicos.

2.1. Las experiencias discrepantes

Una experiencia discrepante es un recurso cuya utilización en la enseñanza de las ciencias es defendida por muchos autores (Friedl (1997); Driver, Guesne y Tiberghien (1989), entre otros), que la consideran como el recurso más importante para conseguir que los alumnos cuestionen todas esas ideas incorrectas –o simplemente incompletas– que tendrán en su cabeza por el mero hecho de haber observado el mundo y de haber tratado instintivamente de darle una explicación. Las experiencias discrepantes también pueden cumplir otra función: presentar a los alumnos una realidad o unas leyes físicas desconocidas para ellos, de forma que puedan predisponerse a ampliar su conocimiento del mundo.

Martín Bravo y Navarro Guzmán (2009: 164) afirman que: “En el desarrollo del aprendizaje y la enseñanza son importantes los conflictos cognitivos, las discrepancias y las contradicciones. Estas discrepancias entre las expectativas o representaciones que el niño/a tiene ante un problema determinado y los resultados que ofrece el profesor son los que estimulan al niño a la consecución de un nuevo equilibrio más evolucionado y elaborado”.

Las experiencias discrepantes deberían estar presentes en una buena clase de ciencias, ya que no solo tienen la función de cumplir con los aspectos anteriormente descritos, sino que también son importantes por la riqueza que pueden aportar a nuestras clases en cuanto a la motivación, sorpresa y atracción que generan en nuestros alumnos. Descubrir algo que no nos esperamos siempre supondrá un claro estímulo para las personas a la hora de predisponerse a aprender algo nuevo.

Es importante preguntarnos cómo ha de ser presentada la información a los alumnos cuando finaliza su proceso de investigación personal. ¿Qué hacemos después de presentarles una discrepancia y dejarles un tiempo para que investiguen sobre ella? Esta idea es muy importante pues encierra en sí misma el verdadero valor y el significado de la experimentación y la investigación. Friedl (1997: 21) sostiene que: “Si los alumnos no logran encontrar todas las respuestas, estarán listos para sacar provecho de un tratamiento más tradicional del tema en este momento. Aun si el docente simplemente explica la respuesta, esas explicaciones ya no serán abstractas. A estas alturas los alumnos habrán puesto tanto esfuerzo en la experiencia que tendrá sumo interés en el resultado. Eso es mucho mejor que escuchar una explicación de algún principio abstracto encontrado en un libro.”

Por otra parte Tonucci (1995: 42) sugiere rentabilizar algo más, en la medida de lo posible, las experiencias discrepantes y afirma que: “Si tomamos en cuenta que uno de los mayores esfuerzos de un maestro es generar inquietudes, despertar curiosidades, una vez que claramente aparece una, ¿por qué cerrarla rápidamente con una respuesta?”.

2.2. La experimentación mental

En el último ciclo de la educación primaria es recomendable que la experimentación vaya organizándose de una forma cada vez más abstracta, de una forma en la que estimulemos a los alumnos a desarrollar el pensamiento abstracto, a concentrarse profundamente en la visualización de modelos y en la predicción de resultados sin la necesidad de tener que recurrir constantemente al experimento tradicional.

La experimentación mental puede ser un recurso muy útil para favorecer la aparición del pensamiento abstracto y del pensamiento científico hipotético-deductivo, pero no puede ser empleada en cualquier situación científica. Imaginemos un experimento químico tradicional en el que, por ejemplo, añadimos unas gotas de cierta sustancia química a una disolución y esta cambia de color. ¿Es posible que podamos recrear este experimento en nuestra mente? ¿Podemos predecir cómo será el cambio de color de la disolución y predecir

posteriormente otros cambios de color diferentes con sustancias químicas diferentes? No, no es posible hacer esto, y menos aún para alumnos de educación primaria, que necesitarían para ello unos conocimientos muy profundos sobre química, sobre la naturaleza de los elementos químicos, sobre física atómica, sobre la física de la luz y el color, etc. No tiene sentido hablar de experimentación mental cuando nos referimos a experimentos cuya comprensión profunda encierra una complejidad que va más allá de lo que imaginamos. Pero sí tiene sentido hablar de ella cuando lo que pretendemos hacer es trabajar a partir de modelos sencillos sobre los cuales resulta mucho más fácil, intuitiva y comprensible la realización de predicciones. La astronomía tradicional se construye sobre este tipo de modelos, unos modelos que son sencillos de comprender y de recrear para la mente que se inicia en los conocimientos astronómicos, tales como la recreación a escala del Sistema Solar o el movimiento de rotación terrestre que origina los días y las noches.

¿Cómo fomentaremos entonces la experimentación mental? De una forma lógica y sencilla. Vamos a familiarizar a nuestros alumnos con los diversos modelos con los que vamos a trabajar y, una vez que comprendan bien el funcionamiento y la mecánica de estos modelos, vamos a proponerles situaciones hipotéticas y a obligarles a que reflexionen sobre estas situaciones y a que hagan predicciones sin que puedan recurrir al modelo para ponerlas a prueba, tan solo visualizando en su mente cómo se comporta el modelo (que ya conocen) e intentando imaginar lo que sucederá. No obstante, después de realizar el esfuerzo cognitivo que conlleva la experimentación mental, sí puede ser recomendable que los alumnos recurran de nuevo al modelo real para intentar recrear las situaciones que han imaginado y para poner a prueba las predicciones que previamente han realizado. En este proyecto se han considerado dos posibles modelos para la experimentación astronómica. Uno de ellos es el modelo del sistema Sol (linterna) y Tierra (globo terráqueo) para el estudio de las sombras arrojadas por un gnomon vertical a lo largo del año. El otro modelo es el mecanismo del embudo gravitacional, que permite visualizar profundamente el comportamiento de la gravedad y la física de las órbitas.

