

Hechos, Mitos y Creencias sobre la Electricidad Atmosférica desde una Perspectiva Didáctica

Cláudia Serrano^a, António J. Neto^b, A. Heitor Reis^{ac}

^aCentro de Geofísica de Évora, R. Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora, Portugal, claudiaferrano@clix.pt

^bCentro de Estudios de Historia y Filosofía de la Ciencia, Universidad de Évora, 7002-554 Évora, Portugal, aneto@uevora.pt

^cDepartamento de Física, Universidad de Évora, R. Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora, Portugal, ahr@uevora.pt

Resumen

Es indiscutible hoy el valor social de la educación en ciencias. Los fenómenos naturales observados desde temprano por los alumnos precisan explicaciones de naturaleza científica. Entre éstos está la electricidad atmosférica que, no obstante un fenómeno natural relativamente bien explicado en nuestros días, frecuentemente aparece asociado a ciertos mitos, temores y fantasmas, muchas veces sin ningún fundamento. En este artículo, se presentan algunos de los resultados de un estudio empírico que fue realizado precisamente sobre este tema, los intervinientes siendo alumnos del 8.º año de enseñanza de dos escuelas del Alentejo, dos profesoras de Ciencias Físico-Químicas más los investigadores. En este estudio, inspirado en la etnografía, se empezó con la elaboración, por los alumnos, de un trabajo de averiguación sobre los hechos reales, mitos y creencias referentes a la electricidad con el propósito de, después de haber debatido en la aula sobre algunas de las limitaciones de estos elementos del conocimiento común, confrontar aquéllos con las explicaciones científicas correspondientes, planteadas a través de pequeñas anécdotas didácticas elaboradas por los investigadores.

Cuadro teórico

En los últimos años se han intensificado los debates acerca de la necesidad de fomentar en los alumnos niveles de cultura o de conocimiento más elevados, especialmente el conocimiento científico, tema en que los documentos americanos *National Science Education Standards* o *Benchmarks for Science Literacy* (incorporado en el Proyecto 2061, A.A.A.S., 1989) y el informe inglés *Beyond 2000: Science Education for the Future* (Millar e Osborne, 1998) constituyen referencias de peso. Para los *National Science Education Standards*, el conocimiento científico es conceptualizado como el conocimiento y la comprensión de los conceptos y procesos científicos indispensables al aplicar decisiones fundamentadas, que es un requisito imprescindible en nuestra sociedad actual que está profundamente marcada por el desarrollo científico y tecnológico.

Portugal, junto con otros países, particularmente los de la OCDE, participó en el estudio internacional PISA 2000 (Ramalho, 2003; OCDE, 2004) sobre los conceptos y competencias estructurantes del conocimiento científico de alumnos de 15 años en esos países, independientemente del año de escolaridad en el que se encontraban. Este proyecto tuvo como propósito hacer una aproximación al

conocimiento como una habilidad amplia y pluralística, y no sólo como un contenido curricular, enfatizando la capacidad para utilizar el conocimiento y el saber acerca de la ciencia y para aplicar procesos y conceptos relativos a problemas y situaciones del mundo real. Cuando se evalúan estas capacidades, se puede hacer un enjuiciamiento acerca de si la educación científica formal está realmente a preparar a los jóvenes ciudadanos para su futura participación en sociedades que están cada vez más marcadas por avances científicos y tecnológicos y se éstos tienen las condiciones para aplicar aquello que han aprendido en contextos nuevos, tanto en la escuela como fuera. Siguiendo esta línea, se han venido a definir, al nivel de enseñanza básica y secundaria portuguesa, las habilidades esenciales que se deberían promover por las escuelas, con vista al conocimiento científico, habiendo un consenso en la idea de que hay una desigualdad creciente entre la educación en ciencias en nuestras escuelas y las necesidades e intereses de los jóvenes en su papel de ciudadanos.

Las rápidas mudanzas tecnológicas y la globalización del mercado exigen el desarrollo, por parte de los jóvenes, de habilidades de pensamiento potenciadoras de la capacidad de *aprender a aprender*, la única forma de garantizar su adaptación a los desafíos que la sociedad de información les plantea (Delors et al., 1996). Estas habilidades no se cuadran con una enseñanza de las ciencias donde hay un compartimiento en contenidos desconectados entre ellos y con poca relación directa a los fenómenos naturales. Por eso, se convierte importantísimo promover la interdisciplinariedad, en el papel de baluarte del desarrollo del currículo escolar. Sin embargo, esto no significa que se abandonen las disciplinas, ni tampoco que ello suponga una “pluri-especialización” para el profesor.

