

“EDUCACIÓN Y CULTURA CIENTÍFICA”

(Documento para el debate sobre el estado de la educación
y la cultura científica en la Comunidad Autónoma de Andalucía)

En el siglo XXI nadie pone en duda el carácter cultural de la ciencia, el hecho de que se trate de una construcción social o su importancia en la vida cotidiana. La ciencia impregna casi todas nuestras acciones, nuestros hábitos y tareas. Determina acontecimientos, conversaciones y es, el argumento del desarrollo y del bienestar, a la vez que principio de temores e incertidumbres. Por ello, el conocimiento científico, debe ser en la actualidad parte esencial del saber de las personas, de manera que permita interpretar la realidad con racionalidad y libertad, ayude a construir opiniones libres y a dotarnos de argumentos para tomar decisiones. Hablamos de alfabetización científica, de convertir la educación científica en parte esencial de la educación general de todas las personas.

Resulta llamativa la escasa formación científica de una sociedad que tanto dice valorar y admirar los avances de la ciencia. La ignorancia de lo científico, de su utilidad y de las limitaciones y exigencias de la *verdad científica*, se constata en numerosas situaciones de la vida diaria, en la superficialidad con que se tratan los temas científicos en general y en la aceptación social que hoy tienen algunas creencias o pseudociencias. Hay personas que aceptan como normal y hasta cierto punto inevitable el hecho de que los conocimientos científicos sólo estén al alcance de minorías muy capacitadas.

Seguramente como consecuencia de lo anterior, las ciencias no parecen formar parte de lo que para muchos es la cultura. Sólo desde el desconocimiento de lo que es la ciencia y de lo que significan sus aportaciones para la vida actual, se puede entender la desafortunada confrontación que quiere hacerse entre ciencias y humanidades, como si el hacer ciencia no fuera atributo exclusivo del ser humano, o como si los avances científicos fuesen los principales responsables de los males que aquejan a nuestra sociedad, o también como si la enseñanza de las ciencias no pudiese proporcionar al individuo una formación llena de valores.



La complejidad del mundo que nos ha tocado vivir en este siglo recién estrenado, es cada vez más evidente y también lo son los problemas –antiguos y nuevos- a los que se enfrenta la humanidad: los recursos energéticos, la salud, la alimentación, las relaciones entre los diversos grupos sociales, el crecimiento de la población, la pérdida de diversidad, etc.

En muchos de ellos tiene una influencia clara el desarrollo científico y tecnológico y no es baladí la discusión sobre qué investigaciones priorizar, qué naturaleza debe tener dicha investigación, cómo usar los resultados que produzca y qué agentes sociales deben tomar tales decisiones. Éste es un debate muy importante, en el que la ciudadanía debe participar y, para ello, no sólo debe estar informada, sino también formada.

Este acceso a la información puede darse en distintos ámbitos, pero, parece claro, que uno de los contextos donde se debe facilitar una *formación básica* de las personas en este terreno es en la escuela.

La enseñanza de las ciencias en España ha sufrido notables cambios, tanto en sus contenidos como en el enfoque con que se fueron presentando desde que a mediados del siglo XIX se incluyeron en la segunda enseñanza. Aunque hoy nadie discute la necesidad de su presencia en los currículos escolares, por la importancia que tienen la ciencia y sus aplicaciones en el mundo actual, existe una cierta preocupación social, especialmente en ámbitos científicos y educativos, por la educación científica que se recibe en las aulas.

La escuela debe por tanto afrontar el reto de proporcionar a cada persona la formación científica básica necesaria para ser capaz de desenvolverse en un mundo como el presente y escoger, entre la gran cantidad de información disponible, la más adecuada a sus necesidades, intereses, valores, ...

El papel de la escuela como instrumento para orientar y formar culturalmente a las personas se refuerza así considerablemente y justifica sobradamente la importancia que deben tener las enseñanzas científicas en los currículos, aunque con unos contenidos y un enfoque que permitan conseguir los fines a que nos acabamos de referir.

No obstante los procesos de educación reglada se muestran por sí solos insuficientes, constatándose que la mayor parte de la



información científica que en realidad manejan los escolares, procede de las múltiples y diversas oportunidades que le brinda el contexto extraescolar. Esto parece otorgar a la institución educativa un papel secundario. Esta situación exige, por un lado, la revisión profunda de la enseñanza formal de las ciencias y la tecnología y, por otro, acercar la ciencia a la escuela desde las iniciativas y experiencias extraescolares.

Por otro lado, diversas investigaciones muestran que el interés por la ciencia del alumnado de educación secundaria disminuye a medida que avanzan en sus estudios. Hay también trabajos que hablan de una disminución en el número de estudiantes que eligen bachilleratos de ciencias o carreras universitarias científicas o técnicas. Es un fenómeno que se da prácticamente en todos los países occidentales hasta el punto que la Unión Europea se ha propuesto entre sus objetivos para el 2010 conseguir un aumento de las matriculaciones en carreras universitarias científicas y técnicas.