3. PROPUESTA DIDÁCTICA

En la obra “Inmersos en el aire miramos al cielo” de Susana García y Cristina Martínez (2013), referente a la enseñanza de la meteorología y la astronomía en el aula, se abordan los contenidos más importantes que cualquier astrónomo elegiría para su enseñanza en las aulas. Al examinarla detenidamente nos damos cuenta de que propone unas actividades que resultan muy atractivas y que parecen encaminarse en la dirección correcta si el objetivo es conseguir una comprensión bastante buena de los conocimientos astronómicos que se

proponen. Pero si nos ponemos en la piel de un maestro, enseguida podremos deducir que la gran cantidad de contenidos y actividades presentadas será imposible de tratar en el tiempo que las programaciones didácticas de los centros contemplan para estos contenidos. Probablemente nos veamos obligados a elegir actividades entre todas las que disponemos, seguramente apoyándonos en criterios sencillos y poco pedagógicos.

Habría que seleccionar unos contenidos que ofrezcan una visión actual y estimulante, en los cuales se incluyan tópicos contemporáneos que transmitan la idea de los avances científicos y del progreso tecnológico. La astronáutica y la exploración espacial conforman la única rama de los contenidos de la astronomía en la que el progreso científico y los avances tecnológicos hacen acto de presencia. Esa es la principal razón por la que se ha seleccionado la Estación Espacial Internacional como otro de los contenidos y recursos educativos en la metodología de este proyecto.

Si queremos que las competencias básicas tengan la importancia que deben tener, los contenidos deben ser seleccionados para servir a esas competencias y no al revés. La metodología de este proyecto pretende edificarse sobre la importancia, no solo de la competencia científica, sino también de las competencias para aprender a aprender y de la autonomía e iniciativa personal. Esa es otra de las principales razones por las que la selección de los contenidos se ha diseñado de forma estricta y muy concreta.

El diseño didáctico de este proyecto se construye a partir de dos recursos principales. Uno de ellos es la Estación Espacial Internacional (EEI) junto con el embudo gravitacional; el otro es el reloj de sol junto con un modelo paralelo de experimentación que consistirá en el Sol (una linterna) y la Tierra (un globo terráqueo).

Es necesario entender la diferencia entre recursos y contenidos. Tanto la EEI como el reloj de sol o el globo terráqueo actuarán como recursos que se utilizarán para la presentación y la didáctica de muchos y variados contenidos de astronomía e incluso de física, aunque inevitablemente terminarán convirtiéndose también en contenidos en sí mismos, algo que el proyecto también persigue, pues son contenidos que se ajustan a las ideas expuestas en este trabajo.

3.1 La Estación Espacial Internacional (EEI)

Comenzamos resumiendo la justificación de la utilización educativa de la EEI mediante los siguientes argumentos:

- Permite que los estudiantes se aproximen a unos contenidos muy importantes de la física clásica (la masa, la aceleración, la fuerza...) a través de otros que, sin ser menos importantes, les resultan muy motivadores y novedosos (los astronautas, la ingravidez, el espacio, etc.).
- Permite poner en contacto a los alumnos con una variedad de experiencias altamente discrepantes para ellos, lo que sin duda potenciará el cambio conceptual y el aprendizaje significativo, ayudando a vencer los errores conceptuales que los alumnos se forman sobre la Tierra en los primeros cursos de Primaria.
- Al ser un espacio de referencia privilegiado en el que los objetos y los materiales se comportan de una forma poco familiar para nosotros, podemos utilizarlo para trabajar la creatividad, la elaboración de hipótesis y su posterior comprobación, sin duda habilidades nucleares en la competencia científica.
- Es un objeto celeste visible a simple vista desde la superficie terrestre, lo que será muy útil para introducir a los alumnos en la observación astronómica de una forma diferente y novedosa.
- Es un tema social y científico con una gran relevancia en la sociedad actual.

3.1.1. Contenidos

Utilizando la EEI como recurso se podrán trabajar los siguientes contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales:

- La relación entre masa, fuerza y aceleración.
- La fuerza G en la vida cotidiana y en los viajes espaciales.
- La fuerza centrífuga.
- La fuerza de la gravedad.
- El concepto de órbita y su naturaleza.
- La sensación aparente de ingravidez.
- La caída libre.
- La dependencia entre la orientación arriba-abajo y la fuerza gravitatoria.
- Medición de fuerzas (peso y fuerza centrífuga).
- Experimentación con fuerzas (peso, fuerza centrífuga y fuerza G).
- Experimentación en el embudo gravitacional.
- Experimentación mental sobre el embudo gravitacional.
- Valoración de los modelos como medio para realizar predicciones.

3.1.2. Metodología y actividades

En primer lugar, vamos a familiarizar a nuestros alumnos con el modelo del embudo gravitacional. El embudo gravitacional es probablemente el mejor recurso que existe para visualizar la gravedad y entender las órbitas espaciales. Es poco probable que el colegio cuente con un embudo gravitacional real para

que los alumnos experimenten. No obstante, es viable construir uno de una forma sencilla si se dispone de una banda de tela elástica y unas pinzas con las que fijarla a algún elemento de la clase, tal y como aparece explicado en un video de internet¹. Además, podemos mostrar a nuestros alumnos como funciona un embudo gravitacional mediante el visionado de videos de videos donde se muestra su mecanismo.

Dejaremos que los alumnos experimenten libremente con el embudo gravitacional y, posteriormente, dirigiremos dicha experimentación planteando una serie de preguntas a nuestros alumnos y reflexionando sobre ellas en gran grupo. Una vez que los alumnos conozcan el funcionamiento del embudo gravitacional estarán ya preparados para acercarse a otros contenidos como la ingravidez, la orientación arriba-abajo, la fuerza gravitatoria y, lógicamente, las órbitas. Para ello, se han elaborado actividades que han sido diseñadas apoyándose en el modelo de la tabla 1 y que se presentan a continuación. Finalmente se muestra una propuesta de cómo se puede aprovechar didácticamente el avistamiento de la EEI.