Lo que se impone cada vez más es la necesidad de un trabajo de equipo pluridisciplinar que, basado en una mayor ligación entre las disciplinas escolares, pueda asegurar una contextualización más efectiva de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y no apenas dejando que el alumno se quede limitado a sus propias e inmediatas experiencias. Un trabajo verdaderamente contextualizado, aunque siempre comenzando por el saber de los alumnos, deberá desarrollar habilidades más globales, especialmente aquellas de orientación científica, que le ayuden a ampliar sus conocimientos iniciales. Se intenta de esta manera un saber que ponga a los alumnos en un campo más amplio de conocimientos, el tal *conocimiento global*, de modo que puedan integrarse efectivamente en la sociedad, actuando en ella, con una interacción e interfiriendo en ella en diferentes perspectivas y contextos.

Fue exactamente en esta línea que la Asociación de Educación en Ciencias del Reino Unido desarrolló el proyecto internacional *Science: The Global Dimension* (Brownlie et al., 2003), en el cual claramente surge como destacado el papel pedagógico del conocimiento global, basado en la interacción entre los diversos campos de conocimiento sectoriales, partiendo de ejes conceptuales estructurantes. En este conocimiento global, como propone Porlán (1995), puede ser importante tratar de tres categorías analíticas de conocimiento: el conocimiento científico, el conocimiento espontáneo (o conocimiento común) y el conocimiento escolar.

Pero si es verdad que en la construcción del conocimiento escolar se tiene que tratar obligatoriamente del conocimiento científico, también hoy es fundamental que lo mismo suceda con respecto al conocimiento espontáneo. Para Vygotsky (1995), se trata, aún más, de dos categorías de conocimiento que, aunque son distintas, son sin embargo dialécticas, o sea, ambas son fundamentales en la estructuración del aprendizaje y el desarrollo humano, y que pueden ser caracterizadas de la siguiente forma (Neto, 1998):

- *conocimiento espontáneo* – conocimiento que el alumno asimila naturalmente a través de su interacción con el medio físico, social y cultural;
- *el conocimiento científico* – conocimiento que el alumno propio adquiere de una manera formal y sistemática, generalmente a través de la intervención de la escuela.

Aunque Vygotsky ha hecho una clara distinción entre los dos tipos de conocimiento y también destaca, como ya se mencionó anteriormente, los mecanismos de interacción entre ellos, considerando que el conocimiento espontáneo y el conocimiento científico son característicos, respectivamente, del pensamiento infantil y del pensamiento adulto científicamente alfabetizado. Piaget, por su lado, prácticamente excluye la interacción entre las dos categorías de conocimiento, ya que piensa que el niño sólo alcanza el pensamiento maduro del adulto si consigue substituir el conocimiento espontáneo por el conocimiento científico. Se trata de una perspectiva parecida a la de Bachelard (1984) que mejor se expresa con la siguiente cita: “se pone imposible limpiar del todo y de una vez los conocimientos de siempre. Cuando se le presenta la cultura científica, el espíritu nunca es joven. Es de hecho muy viejo, porque tiene la misma edad que sus ideas preconcebidas”.

En el estudio acerca de la interacción entre el conocimiento científico y el conocimiento espontáneo, Vygotsky frecuentemente utilizó la analogía, heredada de Goethe, sobre lo que ocurre, en términos de la correlativa interacción entre la lengua materna y la lengua extranjera. Tal como el aprendizaje de esta última nos ayuda a tener conciencia de las estructuras de la lengua materna, el aprendizaje del conocimiento científico nos permite desarrollar habilidades reflexivas y metacognitivas que nos ayudan a tener conciencia del conocimiento espontáneo, transformándolo en aquello que puede ser transformable. Además, tal como la lengua materna sirve de terreno para el aprendizaje de la lengua extranjera, el conocimiento espontáneo puede servir de fundamento para el aprendizaje del conocimiento científico. Y es por eso que es importante investigar las ideas previas (espontáneas e intuitivas) de los alumnos y tratar de transformarlas, algo que constituye el muelle propulsor del influyente movimiento de los *Conceptos Alternativos*, el gran responsable por el fuerte impulso que la investigación sobre la didáctica de las ciencias tuvo a partir de la década de los 70 en el siglo XX.