Con el objeto de abordar en Andalucía un debate sobre todas estas cuestiones, la Consejería de Educación a través de la Orden de 28 de octubre de 2004 por la que se dispone la conmemoración, durante el año 2005, del I Centenario de la publicación de la Teoría Especial de la Relatividad de Albert Einstein, en los centros docentes no universitarios de la Comunidad Autónoma de Andalucía, establece la creación de un Comité Científico para la elaboración de un documento sobre el estado de la enseñanza de la ciencia en la escuela andaluza con propuestas y medidas para su mejora, estableciendo un marco de debate y reflexión que contribuya a la mejora de la educación y cultura científica en la ciudadanía de nuestra Comunidad Autónoma. En este sentido, y con el objeto de centrar y facilitar el debate, el Comité Científico se ha estructurado en torno a cuatro áreas temáticas relacionadas con la educación y la cultura científica:

- Enseñar ciencias en la escuela.
- La Ciencia en el currículo escolar.
- Escuela y divulgación científica.
- Educación científica y sociedad.

Los documentos que se incluyen son propuestas y sugerencias para el debate que, sobre el tema Educación y Cultura Científica, se desarrollará a lo largo del año 2005 en el marco de la conmemoración del I Centenario de la publicación de la Teoría Especial de la



Relatividad. Un debate abierto a la participación del profesorado y del conjunto de la sociedad, un debate que debe concluir en un documento que fije el marco general para la enseñanza de la ciencia en Andalucía para los próximos años.



ÁREA 1. ENSEÑAR CIENCIAS EN LA ESCUELA

ÁMBITOS DE DISCUSIÓN Y REFLEXIÓN

Nunca consideres el estudio como una obligación sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber. (Albert Einstein)

1. Las finalidades de la enseñanza de las ciencias.

Partiendo de la relevancia que la formación científica de la ciudadanía tiene, tal y como se ha manifestado en la introducción de este documento, parece oportuno plantearse qué puede aportar la educación a esa formación científica, es decir, la finalidad de la enseñanza de las ciencias. En este sentido, una de las tensiones presentes es la de orientar la educación científica, bien a enseñar los resultados más importantes de la investigación científica que se han producido hasta la actualidad (informar), o bien, la de orientar la educación científica a impregnar al alumnado de una cierta cultura científica.

La primera de las opciones suele provocar una imagen deformada de la ciencia, formada por verdades absolutas y acabadas, rígida y descontextualizada, lo que a su vez, puede provocar cierto desinterés y rechazo por los estudiantes. La segunda opción implica dar importancia también a la actividad científica, a su naturaleza, a sus métodos, a sus relaciones con la sociedad y la tecnología, etc. Pero:

- ¿Qué significa que la enseñanza de las ciencias tiene como finalidad que los estudiantes se impregnen de la cultura científica?, ¿deben los estudiantes reproducir las investigaciones de los científicos?
- ¿Cómo contribuir a esa finalidad general en cada uno de los distintos niveles educativos desde la Educación Infantil hasta el Bachillerato?

2. Los contenidos de la enseñanza de las ciencias.

Hacer una propuesta de contenidos de ciencias es una cuestión compleja, que debe tener en cuenta diversas cuestiones. Por un lado, los contenidos seleccionados deben ser coherentes con la propia



naturaleza del conocimiento científico, es decir, no podemos reducir las ciencias a los conceptos que ha producido, sino que debemos tener en cuenta que también son ciencia, los procedimientos (plantearse problemas, experimentar, imaginar, etc.) y las actitudes que conlleva (curiosidad, creatividad, rigurosidad, etc.). Por otro lado, no podemos olvidar que los contenidos han de ser significativos y funcionales para los alumnos y alumnas, de manera que les interesen, que les otorguen sentido y que sean útiles para ayudarles a interpretar y actuar en su medio. Por último, es cada vez más patente que existen numerosos problemas en nuestro mundo (guerras, racismo, enfermedades, violencia de género, agotamiento de recursos, superpoblación, etc.) que exigen que la escuela ayude a formar a ciudadanos y ciudadanas preparados para afrontarlos.

Nos encontramos, por tanto, que para decidir qué enseñar se deben tener en cuenta al menos tres lógicas diferentes: la científica, la psicológica y la social. Esto ha provocado ciertas tensiones, que se han resuelto mediante distintas propuestas (por ejemplo, enseñar ciencias en unos niveles educativos y no en otros, o intentar conjugar la lógica disciplinar con la propuesta de áreas transversales, etc.).

- ¿Se puede enseñar ciencias en todos los niveles educativos?, ¿qué ciencia se debe enseñar en cada uno de esos niveles?, ¿qué pueden aportar las ciencias a la formación del alumnado de E. Infantil, Primaria, Secundaria y Bachillerato?
- ¿Se puede compatibilizar la lógica disciplinar con las transversales?, ¿habría que optar por una o por otra?, ¿hay otras lógicas superadoras de esta disyuntiva?
- ¿Deben prescribirse unos contenidos de ciencias comunes que deben ser enseñados en todas las escuelas?, ¿hasta qué nivel se puede prescribir?

3. La metodología para enseñar-aprender ciencias.

Para abordar el ámbito de cómo enseñar ciencias, debemos tener en cuenta varios elementos importantes. En estos momentos, y a pesar de reconocer que se trata de una reducción, queremos resaltar dos, dado que sobre ellos suele darse bastante acuerdo, al menos en el ámbito del discurso. Por un lado, parece necesario que la metodología de enseñanza debe ayudar a familiarizar a los alumnos y alumnas con los elementos característicos de la actividad científica



(planteamiento de problemas, experimentación, reflexión, análisis, crítica, contraste colectivo, comunicación, intervención social, etc.). Por otro, es bastante reconocida la necesidad de que el alumnado adopte un papel activo en la construcción de los conocimientos que queremos que aprendan, así como el carácter individual y social que tiene dicho proceso, aspectos que la metodología de enseñanza adoptada debe facilitar y favorecer.