Tabla 1

ACTIVIDAD
Introducción motivadora de la actividad
Organizamos la reflexión grupal y detectamos ideas intuitivas
Elaboramos hipótesis
Introducimos experiencias discrepantes
¿Qué experimentos podemos realizar?
Extraemos conclusiones

LA INGRAVIDEZ
Se mostrará al alumnado una serie de fotos de la EEI, las comentaremos entre todos y trataremos de describir cómo es la estación, qué partes tiene y dónde está.
Vamos a realizar a los alumnos un conjunto de preguntas para que reflexionen sobre ellas en pequeños grupos. ¿Creéis que se puede vivir sin suelo? Fíjate en las fotos que has visto de la EEI, ¿dónde se apoya? ¿Dónde se apoya la Luna? ¿Dónde se apoyan las estrellas? ¿En el espacio hay suelo? Si es que no, ¿dónde se apoyan los astronautas cuando están en el espacio? ¿Se te ocurre alguna situación en la que tú o tus compañeros pudieseis estar un rato “sin suelo”? ¿Se te ocurren otras situaciones

¹ Gravity Visualiced. (<http://www.youtube.com/watch?v=MTY1Kje0yLg>)

<p>cotidianas o deportes en los que la gente viva “sin suelo” unos segundos? Después, pondremos en común las opiniones para el resto de la clase.</p>
<p>Propondremos al alumnado que busquen posibles explicaciones al hecho de que los astronautas floten en el espacio. Solo existen tres hipótesis posibles: (a) en el espacio no hay gravedad, (b) la gravedad existe y actúa permanentemente, pero existe alguna otra fuerza que, de alguna forma, la contrarresta, (c) los astronautas y la estación están permanentemente cayendo.</p>
<p>La propia ingravidez es en sí la mayor experiencia discrepante que podamos afrontar, pues es la que más se aleja de nuestra experiencia común. No obstante, vamos a mostrar en este punto al alumnado situaciones de ingravidez y situaciones semejantes pero en apariencia no relacionadas a las que posteriormente buscaremos una explicación: dos vídeos de personas en caída libre practicando paracaidismo²³, un vuelo parabólico de simulación de ingravidez⁴ y astronauta en ingravidez⁵.</p>
<p>Podemos realizar dos experimentos sencillos encaminados a comprender las semejanzas entre el estado de ingravidez y el estado de caída libre.</p> <p>1. Para el primer experimento vamos a necesitar un muelle (o mejor aún, un dinamómetro) y una pelota. Colgamos la pelota del muelle. Nos subimos a cierta altura (por ejemplo, un banco) sujetando el muelle de un extremo con las manos, y nos dejamos caer (sin saltar). Observamos que, antes de caer, el muelle estaba estirado debido a la fuerza del peso de la bola. Pero al dejarnos caer con él, el muelle se encoge. Si el muelle se encoge, podemos pensar que se debe a que la pelota “no pesa”.</p> <p>2. Otra variación de este experimento es hacer lo mismo pero con una botella llena de agua a la que se le ha hecho un agujerito. Por efecto de la gravedad, el agua escapa de la botella por el agujerito, pero comprobamos que durante la caída libre esto no sucede.</p> <p>Además, propondremos al alumnado la búsqueda de otras semejanzas entre el estado de ingravidez y la caída libre después de volver a visionar los vídeos anteriores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conservación del momento angular (las personas giran más despacio cuando extienden los brazos, tanto en ingravidez como en caída libre, algo que podremos comprobar comparando la similitud entre personas girando en caída libre y astronautas girando en ingravidez). -Cuerpo en estado de relajación con los brazos y las piernas semiflexionados en

² We are not crazy... WE ARE AMAZING! (<http://www.youtube.com/watch?v=b1An1MFwXxQ>)

³ Skydive Dubai - May 2011 (<http://www.youtube.com/watch?v=xFEN7BQ7Zus>)

⁴ zeroG Airbus A300 - Novespace Parabolic Flights – France (<http://www.youtube.com/watch?v=1ieR8hIXUIg>)

⁵ Life on the International Space Station HD (<http://www.com/watch?v=tgRMAVoHRbk>)

ambos casos.

-Posibilidad de hacer giros y piruetas en el aire.

Al final de esta actividad pretendemos que al alumnado compruebe por sí mismo y vivencie que el estado físico de caída libre es sorprendentemente parecido al estado de ingravidez que viven los astronautas. Los niños y los adultos tendemos a pensar inevitablemente que un astronauta flota en ingravidez porque no actúa sobre él ninguna fuerza gravitatoria. Con esta actividad pretendemos modificar esta idea. Por lo tanto, a la primera conclusión a la que tenemos que tratar de llegar es a la idea de que una persona o un objeto en caída libre están experimentando un estado aparente de ingravidez, y sin embargo, sí se encuentran dentro de un campo gravitatorio. La idea principal es que los astronautas, los satélites y la EEI se encuentran en permanente caída libre, pero tanto para los niños como para los adultos esta idea es difícil de asimilar por dos razones. La primera es que no somos capaces de entender que un objeto que esté en caída libre no llegue a estamparse en algún momento contra el suelo, en otras palabras, no podemos entender cómo algo que está cayendo mantiene su altura respecto al suelo invariable. La segunda es que tendemos a visualizar la caída libre y el impacto contra el suelo como algo inminente, pero no somos conscientes de que a grandes alturas un estado de caída libre puede durar varios minutos. Para ello puede ser interesante compartir con nuestros alumnos el famoso vídeo de Felix Baumgartner saltando desde la estratosfera, en el que la caída libre dura más de cuatro minutos⁶. De la misma forma, es importante que el alumnado visualice una hipotética caída libre desde mucha más altura. Desde el vacío del espacio o desde la altura de la Luna, ¿cuánto tardaríamos en caer hasta la Tierra? ¿Creéis que hay alguna forma posible para saber, en una hipotética caída libre desde esa altura, en qué orientación estaríamos cayendo?