Así es fundamental que hoy los alumnos, mucho antes de un aprendizaje formal del conocimiento científico, piensen y construyan creencias e ideas acerca de los

fenómenos de su vivencia, las cuales le permitirán responder a las exigencias en cualquier momento de sus vidas. Tal como dice Vygotsky (1995), “el aprendizaje del niño comienza mucho antes del aprendizaje escolar”.

Los alumnos y hasta el ciudadano común y corriente sienten propensión a considerar que sus creencias e ideas estén correctas sin sentir la necesidad de ponerlas a prueba, y esto es una de las causas de la persistencia de ideas alternativas en la mente de la gente.

Estas ideas corresponden a conocimientos desarrollados por el ciudadano común con la intención de comprender y explicar fenómenos del día a día. Como dice Ortega y Gasset (2001), “las creencias constituyen la base de nuestra vida porque ellas nos ponen delante de lo que para nosotros es la realidad. Toda nuestra conducta, aun la intelectual, depende de lo que sea para nosotros el sistema de nuestras creencias auténticas”. Según Porlán (1995), las creencias son importantes en el trabajo científico, que hasta pueden instigar importantes puntos de vista epistemológicos y, eventualmente, hacer que se admita o se averigüe el tipo concreto de explicaciones. Estas creencias también son importantes en la relación entre a ciencia y la experiencia cotidiana.

Algunas de las ideas usadas por los alumnos sobre el mundo natural son persistentes y se mantienen, aunque éstes vayan a clases de ciencias. Para algunos de los alumnos los conocimientos científicos aprendidos pueden ser explicados en contextos escolares estereotipados, como por ejemplo en preguntas de examen. En cambio estas ideas no se aplican fuera de la escuela, en la interpretación cotidiana de los fenómenos naturales.

Tenemos que aceptar que los alumnos piensan y actúan en función de sus ideas personales y que estas ideas, construídas en un contexto social y cultural, se pueden modificar en el futuro por el mismo proceso constructivo y comunicativo. Igualmente se tiene que tomar en cuenta que cada alumno es, al fin y al cabo, el actor principal y el responsable por su proceso de cambio y evolución, es decir, tenderá a transformar sus ideas personales si considera que los nuevos conceptos son más útiles que los suyos.

Desarrollado en el cuadro de planteamientos ya mencionado, el presente estudio tuvo de esta manera como gran objetivo la búsqueda sistemática y fundamentada de hechos, mitos y creencias sobre la electricidad atmosférica, analisándolos con base en la ciencia. El propósito es de hacer una ligación entre el conocimiento científico y el conocimiento común y despertar en los profesores otras formas de abordar este asunto para que se quedé más comprensible para los alumnos.

Desarrollo del Estudio

La investigación empírica en este artículo se refiere a un estudio de naturaleza esencialmente cualitativa y de fuerte inspiración etnográfica. La investigación, asentada en una provechosa asociación entre los autores del artículo

y dos profesoras de Ciencias Físico-Químicas, envolvió, además, siete clases de alumnos del 8.º año de dos escuelas del Alentejo, una de Mértola y la otra de Alcácer do Sal.

Los alumnos estaban a estudiar el tema interdisciplinario de *Mudanza Global*, integrado en el programa de la disciplina citada y, aprovechando una fructífera experiencia anterior de cooperación entre el equipo de investigadores y las profesoras participantes, fue posible potenciar el estudio de la unidad antedicha en una perspectiva de pesquisa de hechos, creencias y mitos relacionados con la electricidad atmosférica, típicos de la cultura en que los alumnos viven. Por eso, éstos fueron estimulados a buscar y recopilar elementos culturales de ese tipo, comenzando con apoyos visuales adecuados, complementados con conversaciones con elementos de las comunidades a las que pertenecen.