La consideración de estos elementos –y otros no mencionados– ha originado cierto consenso a la hora de proponer metodologías basadas en la investigación del alumnado en la enseñanza de las ciencias.

- ¿Qué naturaleza debe tener la investigación de los alumnos y alumnas en la escuela?, ¿qué puede compartir y en qué se debe diferenciar de la investigación científica?
- ¿Qué tipos de recursos didácticos necesitamos para facilitar el desarrollo de propuestas investigadoras?, ¿cuáles son más apropiados según la propia naturaleza del conocimiento científico?, ¿de cuáles disponemos y cuáles deberíamos incorporar y potenciar?, ¿qué uso debemos hacer de esos recursos? (Entre otros, habría que considerar qué uso hacer de los libros de texto – el recurso didáctico seguramente más empleado en las escuelas de hoy-; de los materiales de observación, experimentación, etc.; de los recursos extraescolares –cada vez más utilizados por la escuela-, de las nuevas tecnologías –que parecen gozar de mucha atención actualmente- y de los materiales elaborados por los equipos de profesoras y profesores innovadores).
- ¿Qué progresión podemos proponer para la investigación escolar desde la educación infantil hasta el bachillerato?

4. La organización de los espacios y los tiempos para enseñar-aprender ciencias.

La organización estructural y dinámica de un aula y de un centro debe ser un elemento facilitador de las opciones tomadas en otros ámbitos curriculares y debe ser coherente con las exigencias de los mismos. Así, lo que hemos dicho hasta ahora en anteriores ámbitos, precisa de un ambiente flexible y rico en estímulos e interacciones: se necesitan espacios que puedan adecuarse a los distintos tipos de actividades, que fomenten la implicación del



alumnado, las interacciones entre éste y el profesorado, etc. Igualmente se necesita disponer de cierta flexibilidad en los tiempos y distribuciones horarias, en función de las actividades a desarrollar. Por otro lado, y en sentido contrario, debemos resaltar que existen numerosos espacios en los centros educativos que habitualmente están destinados para un uso principal, pero que muy bien podrían ser excelentes contextos para enseñar-aprender ciencias (por ejemplo, el patio, el comedor escolar, etc.).

Sin embargo, nos encontramos a menudo con estructuras y dinámicas muy rígidas, con rutinas de funcionamiento muy consolidadas, que afectan seriamente a una adecuada enseñanza de las ciencias.

- ¿Cómo deberían ser los centros para una adecuada enseñanza de las ciencias?
- ¿Cómo deberían ser las aulas para una adecuada enseñanza de las ciencias?, ¿debemos organizar aulas específicas –laboratorios, aulas-laboratorios,...?
- ¿Qué usos podríamos hacer de los espacios que habitualmente existen y qué otros espacios y usos necesitamos?
- ¿Qué grado de autonomía deben tener los centros para organizarse y estructurarse?

5. La evaluación de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

La evaluación se entiende como un proceso de análisis y reflexión que permite a la persona que evalúa comprender qué ocurre en el proceso de enseñanza-aprendizaje y tomar decisiones fundamentadas para intervenir en un determinado sentido. Es, por tanto, un elemento de clara relevancia para mejorar la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Aunque esto es verdad, también lo es que, en muchos casos, la evaluación es una actividad que se realiza en un momento puntual del proceso de enseñanza-aprendizaje, que adopta una versión cuantitativa y que intenta ofrecer una medida del rendimiento del alumnado.

En algunos casos se adopta una versión, en otros, otra y en ocasiones se intentan desarrollar las dos. En cualquier caso, se crean contradicciones entre el sentido de la evaluación, los instrumentos



que se usan, el efecto que provocan y las siempre difíciles relaciones con los grandes valores que debe enseñar y potenciar la escuela: democracia, justicia, solidaridad, etc.

- ¿Qué sentido debe tener la evaluación de la enseñanza de las ciencias?
- ¿Qué elementos, de todos los evaluables, podrían ser los más significativos para que su análisis nos ayude a mejorar la enseñanza-aprendizaje de las ciencias?
- ¿Qué instrumentos podríamos usar y qué forma deberían adoptar los informes de evaluación para que fuesen útiles a todas las personas implicadas y, a la vez, no resultasen inaplicables por su complejidad?
- ¿Cómo mejorar la coherencia entre el modelo de evaluación adoptado y las decisiones tomadas en otros ámbitos del proceso de enseñanza-aprendizaje?, ¿cómo mejorar la coherencia entre el modelo de evaluación adoptado y los grandes valores que defiende la escuela?

6. La formación del profesorado de ciencias.

Cualquier iniciativa que se quiera proponer para mejorar la enseñanza de las ciencias en la escuela debe contar, evidentemente con la participación activa del profesorado. Esta participación –en el debate de las propuestas, en las iniciativas que se quieran desarrollar, en el diseño y desarrollo curricular, etc.- se debe potenciar estableciendo buenos canales de comunicación entre el profesorado, entre el profesorado y otras instancias implicadas en la educación y, sobre todo, con una cada vez más sólida formación del profesorado. En definitiva, mejorar la formación del profesorado y sus condiciones de trabajo es una inversión muy rentable para mejorar la enseñanza de las ciencias en la escuela.

Por todo ello y porque la formación del profesorado de ciencias en nuestro país no está exenta de problemas, es relevante que nos la planteemos también en este momento.