La EEI y sus astronautas en el interior no caen nunca hacia la Tierra porque la fuerza de la gravedad es compensada por la fuerza centrífuga que aparece en todos los movimientos curvos. Las personas solemos visualizar bien esta fuerza cuando un coche da una curva cerrada en pocos segundos (porque es nuestra experiencia cotidiana), pero nos cuesta más visualizarla en una estación que tarda 91 minutos en dar una vuelta a la Tierra y en la que el movimiento curvo es tan lento que apenas se observa. Por eso, es importante que los alumnos investiguen sobre el tiempo que tardan los planetas en dar una vuelta al Sol, según la distancia a la que están alejados de él, y la comparen con el tiempo que tarda la EEI en dar una vuelta a la Tierra y el tiempo que tardaba una canica en completar un giro en nuestro embudo gravitacional. ¿Eres capaz de imaginar un embudo gravitacional tan grande como la Tierra? ¿Cuánto crees que tardaría la canica en completar una vuelta completa en él? ¿Con qué velocidad crees que tendríamos que tirar la canica hacia un lado para que no cayese al centro?

⁶ Red Bull Stratos - Felix Baumgartner (freefall from the edge of space)
<http://www.youtube.com/watch?v=YIj9XGLTGH8>

¿QUÉ SIGNIFICA ESTAR EN ÓRBITA?

Se muestra un vídeo grabado desde la EEI. En él podemos observar como la EEI se encuentra constantemente girando alrededor de la Tierra.⁷

Haremos que los alumnos reflexionen en pequeños grupos en torno a las siguientes cuestiones. Después, las pondremos en común para el resto de la clase.

¿Qué pasa si tiras una piedra al aire? ¿Vuelve a caer? ¿Y si la tiras con mucha fuerza?

Reflexiona sobre el vídeo que has visto en la introducción y obsérvalo atentamente. Pudiera parecer que la EEI está quieta y que es la Tierra la que gira bajo sus pies, sin embargo, sabemos que es la EEI la que gira y no al revés. ¿Por qué? (Fíjate en las estrellas de fondo). ¿Por qué crees que la EEI está siempre girando alrededor de la Tierra? ¿Por qué la Luna gira alrededor de la Tierra? ¿Por qué los planetas giran alrededor del Sol? ¿Por qué, en el universo, todo parece girar alrededor de todo?

¿Dónde comienza el espacio? Si saltas desde un árbol, caes; si saltas desde un avión, caes; si saltas desde un globo aerostático (mucho más alto que un avión), caes. Si saltas desde una altura de 1000 km (superior a la de la EEI), ¿caes? ¿A qué altura dejas de caer?

A partir de la reflexión que hemos propuesto se pueden elaborar diversas hipótesis:

- La fuerza que ejercemos contra el suelo es siempre la misma.
- La fuerza que ejercemos contra el suelo es mayor cuando nos suben hacia arriba y menor cuando nos bajan hacia abajo.
- Cualquier aceleración produce en nosotros una fuerza. Cualquier movimiento en curva produce en nosotros una fuerza.

Pediremos a los alumnos que dibujen en su cuaderno el gráfico del cañón de la cima de la montaña y que dibujen las trayectorias esperadas en el proyectil en función de un lanzamiento con diferentes velocidades. Empezaremos realizando estos dibujos sobre una Tierra teóricamente plana para poco a poco ir alejándonos e ir mostrando en los dibujos la curvatura de la Tierra. Los alumnos elaborarán hipótesis en pequeños grupos trabajando sobre las siguientes preguntas:

¿Es posible arrojar un proyectil al aire con tanta velocidad que ya no vuelva a caer? -¿A partir de qué altura en el espacio comienza la ingravidez? ¿En qué momento exacto los astronautas que viajan al espacio comienzan a sentir la

⁷ Earth -Time Lapse View from Space/Fly Over -Nasa
<http://www.youtube.com/watch?v=ls9yJTphLxg>

ingravidez?

Un objeto que se encuentre inmóvil en el espacio, ¿cae a algún lado o permanece siempre inmóvil?

Si los satélites siguen trayectorias curvas, ¿por qué no se alejan de la Tierra? ¿Por qué la Luna no se aleja de la Tierra y la vemos cada vez más pequeña? ¿Qué la mantiene siempre junto a nosotros? ¿Cómo pueden hacer los astronautas para volver a la Tierra desde la EEI?

Sin duda, el mejor experimento para que nuestros alumnos visualicen, experimenten personalmente y se acerquen al concepto de órbita es el embudo gravitacional^{8,9,10,11}. Un experimento sencillo para que los alumnos comprendan lo que los astronautas tienen que hacer para volver a bajar a la Tierra desde la EEI es visualizar este proceso en el embudo gravitacional. Si tenemos una canica girando alrededor del centro, ¿qué podemos hacer para que caiga hacia el embudo? (Disminuir su velocidad, por ejemplo, soplando).

Volveremos sobre las hipótesis planteadas al comienzo de la actividad para tratar entre todos de buscar sus respuestas visualizando el embudo gravitacional. Además, plantearemos nuevas preguntas a nuestros alumnos para que sepan asignar la relación correspondiente entre el embudo gravitacional y la realidad:

¿Qué representa el suelo en el embudo gravitacional? ¿Por qué el embudo gravitacional tiene más pendiente cerca del centro que en los extremos? ¿Qué relación tiene esto con la realidad?