Ya que el estudio tenía una orientación etnográfica y que además hace parte de una estrategia híbrida pedagógica, no se buscó cualquier dimensión cuantitativa, interpretada, por ejemplo, en la cuantificación de frecuencias de categorías conceptuales identificadas. Por eso, los resultados que se presentarán en seguida incluyen sobre todo, una muestra de representaciones compiladas por los alumnos y de pequeñas anécdotas científicas que pretienden servir de contrapunto a estas representaciones y modos espontáneos de explicar los dichos fenómenos. La finalidad de estas anécdotas es doble: permitir, por un lado, el debate con los alumnos de perspectivas científicas relacionadas con el tema estudiado y, por otro, contribuir a la construcción de un cuadro didáctico que pueda ser utilizado en la capacitación de profesores, con el propósito de que éstos desarrollen una base sólida de conocimiento pedagógico del contenido relevante (Shulman, 1987).

El desarrollo del abordaje empírico del estudio significó, en concreto, las siguientes fases fundamentales:

1. División, en cada clase, de los alumnos en grupos de trabajo, normalmente compuestos de cuatro elementos. Clarificación del objetivo fundamental de la actividad del grupo, concretamente recoger y compilar hechos, creencias y mitos relacionados con la electricidad atmosférica. La consecución de este objetivo conllevó una actividad transversal a toda la unidad didáctica, reservándose, en cada clase, algún tiempo para orientar los alumnos en las asignaciones que tenían que desarrollar, encaminándolos a que clarificaran, sistematizaran y regularan el trabajo que les había sido pedido.

Para cuadrar la actividad en el currículo en desarrollo y para facilitar la asignación de los alumnos, se les distribuyeron en esta sesión recortes de periódicos o revistas y viñetas sacadas de los libros escolares y de divulgación, en los cuales, de primera en los grupos y luego con la clase entera, tendrían que identificar aspectos supuestamente relacionados con la electricidad atmosférica. En esta fase de la actividad, el objetivo era más de que los alumnos

comenzaran a hacer un inventario libre de que se les pidiera explicaciones elaboradas, particularmente aquellas de aspecto científico.

2. En una segunda fase, y después del trabajo preparatorio de contextualización y de incentivar, los alumnos quedaron responsables por efectuar y sistematizar, en trabajo de grupo apoyado, una recoja, de lo más que pudieran, de hechos, mitos y creencias relacionados con la electricidad atmosférica. Para eso, se les sugirió una pesquisa bibliográfica hecha en libros y en el Internet, y además con parientes y amigos, por ejemplo a través de proverbios derivados de la tradición popular. En sintonía con los objetivos y planteamientos teóricos del estudio, esto fue fuertemente recomendado, ya que los alumnos habían sido concientizados anteriormente con respecto a la importancia del conocimiento espontáneo dentro de la cultura popular y, al mismo tiempo, al papel del conocimiento científico como elemento ampliador y enriquecedor de esa cultura.
3. En una tercera fase, en trabajo colectivo de la clase y a base de la compilación hecha por cada grupo en la fase anterior, se elaboró una lista global en cada clase, una vez que los profesores habían promovido un debate con los alumnos alrededor de las situaciones presentadas. De este modo se trató de que los alumnos llegaran a una primera idea sobre los límites de la validez científica de algunas de las representaciones inventariadas y, por consecuencia, sobre el papel del aprendizaje de conceptos científicos en la superación de los condicionantes explicativos del conocimiento de sentido común.
4. En una cuarta fase, otra vez tomando como base el trabajo desarrollado por los alumnos hasta ese punto con el apoyo de las profesoras, en un trabajo de provechosa aparcería entre éstas y los investigadores, se prosiguió a una selección de los datos que parecían más significativos e ilustrativos del conocimiento del sentido común, siendo éstos en la siguiente lista:

- Los rayos nunca caen dos veces en el mismo sitio;
- Rayo no cae en palo caído;
- Después de tronar, siempre hay una lluvia fuerte;
- Si un trueno seco en el cielo rimbomba, temporal violento nos augura;
- Trueno lejos, lluvia cerca;
- Aguas de trueno, a veces sí, a veces no;
- Relámpagos al norte, viento fuerte;
- Mayo que no tiene trueno no da nada estimado;
- Mayo sin truenos es como un burro sin orejas;
- Trueno en mayo pasa pronto;
- No hay mayo sin truenos ni hombre sin pantalones;
- Si un trueno seco en el cielo rimbomba, temporal violento nos augura;
- Trueno lejos, lluvia cerca;
- Aguas de trueno, a veces sí, a veces no;
- Por la mañana truenos, por la tarde tifones;
- Sólo se acuerdan de Santa Bárbara, cuando truena;