En cuanto a la formación inicial del profesorado:

- ¿Cuál debe ser el eje vertebrador en la formación inicial del profesorado de ciencias (que no son psicólogos, ni pedagogos, ni científicos,...)?
- ¿Qué formación científica necesita el futuro profesorado de ciencias?, ¿en qué se debe diferenciar de la formación científica que obtienen en las etapas educativas previas y de la que se imparte en las facultades de ciencias?, ¿qué peculiaridades se pueden establecer para el profesorado de los distintos niveles educativos (infantil, primaria, secundaria, etc.)?
- ¿Quiénes deben participar en la formación inicial del profesorado de ciencias?, ¿qué papel pueden jugar los propios profesores y profesoras de ciencias?
- ¿Cómo mejorar la deseable interacción teoría-práctica (en sus distintos planos) en la formación inicial del profesorado de ciencias?
- ¿Qué estatus se podría proponer para el profesorado novel?, ¿cómo facilitar la inserción profesional de este colectivo y orientar adecuadamente su desarrollo profesional?

En cuanto a la formación permanente del profesorado de ciencias:

- ¿Debe priorizarse la formación de los equipos docentes innovadores o la formación del profesorado de manera individual?
- ¿Qué condiciones del puesto de trabajo sería especialmente relevante modificar para que efectivamente el profesorado o los equipos de profesores y profesoras puedan desarrollarse profesionalmente?
- ¿Qué papel deben jugar y qué relaciones se podrían potenciar entre los distintos organismos implicados en la formación permanente (Centros del Profesorado, Universidad, Asociaciones de Profesores y Profesoras, Sindicatos, etc.)?



- ¿Qué estatus debería tener la figura del asesor y asesora?, ¿debería ser generalista o especialista?, ¿qué peculiaridades se pueden tener en cuenta en función del nivel educativo?

7. Las relaciones entre escuela y medio.

Mejorar la enseñanza de las ciencias en la escuela pasa también por hacer de ésta un centro con claras conexiones con el contexto en el que se inserta y con las situaciones y acontecimientos que configuran la vida de sus estudiantes. Como decíamos al principio de este documento, las ciencias elaboran explicaciones sobre el mundo e intervienen en él y parece, por tanto, necesario, que el alumnado perciba lo más claramente posible las conexiones entre las ciencias que se enseñan y aprenden en la escuela y su mundo fuera de ella.

- ¿Qué actividades se podrían promover desde la escuela para fomentar la enseñanza-aprendizaje de las ciencias fuera del horario o/y contexto escolar?
- ¿Qué actividades, lugares, etc. presentes en el medio podría utilizar la escuela para mejorar la enseñanza de las ciencias?
- ¿Qué personas, organismos, colectivos, etc. podrían participar y facilitar estas interacciones?





ÁREA 2. LA CIENCIA EN EL CURRÍCULO ESCOLAR

ÁMBITOS DE DISCUSIÓN Y REFLEXIÓN

Educación es formar al ser humano para el cambio permanente y aún para la eventual crisis producto de la transición. (Miguel Angel Buonarroti)

La verdadera ciencia enseña, por encima de todo, a dudar y a ser ignorante. (Miguel de Unamuno)

1. Finalidades y objetivos

A- Finalidades.

Una de las preguntas que parece adecuado formular a la hora de realizar una aproximación a las dimensiones de la ciencia en el currículo escolar es ¿para qué se enseña ciencias? Esto equivale a plantearse que finalidades se persiguen con esta enseñanza. A nuestro entender, podríamos plantear las siguientes:

- Contribuir a la formación y desarrollo del individuo como persona y como miembro de una sociedad en la que previsiblemente va a transcurrir su vida.
- Proporcionar al alumnado una cultura científica básica que le permita entender mejor el mundo en que se desenvuelve.
- Proporcionar al alumnado la formación científica que pueda necesitar para realizar después determinados estudios o actividades profesionales.

La importancia de cada una de estas finalidades en el currículo de las materias científicas estará condicionada por el momento y el contexto en que se estudien, existiendo al principio un predominio de aspectos más relacionados con la formación personal del individuo y pasando progresivamente al estudio de los problemas desde una perspectiva más acorde con los métodos y contenidos propios de la actividad científica.

Aunque dichas finalidades aparecen recogidas de una u otra forma en los currículos de todas las áreas o asignaturas de ciencias, no siempre son igualmente atendidas en el día a día de las clases de



ciencias, siendo frecuente que acaben primando los aspectos relacionados con la instrucción y el estudio de conceptos científicos.

De hecho, gran parte de las críticas que hacen referencia a la bajada de nivel y a la falta de preparación científica al acabar los estudios se refieren casi exclusivamente a sus conocimientos desde un punto de vista más formal académico y no tanto cultural. Son conceptos, los de "nivel" y "buena preparación" bastante controvertidos en el ámbito educativo y que habrán de ser analizados en este debate.

B- Objetivos.

En general suele haber acuerdo con los objetivos que se plantean, aunque puede influir en ello el hecho de que se vean a veces como una "declaración de intenciones" un poco general a la que no siempre se presta la atención que merece. Es importante analizar si esos objetivos son coherentes con las finalidades a que antes se ha hecho mención y sobre todo si realmente se toman como referencia para seleccionar y organizar contenidos, para tomar decisiones sobre metodología, para establecer criterios de evaluación, etc.