Imagina que eres una pequeña canica en la superficie de la Tierra, es decir, en el fondo del embudo, ¿puedes evitar caer en el suelo solo si saltas en dirección vertical? ¿Qué trayectoria tienes que seguir lejos del suelo para evitar caer al interior del embudo? ¿Qué semejanzas encuentras entre ese movimiento y el movimiento de la Estación Espacial Internacional? ¿Y entre las órbitas de la Luna y los planetas?

Los satélites y la Luna en órbita, ¿se encuentran fuera de la atracción gravitatoria?

Observa el embudo gravitacional compuesto e imagina que un agujero representa la Tierra y el otro la Luna, sabiendo que el resto de la superficie representa el espacio, ¿existe algún punto en el que un objeto pueda permanecer inmóvil en el espacio sin caer hacia ninguno de los dos agujeros?

EL SUELO Y EL TECHO

⁸ Gravity Visualized (<http://www.youtube.com/watch?v=MTY1Kje0yLg>)

⁹ Gravitation Funnel Marble Run (<http://www.youtube.com/watch?v=wPsTs2dt04>)

¹⁰ Science of Hyperbolic Funnel by HyperTek (<http://www.youtube.com/watch?v=JIMpd9wO3Rw>)

¹¹ Imbuto Gravitazionale - Gravitational funnel (<http://www.youtube.com/watch?v=GYZhZTU9JnIQ>)

Utilizamos un divertido vídeo¹² de youtube que los irá poniendo en situación sobre lo que van a aprender y actuará también como una pequeña experiencia discrepante. En el vídeo observamos un escalador subiendo por lo que a primera vista nos parece una pared vertical, pero después la cámara se sitúa horizontalmente y comprobamos que lo que parecía una pared es en realidad el suelo.

Los alumnos debatirán en pequeño grupo sobre las siguientes cuestiones. Elaborarán respuestas grupales por escrito y después las pondrán brevemente en común.

¿Cuál es el suelo en el vídeo que acabamos de ver? ¿Qué creías que era al comienzo del vídeo el hielo por donde va el alpinista, el suelo o la pared? ¿Por qué?

¿Cómo sabemos distinguir en la vida cotidiana lo que es el suelo de lo que es una pared o el techo? ¿Y si intentan engañarnos como en el vídeo?

Es previsible que los alumnos, como muchos adultos, tengan un concepto de la orientación arriba-abajo fuertemente condicionado por el pensamiento lógico de la realidad cotidiana, en la que siempre observamos a los objetos caer en la misma dirección, a pesar de la curvatura de la Tierra.

En esta actividad los alumnos pueden establecer las siguientes hipótesis:

- Existe una direccionalidad absoluta en el universo de arriba y abajo.
- Los conceptos arriba y abajo dependen de la orientación que tenga la cámara. Abajo siempre es la base del encuadre y arriba es el techo. Arriba y abajo es una dirección independiente del encuadre y paralela siempre a las trayectorias de los objetos en caída libre.

Visionamos un vídeo¹³ de la EEI en youtube, sobre el que iremos comentando las numerosas experiencias discrepantes que en él aparecen:

- El astronauta atraviesa módulos con diferentes orientaciones y en todos ellos tiene que elegir un “suelo”, aunque los diferentes “suelos” no tengan la misma orientación entre sí.
- En un momento dado vemos que la cinta para correr está situada en la pared en lugar de en el suelo.
- Al final del vídeo, la máquina de entrenamiento parece estar en el techo, pero tanto el astronauta como la cámara que graba giran 180 grados y lo que parecía el techo se convierte sin problemas en el suelo.

Visionamos otro vídeo¹⁴ en el que podemos observar cómo la EEI orbita a gran velocidad sobre la Tierra y sin embargo siempre tenemos la sensación de que

¹² Y cuando llega el invierno... Hieloooooo (<http://www.youtube.com/watch?v=LHrb0wrFeS4>)

¹³ International Space Station Tour 2012 (HD) ISS Tour (http://www.youtube.com/watch?v=afBm0Dpfj_k)

¹⁴ 200 Miles Above Earth - Time Lapse View from the ISS at Night (<http://www.youtube.com/watch?v=82JyM0h6ukw>)

estamos “encima” de la Tierra y nunca debajo como intuitivamente debería parecernos cuando sobrevolásemos la Antártida, continente que siempre hemos localizado “debajo” de la Tierra.

Un experimento interesante para superar el egocentrismo y la rigidez de nuestro sistema de referencia consiste en que los propios alumnos creen sus fotos y vídeos en los que el suelo o el techo sean concebidos como otros puntos de orientación diferentes, al igual que con el ejemplo de la introducción. Los alumnos experimentarán con diferentes encuadres y tratarán de engañar con sus fotos a sus compañeros sobre la orientación arriba-abajo.

Hablar de direccionalidad arriba-abajo solo tiene sentido cuando nos encontramos firmes en la superficie de algún cuerpo y presionados por su fuerza gravitatoria. Una actividad interesante para concluir este apartado será la siguiente: el profesor seleccionará una gran cantidad de fotografías, tanto de la superficie de la Tierra, como del espacio o de astronautas en la EEI. Las fotografías se irán proyectando en clase con orientaciones aleatorias y entre todos decidiremos cuál debe ser la orientación correcta. En algunas fotos será lógico hablar de orientación correcta y en otras no, en las que haremos ver a los alumnos que cualquier orientación es posible porque no existen el arriba ni el abajo.

- ¿Cómo podemos rentabilizar didácticamente un avistamiento de la EEI?