- Del trueno me escapé y con el relámpago me encontré;
- No se pueden sujetar objetos metálicos durante las tempestades;
- Andar con una “piedra de rayo” en el bolsillo evita los rayos;
- No se debe hablar por teléfono cuando hay truenos;
- No se debe estar al lado del hogar cuando hay truenos;
- No se debe bañar con duchas eléctricas durante las tempestades;
- Cuando hay trueno se debe alejar de las caídas de agua;
- Cuando hay trueno no se debe permanecer dentro de un coche;
- Cuando hay trueno no se debe permanecer dentro de un avión en vuelo;

5. En una quinta fase, y porque el objetivo era confrontar los alumnos con explicaciones científicas consistentes para ciertas suposiciones y representaciones del sentido común, se hizo un análisis selectivo de los datos de la lista anterior, retirándose aquellos donde no era posible dar una explicación científica adecuada. Así hubo una nueva lista, que está en la tabla abajo, en la columna representativa del “conocimiento común”.
6. En una 6.^a fase, el grupo de investigadores elaboró unas pequeñas anécdotas científicas con un gran sentido didáctico que, al mismo tiempo que sirvieran de contrapunto a las explicaciones de sentido común, también pudieran servir de apoyatura a los profesores en la construcción de una base de conocimiento pedagógico de contenidos adecuados a este tema (Alves, 2002, Uman, 1986, Walter, 1990). El resultado de ese trabajo se encuentra incluido en la tabla sinóptica que viene enseguida, asociado a la segunda columna de la tabla, la que representa el “conocimiento científico” :