Entre las cuestiones que podríamos plantear en relación con los objetivos, destacan:

- ¿Qué finalidad debe tener la enseñanza en cada una de las etapas?
- ¿Son coherentes los objetivos que se plantean con las -finalidades antes citadas?
- ¿Qué sentido debe darse a la enseñanza de las ciencias en las primeras etapas educativas?
- ¿Qué debe entenderse por proporcionar una cultura científica básica? ¿Qué tipo de contenidos deben formar parte preferentemente de la misma?
- ¿Cómo armonizar en cada etapa la pretensión de proporcionar una cultura científica básica con la de preparar al alumnado para etapas posteriores de su vida o de sus estudios?



- ¿Qué significa proporcionar una buena preparación al alumnado en cada una de las etapas?
- ¿Es posible proporcionar al alumnado de Bachillerato una buena preparación para cualquiera de las muchas opciones entre las que podrá escoger al acabar sus estudios?

En ocasiones las valoraciones que se hacen sobre el rendimiento en los estudios y ese estado de opinión ya comentado, sobre la falta de preparación o el bajo nivel del alumnado, hacen pensar que los objetivos que se plantean son inadecuados o que no se toman en consideración. Antes de tomar alguna decisión al respecto sería interesante precisar la magnitud y características del problema.

- ¿Son tan ignorantes los y las estudiantes de secundaria?, ¿en general?, ¿sólo una parte?, ¿con respecto a qué momento o en relación con qué parámetros se observa esa disminución de nivel?
- ¿Es tan bajo el nivel que alcanzan en las carreras de ciencias como parece deducirse de algunas opiniones que se manifiestan al respecto?
- ¿Es tan insuficiente la preparación de nuestros científicos y nuestras científicas?, ¿cómo se valoran los titulados universitarios españoles en carreras científicas y técnicas?
- ¿Se manifiestan esos problemas de la misma forma en todas las especialidades, ámbitos, áreas o materias?

2. Contenidos.

De los elementos que caracterizan un currículo, los contenidos son los que dan lugar a más discusiones y seguramente los que más preocupan a una mayoría de las personas que opinan sobre estos temas, por lo que habrá que prestarle una especial atención.

Será necesario considerar aspectos como su selección, organización, metodología utilizada para desarrollarlos, tiempo dedicado a su estudio, utilidad y eficacia de las enseñanzas impartidas, etc. Son aspectos que suelen aparecer muy estrechamente relacionados y sobre los que pueden plantearse cuestiones como las que se exponen a continuación.



* La necesidad de modernizar los contenidos, incorporando al currículo algunos de los avances más recientes de las ciencias.

Las ciencias pasan por una época de desarrollo espectacular en la que continuamente se producen innovaciones y avances que influyen de manera importante en nuestra vida diaria. La incorporación de algunos de estos avances a los currículos escolares es ciertamente complicada por la complejidad de los conocimientos previos requeridos para su comprensión, pero por otra parte es necesario por haberse incorporado de forma definitiva a eso que hemos llamado cultura científica.

- ¿Se puede hacer hoy cultura científica dando la espalda a temas como los ordenadores, el uso de Internet, las drogas, el ozono, los CFC, ingeniería genética, chips, y tantos y tantos más?. En muchas ocasiones el alumnado va por delante de la escuela y maneja una información sobre estos temas que sin ser formalmente profunda, no le imposibilita tratarlos en clase, opinar, etc.
- ¿Cómo introducir nuevos y más modernos contenidos en los currículos de ciencias?
- ¿Cuáles de los contenidos actualmente presentes en ellos deben eliminarse o reducirse?
- ¿Cómo dar una visión más moderna de la ciencia actual cuando en algunos currículos, como en Física, la estructura de los contenidos es más propia del siglo XIX que del siglo XXI?
- ¿Cuáles serán en un futuro inmediato los contenidos más relevantes y que en su caso deban ser incluidos en los currículos?

* Transmitir una visión de la ciencia más acorde con la realidad en la que conceptos, procedimientos y actitudes tengan el protagonismo que merecen en relación con cada tema y en la que se ponga de manifiesto que las ciencias incluyen no sólo conceptos, teorías y leyes en que se basa sino también procedimientos o métodos que llevan a su elaboración y a una continua revisión.

* Poner de manifiesto las relaciones existentes entre Ciencia, Tecnología y Sociedad y cómo la Ciencia, como parte importante de la actividad humana, se ve condicionada en su desarrollo por



numerosos factores sociales, económicos, políticos, religiosos, etc. En este sentido, igual que conectar con la visión que muchos y muchas estudiantes puedan tener de los problemas científicos, es importante el uso de la historia de la ciencia como fuente de informaciones adecuadas para plantear y discutir tales problemas.

* La necesidad de seleccionar los contenidos, especialmente en niveles educativos básicos, de forma que pueda trabajarse con más detenimiento y atendiendo al desarrollo de muchos de los aspectos a que se ha hecho referencia anteriormente, favoreciéndose así el interés del alumnado.

* La necesidad de seleccionar los contenidos de niveles superiores de forma que les permita acceder a otros niveles.

- ¿Es posible conseguir un currículo básico que permita una preparación polivalente para todo tipo de especialidad?, ¿existe un currículo así?

- ¿Qué característica debe tener un currículo de ciencias que proporcione a nuestra población escolar la polivalencia que previsiblemente van a necesitar en el futuro?

- ¿Qué requisitos plantearán los nuevos acuerdos sobre los que actualmente se trabaja en el desarrollo de un Espacio Europeo de Educación Superior para homologar en Europa los estudios y titulaciones universitarias?