La Estación Espacial Internacional es visible desde la Tierra en determinadas situaciones. Si queremos aprovechar este recurso para aprender, para generar motivación y, a la vez, para introducir a nuestros alumnos en la observación astronómica de una forma diferente, novedosa y didáctica, podemos trabajar previamente sobre las siguientes ideas:

¿Por qué podemos ver la EEI?

Haremos que los niños investiguen en la web “ISS Observation”¹⁵ hasta que encuentren la siguiente frase: “The International Space Station can easily be spotted with the naked eye. Because of its size (110m x 100m x 30m) it reflects very much sunlight”. A partir de aquí podemos explicar que la EEI brilla en el cielo porque, al igual que la Luna, la infraestructura de la EEI y sus placas solares reflejan una gran cantidad de luz solar.

¿Cuándo es visible la EEI?

La EEI (ISS, siglas en inglés) brilla porque refleja la luz del Sol. Por el día será obviamente invisible, porque la luz del Sol nos deslumbra y hace que todos los

¹⁵ <http://iss.astroviever.net>

objetos celestes, salvo la Luna, sean invisibles. Por otra parte, de noche la EEI se encuentra en la zona de sombra de la Tierra y por lo tanto tampoco recibe luz del Sol. Así pues, la EEI solo puede ser visible en los atardeceres y en los amaneceres. En estos momentos la luz del Sol ya no nos deslumbra, pero la EEI aún recibe luz solar debido a la altura a la que se encuentra.

¿Cuánto brilla la EEI?

Explicaremos a nuestros alumnos que esto dependerá, al igual que otros cuerpos celestes, de la luz que emita y la distancia a la que se encuentre de nosotros. La EEI orbita a unos 400 km de altura, lo que significará que si pasa por encima de nosotros la tendremos a una distancia de 400 km. Por otra parte, si sobrevuela una zona lejana tendremos que ser conscientes de que aparecerá más baja en el cielo y su brillo será menor. Para hacernos una idea del brillo de la EEI los alumnos seleccionarán la posición de España en la web “ISS Observation” y accederán a los próximos avistamientos que acontecerán en nuestra zona. En ellos se especifica la magnitud (brillo máximo) que se expresa mediante un número negativo. Cuanto más pequeño es el número más brilla el objeto celeste (un objeto de magnitud -4 brilla más que uno de -3). La EEI puede alcanzar un brillo máximo en nuestra zona de -3,2, equiparable al de Venus y superior al de las estrellas más brillantes si las condiciones son favorables.

¿A qué velocidad se mueve la EEI por el cielo?

Los alumnos han estudiado que la EEI orbita la Tierra a una velocidad cercana a los 28.000 km/h. Conociendo este dato trabajaremos con algunas preguntas y suposiciones. ¿A qué velocidad vuela un avión? ¿A qué altura vuelan los aviones en el cielo? ¿Con qué velocidad vemos moverse un avión?

La EEI se desplaza a una velocidad alrededor a 30 veces superior a la de un avión, pero por otro lado, la EEI se encuentra 30 veces más lejos de nosotros que un avión. Por lo tanto veremos que la EEI se desplaza por el cielo con una velocidad similar a la que lo hace un avión.

¿Qué recorrido seguirá la EEI por el cielo?

Para conocer esto trabajaremos sobre la trayectoria que seguirá la EEI en cada avistamiento. Dicha trayectoria aparece dibujada en la web “ISS Observation”. El maestro podrá imprimir un mapa del avistamiento para cada grupo de alumnos y ellos tendrán que orientarlo con ayuda de la brújula. Una vez orientado podremos deducir a qué orientación tendremos que mirar y a qué altura

en el cielo conociendo la distancia a la que se encontrará de nosotros la EEI cada momento. Podremos conocer también la posición de la EEI en directo en la web www.isstracker.com.

3.2 El Globo Terráqueo y el Reloj de Sol

El reloj de sol puede emplearse como un recurso educativo en las aulas, tal y como se viene haciendo en la didáctica de los contenidos astronómicos. Es suficiente con indagar brevemente en la red para descubrir algunos proyectos de profesores de colegios e institutos que ya han realizado alguna actividad con sus alumnos utilizando el reloj de sol¹⁶ ¹⁷ ¹⁸. Sin embargo, la mayoría de estas propuestas didácticas se reducen únicamente a los procedimientos de construir y utilizar el reloj de sol, pero dejan de lado las estrategias y las habilidades principales que deben perseguirse en cualquier actividad didáctica en materia científica, es decir, la incorporación de experiencias discrepantes, la reflexión, la elaboración de hipótesis y el intento de comprobación de esas hipótesis.

El autor Irmgard M. Burtscher (2011) propone en su obra “Pequeños-grandes científicos” el análisis y la experimentación con las sombras que arrojan los objetos como medio para estudiar y comprender la posición y la trayectoria del Sol por el cielo y su influencia sobre los días y las estaciones. Este recurso puede resultar muy interesante para acercar a los alumnos algunos contenidos astronómicos importantes, pues tiene la virtud de que con él se pueden crear modelos y experimentos para tratar conceptos en principio inabordables, como puede ser la trayectoria del Sol por el cielo. Al comprender la trayectoria del Sol por el cielo, estamos trabajando también el núcleo conceptual relativo a la orientación y los puntos cardinales, siendo esta, probablemente, la única forma para lograr una comprensión profunda de estos conceptos.

3.2.1. Contenidos

Utilizando los recursos combinados del globo terráqueo y el reloj de sol se podrán trabajar los siguientes contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales:

- Los puntos cardinales.
- La duración del día en función de las estaciones.
- La posición y trayectoria del Sol en función de los días y las estaciones.
- Los conceptos de solsticio y equinoccio.