Conocimiento Común	Conocimiento Científico
<ul style="list-style-type: none"> • Los rayos nunca caen dos veces en el mismo sitio; 	<p>En este caso, son raras las excepciones que relámpagos no vengan a ocurrir en el mismo sitio. Sitios como la parte alta de edificios, torres de telecomunicaciones, torres y cables conductores de líneas de transmisión de energía eléctrica, árboles en campos abiertos, cumbres de montañas, todos estos lugares favorecen el golpe de un rayo. La parte más baja de las nubes produce una carga positiva en la superficie de la Tierra o en el punto más alto de la superficie terrestre. Entre la nube y la Tierra se establece un campo eléctrico creándose de este modo condiciones favorables a las descargas eléctricas. Estas descargas eléctricas provocan la ionización del aire. La región entre la nube y el suelo se pone a funcionar como un conductor. Los puntos más altos están rodeados por un campo eléctrico muy intenso.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Rayo no cae en palo caído; 	<p>Podrá ser falso. Cuando el rayo llega al suelo, la corriente eléctrica se esparce y se propaga parcialmente por la horizontal. No se debe estar parado ni se debe yacer, pero sí de cuclillas. Así, la cabeza se mantiene baja, mientras se reduce al máximo el área de contacto con el suelo. Con un área de contacto mínimo, la posibilidad de establecer una corriente eléctrica de un lado del área de contacto para el otro también es mínima.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Después de tronar, siempre hay una lluvia fuerte; • Si un trueno seco en el cielo rimbomba, temporal violento nos augura; 	<p>A veces las gotas de agua en las nubes quedan parcialmente suspendidas por los campos eléctricos locales. Un relámpago que surge puede debilitar estos campos, provocando una caída aguda de las gotas – una lluvia torrencial. Cuando se vuelven a intensificar los campos eléctricos la precipitación disminuye.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Trueno lejos, lluvia cerca; • Aguas de trueno, a veces sí, a veces no; 	
<ul style="list-style-type: none"> • Relámpagos al norte, viento fuerte; 	Los truenos son generados por células convectivas abiertas que se forman cuando una circulación intensa de aire polar, o ártico, se impone directamente de un lado o del otro de un anticiclón de bloqueo localizado al noroeste de las islas y con una cúspide de gran extensión latitudinal.
<ul style="list-style-type: none"> • Mayo que no tiene trueno no da nada estimado; • Mayo sin truenos es como un burro sin orejas; • Trueno en mayo pasa pronto; 	Durante este mes pueden surgir nubes de gran tamaño – los cumulonimbos. Estas nubes, denominadas nubes de tempestad, generalmente se forman durante las épocas más calurosas del año, cuando las temperaturas y la humedad del aire alcanzan niveles altos. Con las nubes de tempestad siempre surgen los rayos y los relámpagos.
<ul style="list-style-type: none"> • Es peligroso sujetar objetos metálicos durante las tempestades; 	Sí y no. Sujetar objetos pequeños, como unas tijeras o un alicate, no provoca riesgos. Pero llevar un objeto de metal, o hasta un rastrillo u otra herramienta de metal en un lugar ermo podría llevar riesgos.
<ul style="list-style-type: none"> • Andar con una “piedra de rayo” en el bolsillo evita los rayos; 	Cuando un rayo llega al suelo, su corriente calienta el suelo y si ésta fuera muy intensa podría haber fusión de piedrecitas, formando una piedra de mayor tamaño y con aspecto extraño. Sin embargo, esta piedra no evita los rayos.
<ul style="list-style-type: none"> • Es peligroso hablar por teléfono cuando hay truenos; 	Muy poca gente muere dentro de casa a causa de los rayos. Todavía, algunos han muerto porque estaban al teléfono cuando un rayo golpeó sus casas y se propagó a través de los alambres.
<ul style="list-style-type: none"> • Manténgase lejos de hogares y fogones. 	El hogar origina un aumento de la ionización del aire causando un aumento en la diferencia de potencial entre la nube y la superficie terrestre.
<ul style="list-style-type: none"> • No se debe bañar con duchas eléctricas durante las tempestades. 	La ducha eléctrica está conectada a la red eléctrica que alimenta la resistencia y si un rayo cae próximo a o sobre ésta podremos tener la aparición de altos voltajes y la persona que se baña puede coger un choque eléctrico.
<ul style="list-style-type: none"> • Cuando hay trueno no se debe permanecer dentro de un coche; 	No a causa de los neumáticos de goma que pueden aislar el aparato del suelo, pero sí por la carrocería de metal del coche que funciona como un escudo contra las descargas atmosféricas.
<ul style="list-style-type: none"> • Cuando hay trueno no se debe permanecer dentro de un avión en vuelo; 	No ocurre nada si el avión es alcanzado por rayos porque éstos se encuentran inmersos en un ambiente ionizado, y así el rayo pasa por el fuselaje, la cual forma una "jaula de Faraday", y continua a bajar hacia el suelo, sin haber afectado a los instrumentos que están dentro. Cuando un rayo cae sobre el avión, cada "cuadrícula" del engranaje metálico funciona como un espiral de bobina. La acción del rayo anula el campo electromagnético dentro de la jaula, desviando la corriente generada hacia la Tierra.
<ul style="list-style-type: none"> • Cuando hay trueno se debe alejar de las caídas de agua; 	Las gotas más grandes que están en el aire junto al local donde ocurre la precipitación de agua están cargadas positivamente, mientras las gotas más pequeñas se quedan cargadas negativamente. Las gotas más grandes caen con más rapidez que las más pequeñas, y el aire acaba con gotas cargadas negativamente estableciéndose de esta manera un campo eléctrico bastante intenso.

7. En una última fase, hubo una gran reflexión en torno de estas anécdotas con las profesoras, con el sentido de ayudarlas a consolidar

su conocimiento pedagógico del antedicho contenido. Ellas, a su vez, trataron de transponer a sus prácticas las pistas y sugerencias didácticas recogidas de este modo, dándole continuidad, ahora con un refuerzo didáctico conseguido de esta manera, a la discusión con los alumnos acerca de las explicaciones científicas asumidas como contrapunto a las explicaciones alternativas sistémicas en los elementos del conocimiento de senso común inventariados.

Consideraciones finales

Aunque debido a condicionamientos de espacio no sea el énfasis dado en este artículo los autores pueden declarar, con bastante seguridad, que una aparcería pedagógica como aquella utilizada en este estudio, presenta potencialidades manifiestas, y no sólo como un aporte de apoyo a los profesores para que desarrollen su base de conocimientos didácticos en el tema estudiado, pero también en el reflejo favorable que una semejante opción metodológica podría tener en los alumnos, tanto en términos cognitivos como socioafectivos y motivacionales.