- ¿Cómo planteamos la coordinación con etapas o ciclos de estudios superiores?

* La necesidad de abrir y flexibilizar el currículo como forma de permitir a los centros y a los departamentos atender a las necesidades concretas de su alumnado.

* Evitar la excesiva atomización del currículo. Hay que cuestionarse seriamente la utilidad de ofertar muchas asignaturas obligatorias con muy pocas horas semanales (2 horas) que dificultan seriamente el trabajo en las líneas que se establecen en las orientaciones metodológicas y que contribuyen a transmitir una imagen dispersa de los conocimientos científicos.



3. Tiempo, organización de las materias, recursos,...

De todo lo planteado anteriormente, parece que será necesario aumentar, o al menos rentabilizar mejor, el tiempo dedicado al trabajo en materias científicas. Existe hoy la percepción de que el tiempo dedicado a las ciencias en los currículos escolares ha ido paulatinamente descendiendo. Es una cuestión que habrá que plantearse con datos objetivos para averiguar hasta qué punto es cierta. Pero muchas veces no es sólo cuestión de tiempo sino de tener la posibilidad de aprovecharlo mejor. Para ello habrá que plantearse la utilidad de algunas de estas medidas:

- Aumentar la optatividad y posibilidades de elección del alumnado, ¿sería factible una oferta basada en créditos, al menos en los estudios postobligatorios?
- Disminución de la ratio, al menos en determinadas actividades, y/o plantear la presencia de más profesorado con un mismo grupo de alumnos y alumnas.
- Romper un poco con la dinámica de los libros de texto y flexibilizar las posibilidades de utilizar materiales de trabajo diversos en el aula.
- Organizar las asignaturas de forma que se adapten mejor a las necesidades y posibilidades del alumnado.
- En cursos inferiores, especialmente en el primer ciclo de la Educación Secundaria Obligatoria, sería necesario plantearse la reducción del número de asignaturas pero con una dotación horaria mayor. Los contenidos científicos se estudiarían en el contexto de los ámbitos e irían enfocados hacia el desarrollo de una serie de habilidades de observación, análisis, representación gráfica, etc. más que a la adquisición de un esquema que siga la lógica interna de las disciplinas de ciencias.
- En niveles superiores (a partir de 4º de ESO y sobre todo en el Bachillerato), aumentar de forma importante el número de horas dedicadas a prepararse para aquello que más interese a cada estudiante. Es difícil plantear esta cuestión sin entrar en conflicto con intereses laborales, etc. del profesorado de otras materias, por lo que la optatividad aparece como la forma más viable para conseguirlo. De esa manera, aumentando las posibilidades de



elección del alumnado cada uno tendrá mejores oportunidades que hoy de cerrar un currículo más adecuado a lo que piense hacer tras finalizar el bachillerato.





ÁREA 3. ESCUELA Y DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

ÁMBITOS DE DISCUSIÓN Y REFLEXIÓN

"El primer deber del hombre de ciencia es la comunicación. Sólo es ciencia la ciencia transmisible".(Leonardo da Vinci)

Las estrategias de divulgación científica, por sus características no formales, activas, participativas e incluso lúdicas, puede servir de apoyo e impulso a los procesos educativos que se llevan a cabo en los centros escolares, reforzando aprendizajes, despertando intereses, proponiendo ideas, ayudando a construir una ciencia más real y cercana que la que permiten las estructuras del Sistema. El trabajo se plantea pues en ambos ámbitos: en la escuela creando las condiciones necesarias para hacer de ella un elemento divulgador de ciencia y tecnología, capaz de aprovechar para sus objetivos de aprendizaje los procesos externos de divulgación científica; en el ámbito extraescolar, incorporando sesgos didácticos específicos para favorecer su utilización desde el Sistema Educativo y creando oportunidades para sacar la ciencia escolar a la calle creando vínculos culturales con la población.

1. Educación Científica formal y Educación Científica no formal.

La educación científica de la ciudadanía constituye una finalidad compartida por la enseñanza de la ciencia en contextos de educación formal y de la divulgación científica en situaciones no formales, por lo que ambos procesos deben desarrollar líneas de convergencia y colaboración para conseguir el objetivo propuesto. En ambos contextos la situación es totalmente diferente, en cuanto a objetivos concretos, organización y presentación de contenidos, metodologías, recursos, lenguajes, agentes implicados, financiación, estructura política, etc., por lo tanto, no se trata de hacer de la clase un parque de ciencias ni de convertir los museos en centros escolares. Se trata de analizar ambas situaciones y avanzar en la optimización de los necesarios puntos de encuentro.

- ¿Cómo aprovechar las oportunidades y los recursos que se ofrecen desde los ámbitos no formales?, ¿cómo hacer que la divulgación científica ayude a satisfacer las necesidades y las exigencias que



tiene encomendadas la institución escolar, sin que aquella pierda su específico campo social?