¹⁶ Laurenkrotoski. Proyecto de reloj de sol para la escuela primaria. <http://www.ehowenespanol.com>

¹⁷ GANGUI, A. Cómo construir y usar en el aula un sencillo reloj de sol. <http://www.cienciahoy.org.ar>

¹⁸ Almudena. Reloj de sol para Educación Primaria. <http://www.educacion-primaria.es>

- Los conceptos de amanecer, atardecer y mediodía.
- El movimiento de rotación terrestre.
- La inclinación del eje terrestre y sus consecuencias.
- El plano de la eclíptica.
- Por qué algunos meridianos y paralelos tienen nombre propio: Trópico de Cáncer, Trópico de Capricornio, Círculo Polar Ártico y Círculo Polar Antártico.
- Construcción de modelos astronómicos sobre los que experimentar: el globo terráqueo modificado y el reloj de sol.
- Experimentación con modelos astronómicos para elaborar predicciones.
- Valoración de los modelos como medio para realizar predicciones y para comprender los conceptos astronómicos.

3.2.2. Metodología y actividades

En primer lugar, los alumnos tendrán que construir los modelos que van a utilizar a lo largo de toda la actividad. Los alumnos trabajarán por grupos. Dirigiendo y configurando estos grupos, el maestro podrá fomentar en el aula el aprendizaje cooperativo.

El primer modelo consistirá en un tipo de reloj de sol cuyo diseño es el más sencillo de todos los que existen. Está compuesto de una base horizontal y un gnomon vertical. Su construcción no lleva más de unos minutos. Para construir el segundo modelo solo necesitaremos un globo terráqueo, unas pegatinas para indicar los puntos cardinales y un alfiler que hará las veces de gnomon.

Utilizando estos dos modelos como recursos, el maestro podrá abordar de una forma experimental la totalidad de los contenidos que se enuncian en el inicio y, probablemente, muchos otros. A continuación se muestran tres ejemplos.

- El sentido de la rotación terrestre.

Propondremos a nuestros alumnos que investiguen la dirección de las sombras por la mañana y por la tarde. Para ello pueden emplear las sombras que arrojan objetos verticales como las farolas o utilizar su propio reloj de sol que tendrán que orientar previamente con ayuda de una brújula. Comprobarán que las sombras señalan hacia el NW por las mañanas y hacia el NE por las tardes. Con una linterna y el modelo del globo terráqueo modificado podrán experimentar con la rotación terrestre para ver en cuál de los dos sentidos la sombra que arroja la aguja se corresponde con lo que hemos observado en la realidad. La conclusión es que la Tierra rota de oeste a este.

- El concepto de mediodía

Propondremos a nuestros alumnos que iluminen el globo terráqueo y que observen cómo se ilumina solo la mitad del globo. Les pediremos que recreen en él el recorrido que sigue España desde el amanecer hasta el atardecer y, posteriormente, que investiguen sobre cuál es la mitad de ese recorrido y qué características cumple la sombra de nuestra aguja en ese punto concreto del día. Llegaremos a la conclusión de que, en la mitad del día, las sombras alcanzan su tamaño más corto y señalan siempre hacia el norte. Les indicaremos que tracen una línea que señale el norte en su reloj de sol. De esta forma, y con el reloj de sol orientado, los alumnos podrán saber cuándo es exactamente mediodía cada día. A partir de aquí podrán investigar también si el mediodía es siempre a la misma hora o no. Esto podrá servir en el futuro para acercarnos a conceptos más complejos como la ecuación de tiempo.

- La trayectoria del Sol por el cielo.

Conociendo ya el sentido de la rotación terrestre, les indicaremos a nuestros alumnos que dibujen el recorrido que siguen las sombras a lo largo de un día entero. Para ello, deberán situar primero un pequeño papel debajo de la aguja del globo terráqueo. Un alumno sostendrá la linterna, otro realizará pequeños giros de rotación y un tercero dibujará las sombras que va arrojando la aguja en el papel inferior. En el propio papel en el que se dibujarán las sombras también hay que dibujar los puntos cardinales. Después, se extraerá el papel y se dibujarán esas mismas sombras a una escala mayor sobre el reloj de sol. Las sombras podrán numerarse para saber qué orden siguen. Después, los alumnos irán experimentando uno por uno con la linterna y el reloj de sol para conseguir que el lápiz arroje las sombras que hemos dibujado. La linterna representará el Sol y los alumnos podrán comprobar cómo éste sale por el este, corona hacia el sur y se esconde por el oeste.

Como podemos ver, conociendo en esencia los principales conceptos astronómicos, podemos encontrar la forma de trabajarlos a partir de estos dos modelos. La metodología principal de estas actividades consiste en un constante viaje de ida y vuelta entre el globo terráqueo y el reloj de sol, o lo que es lo mismo, un viaje de ida y vuelta entre dos sistemas de referencia que funcionan de la misma forma pero que están orientados de forma diferente. Con solo utilizar esta metodología veremos que aparecen también conceptos astronómicos de forma indirecta. Por ejemplo, el alumno puede preguntarse por qué siempre tenemos que enfocar al globo terráqueo situando la linterna (el Sol) en el mismo plano (el plano del suelo). Podremos explicarle sencillamente que esto debe ser así porque la Tierra, el Sol y los planetas se mueven siempre en el

mismo plano (plano de la eclíptica), tal y como habrán observado en innumerables representaciones del Sistema Solar.

4. CONCLUSIONES

Este proyecto pretende ser una guía para todos aquellos maestros que tengan interés e iniciativa en aprender permanentemente sobre educación y deseen mejorar la enseñanza de las ciencias y, más concretamente, de la astronomía en sus aulas. Para ello, se han presentado una serie de recursos en los que se presupone un gran valor didáctico. Cada educador tendrá que adaptar estos recursos a las características del contexto en el que se desenvuelva. Por otra parte, el maestro deberá trabajar también para seleccionar los contenidos que quiere enseñar con estos recursos y elegir cuál es la mejor forma para hacerlo partiendo de todo lo que aquí se ha expuesto y de las ideas que se han proporcionado.