Esta aparcería permitió, en nuestra opinión, dar pistas a las profesoras participantes de modo que ellas establecieran puentes cognitivos y culturales entre el conocimiento científico y el conocimiento común, aportándoles una reflexión, respaldada por la práctica, acerca de las especificidades didácticas del susodicho tema, particularmente con respecto a las dificultades de aprendizaje de los alumnos, uno de los elementos núcleos de lo que Shulman (1987) considera como conocimiento pedagógico (o didáctico) del contenido.

Cuando el profesor elige una determinada estrategia, y en especial el profesor de ciencias, siempre debería asumir el conocimiento previo de los alumnos, particularmente sus ideas espontáneas (fuertemente sobreentendidas, fruto de la experiencia y el contexto), ya que estas ideas o creencias están profundamente arraigadas, en competencia, y muchas veces con ventaja, con el conocimiento escolar. Y más, varios investigadores defienden que tales ideas son importantes para la construcción del conocimiento científico (Bachelard, 1984; Porlán, 1995), porque están en el corazón de la gran parte de las dificultades de aprendizaje de la ciencia en el contexto escolar.

Además, el profesor debería tratar de que los alumnos tengan un contacto máximo con fenómenos naturales y de la vida cotidiana y que puedan explicarlos e interpretarlos a través de conceptos y leyes físicas, estableciendo así su interconexión, con el propósito de que adquieran una visión global ordenada y coherente de los conocimientos, apuntada al conocimiento global. Éste, dada su naturaleza holística y sistémica, seguramente será más adaptativo, en términos de una realidad compleja, que cualquier conocimiento fragmentado.

Cuando el profesor fomenta este tipo de aprendizaje estará a permitir que los alumnos sean verdaderamente protagonistas activos en la construcción de su propio conocimiento, obrando en el sentido de la mudanza y la innovación, en

camino a una sociedad cognitiva donde se aprende y se enseña todos los días. Acciones como la que hemos descrito aquí se muestran, en fin, como teniendo una importancia extrema, hasta por el hecho de, como se trató de demostrar, el conocimiento científico no se adquiere simplemente a través de la mera vivencia de situaciones cotidianas. Y por eso es esencial concebir la educación en ciencia en la escuela como una tentativa sistemática, apoyada y sustentada, de ayudar al alumno para que él dé un nuevo sentido al conocimiento común, o sea que encare la cultura científica como un aporte ampliador que enriquece a la cultura a la cual pertenece.

Referencias Bibliográficas

- A.A.A.S. (1989). *Project 2061: Science for all Americans*. Washington: A.A.A.S. Publications.
- Alves, M. C. (2002). *Mudam os ventos, mudam os tempos*. Lisboa: Gradiva.
- Bachelard, G. (1984). *A epistemologia*. Lisboa: Edições 70.
- Brownlie, A., Campbell, P., Cutler, M., Dillon, J. e Hulme, P. (2003). *Science – The global dimension*. Londres: Development Education Association.
- Delors, J. et al. (1996). *Educação, um tesouro a descobrir (Relatório para a Unesco da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI)*. Rio Tinto: Edições Asa.
- Giordan, A. e Vecchi, G. (1995). *Los orígenes del saber*. Sevilla: Díada Editora.
- Millar, R. e Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. Londres: King's College London.
- Neto, A. (1998): *Resolução de problemas em física: conceitos, processos e novas abordagens*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- OECD (2004). *Pisa - Learning for tomorrow's world: First results from PISA 2003*. Paris: OECD Publishing.
- Ortega y Gasset, J. (2001). *Ideas y creencias*. Madrid: Alianza Editorial.
- Porlán, R. (1995). *Constructivismo y escuela*. Sevilla: Díada Editora.
- Ramalho, G. (2003). *Pisa 2000 - Conceitos fundamentais em jogo na avaliação de literacia científica e habilidades dos alunos portugueses*. Lisboa: Gabinete de Avaliação Educacional.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57 (1), 1-22.
- Uman, M. A. (1986). *All about lightning*. Nova Iorque: Dover Publications.
- Vygotski, L. S. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona: Ediciones Paidós.
- Walter, J. (1990). *O grande circo da física*. Lisboa: Gradiva.