2. Los intereses educativos, comerciales e ideológicos en la divulgación científica.

La ciencia no es neutral, la educación no es neutral en ninguno de sus aspectos y la divulgación científica no escapa lógicamente de esta condición intrínseca a cualquier actividad de carácter social. Esta realidad no supone valoración previa en sentido alguno pero sí una consideración expresa a la hora de utilizar los recursos de divulgación científica y tecnológica en los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula o en las acciones de divulgación que generemos como resultado de nuestra práctica docente. Por ejemplo, es un hecho que muchos museos de ciencia priman aquellos aspectos de ciencia o tecnología relacionados con los sectores privados que los financian, ya sea energético, aguas, industria química, etc., o la frecuente tendencia de los medios periodísticos a resaltar lo trágico, el conflicto o la denuncia en sus noticias. También hay cierta conveniencia corporativa de la comunidad científica en la divulgación, como forma de crear vínculos con la sociedad que es en gran medida la que mantiene con sus impuestos y su elección política la actividad investigadora, o el protagonismo y desarrollo de temas de ciencia y tecnología concretos por su trasfondo político o económico. En general existe una retroalimentación entre las inversiones en investigación y el interés que se despierta en el público por los temas científicos.

- ¿Cómo lograr el equilibrio en el tratamiento educativo de los hechos científicos?, ¿deberíamos tratar específicamente estas cuestiones desde una perspectiva compleja en las relaciones ciencia-tecnología-sociedad?, ¿qué papel deberían desempeñar las iniciativas públicas de divulgación científica en este sentido?

3. Educación científica para la sostenibilidad.

La ciencia está en el punto de mira, por sus progresos en el bienestar de la humanidad, pero también por sus implicaciones en los procesos de deterioro del medio ambiente tanto a nivel local como planetario. Temas como el desarrollo armamentístico, la agricultura transgénica o la investigación farmacológica interesada, ponen en la picota la actitud de parte de la comunidad científica y llaman la atención sobre las diferencias sociales, los desequilibrios de la



riqueza, los intereses del capital, etc. Acabamos de iniciar la Década de Educación para el Desarrollo Sostenible auspiciada por Naciones Unidas, tiempo en el que se deberán multiplicar los esfuerzos para mejorar el conocimiento de la ciudadanía sobre la incidencia de los avances científicos y tecnológicos en el entorno, facilitando con ello la toma de decisiones en clave de sostenibilidad. La no neutralidad de la ciencia, su incertidumbre o las relaciones ciencia-política-capital, deben ser tratadas desde la educación científica escolar y proyectarlas al entorno, así como incorporar del entorno las ideas y los recursos necesarios para su tratamiento en el aula, todo ello a nivel local y global, desarrollando una ciencia para un mundo sostenible.

4. Conocer el potencial y los recursos existentes.

La diversidad, dispersión y heterogeneidad de recursos e iniciativas dedicadas a la divulgación científica es cada día más numerosa, ofreciendo con ello enormes posibilidades para su utilización pero a la vez dificultades para tomar decisiones, dada la variedad tipológica existente. Ya hay precedentes de trabajos realizados para la catalogación y caracterización de este amplio conjunto de recursos educativos, pudiendo servir de referente para abordar en Andalucía esta necesaria tarea.

- ¿Sería de interés hacer catálogos de recursos locales, inventarios de lugares, de procesos, personas, a los que acudir para ver este o aquel contenido científico o tecnológico?

5. Analizar iniciativas señeras para rentabilizarlas en clave educativa.

En nuestro país se están desarrollando diversos procesos en torno a situaciones científicas variadas que podríamos considerar emblemáticas en el ámbito de la divulgación científica. Nos referimos por ejemplo a Atapuerca y el atractivo hacia la antropología y paleoantropología, el fenómeno dinosaurio en torno a La Rioja y sus relaciones con la paleontología y el mundo reptiliano, el reclamo "*Pedro Duque*" y su repercusión en la astronáutica, o el tema "Marte" con sus implicaciones en Río Tinto, la exobiología, la planetología, etc. Por diversas cuestiones de orden filosófico, psicológico o antropológico, estos temas han atraído siempre a las personas y en último término el mercado ha entrado en ellas a saco en función de sus objetivos, pero en cualquier caso –quizás gracias a esto último–



han despertado en nuestros alumnos y alumnas intereses que superan en mucho los conseguidos por la ciencia del centro escolar. No se trata de competir en desventaja, no es el objetivo de la escuela, pero sí de analizar estos procesos desde la perspectiva educativa, valorar sus consecuencias en el aprendizaje científico y tecnológico en los escolares y desarrollar estrategias para, en base a estas situaciones, mejorar nuestra práctica y sus resultados.

6. Divulgación Científica y medios de comunicación.

La explosión de los medios de comunicación y la facilidad con que la ciudadanía accede a ellos, los han convertido en protagonistas principales de la cultura, no sólo en su transmisión sino en su definición. La ciencia no escapa de este poder fáctico y en la actualidad, más que nunca, los medios de comunicación son los agentes más activos de la divulgación científica y con ello los artífices de las ideas y valores que sobre la ciencia tiene gran parte de la población. Los medios ofrecen explicaciones científicas de los fenómenos y los acontecimientos, deciden las opiniones que se exponen y opinan directamente sobre los hechos, juegan a favor o en contra de las interpretaciones según intereses, etc. La información que transmiten está a menudo falseada o tergiversada, es con frecuencia deficiente o simplemente no está expuesta con claridad, sin embargo es en muchos casos la única información "científica" que llega a nuestros escolares sin que la escuela pueda responder desde la seriedad y el rigor o utilizarla para enriquecer procesos de aprendizaje. El ámbito de los medios es muy abierto y tremendamente variado, en los diferentes medios audiovisuales públicos y en abierto la programación de divulgación científica y tecnológica es escasa, deficiente –salvo excepciones– y en horas de mínima audiencia, los periódicos de mayor tirada suelen tener especialistas y mantienen secciones de divulgación científica permanentes, entre las revistas especializadas hay de gran calidad y otras ancladas en modelos trasnochados, etc., diversidad compleja que exige un tratamiento analítico en profundidad desde una perspectiva didáctica que permita obtener de ella la máxima eficacia educativa. En este tema se plantean varias cuestiones:

- ¿Qué características debería tener la prensa de divulgación científica para ser útil a los procesos de enseñanza y aprendizaje escolares?, ¿cómo deberían ser los procesos y los contextos educativos para hacer de la prensa científica un recurso para el aprendizaje?, ¿podríamos hacer periodismo científico en la



escuela, cómo usar y crear redes digitales de información científica?