Los recursos han sido diseñados pensando también en la disponibilidad de materiales de los centros. Se ha intentado adaptarlos de forma que el acceso a ellos sea posible para el maestro. Por ejemplo, disponer de un embudo gravitacional como los de los museos será prácticamente imposible, por lo que se investigó la forma de crear uno partiendo de una pieza de tela elástica y unos soportes, una sencilla pero poderosa adaptación que podrá contribuir a que se haga posible el trabajo con el embudo gravitacional en las aulas. El resto de los materiales descritos en el proyecto formará parte, seguramente, del material original que poseen los centros. En caso contrario, tampoco será difícil que los alumnos puedan conseguirlos.

Una de las conclusiones más importantes a las que se ha llegado trabajando en este proyecto ha sido la importancia del cambio de paradigma a la hora de pensar en la selección de los contenidos. Inconscientemente, los maestros tratamos de elegir los contenidos con la idea de no dejarnos nada del programa en el tintero, de no dejar nada en el libro de texto sin tocar. Hemos visto que esto es un gran error, especialmente en la didáctica de las ciencias. Sin duda, resultará mucho más productivo pensar en los mejores recursos de que disponemos y en ideas de la didáctica y utilizarlos como punto de partida para seleccionar los contenidos que mejor se adaptan a ellos, que seguramente terminarán siendo también los que más motivan a los alumnos, ya que serán los que mejor comprenderán. En astronomía hemos tendido a enseñar a los niños las estaciones y la órbita de la Tierra primero y después nos hemos empeñado en que entendiesen por qué en verano hace más calor que en invierno, sin mucho éxito. Ahora hemos visto como lo más difícil de comprender debe

enseñarse primero empleando para ello todos los recursos. Después, seguramente, el alumno descubrirá el resto, lo fácil, por sí mismo.

Observamos también como, en educación, seguimos otorgando inconscientemente una importancia superior a algunas competencias en detrimento de otras. La mayoría de nosotros hablamos de las competencias para aprender a aprender y de la autonomía e iniciativa personal. Algo en nuestro interior nos dice que sí, que realmente esas son las competencias que más contribuirán en nuestra edad adulta al progreso en la vida. Pero seguimos sin saber qué hacer para desarrollarlas eficazmente en la escuela y seguimos considerándola en nuestros diseños tan solo de una forma somera. ¿Y si la clave para trabajar de verdad esas competencias radica también en la forma en la que seleccionamos los contenidos y en ellos mismos? Esta es una de las ideas más importantes que han aparecido en este trabajo. En didáctica de las ciencias, algunas actividades se prestarán más para trabajar mediante experiencias discrepantes, otras serán más oportunas para elaborar hipótesis y predicciones y habrá unas terceras que nos permitirán diseñar unos experimentos productivos, interesantes e innovadores. Si elegimos los contenidos sin tener en cuenta todas estas ideas terminaremos frustrándonos por no encontrar recursos para trabajar cada cosa. Por otro lado, si los elegimos teniendo presentes todas estas ideas expuestas sabremos ya cómo tendremos que enfocar la metodología para desarrollar cada actividad.

Y por último, debemos cuestionarnos el alcance que puede llegar a tener el desarrollo del pensamiento experimental. Vivimos en una sociedad en la que teorizar está mal visto, en la que la mayoría de las personas, cuando no pueden explicar algo, se conforman con un “yo no me planteo esa situación”. Esta cultura debe ser erradicada completamente en las aulas, en las que debe fomentarse con gran intensidad la actitud contraria, la de cuestionarse el “qué pasaría si...”. Porque este es el último y el más alto escalón que puede alcanzarse en el conocimiento científico. Porque solo comprendiendo todas las posibilidades podremos hacer predicciones certeras y tomar las decisiones apropiadas para avanzar en la dirección que nos proponemos

BIBLIOGRAFÍA

ARANDA, R. y otros. (2012). *La experimentación en la enseñanza de las ciencias*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia

BURTSCHER, I. (2011). *Pequeños-grandes científicos. Experimentamos con el agua, el aire, los fenómenos atmosféricos, el Sol y la Luna y el tiempo*. Madrid: Narcea, S.A. de Ediciones.

CARAVACA MARTÍN, I. (2010). “Conocimiento del entorno: acercamiento infantil al saber científico”. *Revista Digital Innovación y experiencias educativas*, núm. 36.

DRIVER, R., GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Ediciones Morata S. L.

FRIEDL, A. (1997). *Enseñar ciencias a los niños*. Barcelona: Gedisa.

GARCÍA, S. y MARTÍNEZ, C. (2013). *Inmersos en el aire miramos al cielo. Los fenómenos atmosféricos y astronómicos*. Barcelona: Graó.

MARTÍ, J. (2012). *Aprender ciencias en la educación primaria*. Barcelona: Graó.

MARTÍN BRAVO, C. y NAVARRO GUZMAN, J. (Coords). (2009). *Psicología del desarrollo para docentes*. Madrid: Ediciones Pirámide.

ORDEN ECI/2211/2007, de 12 de julio, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación primaria». *Boletín Oficial del Estado*, 20 de julio de 2007, núm. 13972.

ORDEN ECI/3857/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Maestro en Educación Primaria». *Boletín Oficial del Estado*, 29 de diciembre de 2007, núm. 22449.

RED ESPAÑOLA DE INFORMACIÓN SOBRE EDUCACIÓN. *La enseñanza de las ciencias en Europa: políticas nacionales, prácticas e investigación*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

TONUCCI, F. (1995). “El niño y la Ciencia” en *Con ojos de maestro, Gladys Kochen (trad.)*, Buenos Aires, Troquel (Serie Flacso acción).