- ¿Habría que incidir sobre la formación de los y las periodistas en temas de ciencia escolar?
- ¿Responden los programas de divulgación científica existentes en la parrilla de TV a las exigencias de aprendizaje de los escolares?, ¿habría que diseñar programas específicos para estas necesidades?, ¿qué posibilidades de uso escolar ofrece actualmente la TV?, ¿y los medios radiofónicos?, ¿podría la escuela mejorar la oferta de este tipo de programas con realizaciones procedentes de la tarea escolar?

Un caso de especial interés es la utilización de la información científica procedente de los medios de comunicación para el tratamiento escolar de sucesos de actualidad, aprovechando la fuerza que sin duda le da el carácter noticiable de los hechos. Estas situaciones son numerosas y se suceden en el tiempo con profusión, ya sean generadas por la propia comunidad científica (descubrimientos, novedades científicas, etc.) o como base explicativa de los acontecimientos (calentamiento global, tsunamis,...). Existen ejemplos de procesos de aprendizaje basados en esta idea (Prestige, inundaciones, Aznalcóllar...) que pueden orientar hacia el diseño de propuestas de trabajo de carácter general y servir para profundizar sobre el uso de los medios, no sólo en cuanto a la adquisición de los conocimientos, sino en lo referente a las capacidades para el análisis crítico y riguroso de la ciencia en formato periodístico. En esta línea y desde ambos sectores, el educativo y el periodístico, se debería trabajar de forma conjunta para contribuir a la necesaria alfabetización científica de la población.

7. Del uso de la ciencia en la publicidad.

De entre los diferentes medios de comunicación de masas, es en la TV donde la publicidad tiene más protagonismo y donde la ciencia es utilizada reiteradamente con este fin. Lejos de publicitar la ciencia en sí misma, como actividad noble e imprescindible para el desarrollo de las sociedades, se caricaturiza y se pone al servicio del mercado, respaldando la calidad del producto, su carácter ecológico o el rigor en su producción. Los escenarios, el lenguaje, los actores, etc., todo aporta más garantías al producto si se presenta como "científico", lanzando además un discurso que lleva implícitos



conceptos y valores con el sello de fe científica. Es llamativo no obstante la atención de la publicidad por la ciencia y la escasa atención que recibe en la programación del mismo medio. Si tenemos en cuenta que la TV ocupa 3.5 horas diarias –como media- del tiempo libre de la población escolar y que el supuesto cientifismo se utiliza sólo en función de los intereses comerciales, tendremos una idea de la magnitud cualitativa y cuantitativa del tema en cuestión. El tratamiento desde la perspectiva docente debe basarse en la alianza interesada, utilizando los mensajes publicitarios para abordar los diferentes contenidos con fines variados, que pueden ir desde un inicio motivador hasta el análisis pormenorizado del trasfondo real de los discursos “científicos”. Es en estas situaciones donde se hace patente la necesidad de enriquecer los saberes científicos de la población para superar la indefensión y aumentar la autonomía de pensamiento y la toma de decisiones.

8. Editoriales, Internet y juegos científicos.

Las editoriales no son ajenas al interés de los jóvenes por la ciencia –más fuera de las aulas- y a las necesidades que plantean los docentes respecto de recursos y materiales educativos de apoyo. La oferta en este sentido es impresionante y variopinta, coexistiendo publicaciones de enorme rigor y gran calidad comunicativa con otras fácilmente prescindibles, así como una gran variedad de formatos y diseños. Su incorporación a la tarea escolar aportaría frescura, diversidad y nuevas oportunidades de trabajo, aunque para ello sea necesario un análisis previo de lo existente, su valoración, selección y en algunos casos la elaboración de orientaciones expresas para su uso de forma eficiente.

El formato audiovisual, ya sea vídeo o DVD es igualmente variado y no digamos del campo Internet donde podemos encontrar revistas infantiles y juveniles de divulgación científica, animaciones, experimentos, talleres, visitas virtuales, producciones escolares, presentaciones... muchas de ellas con gran potencial didáctico.

- ¿Y las bibliotecas escolares y públicas acaso no son espacios imprescindibles en este sentido?

Otro ámbito que no podemos olvidar es el del juguete denominado educativo o científico, en el que existe igualmente la variedad propia de un mercado en auge: kits de laboratorio para la “investigación” en ciencias de la naturaleza o arqueología, equipos de



microscopía, óptica y observación celeste, maquetas, colecciones "escolares", puzzles y otros entretenimientos con "soporte científico" como el cubo de Rubik, el yo-yo, el caleidoscopio, etc. son oportunidades muy apropiadas para facilitar el acercamiento al conocimiento científico.

- ¿Cómo generar procesos para una apropiación didáctica?, ¿cómo incidir en el mercado para potenciar su utilidad educativa?

Los juegos para ordenador, consola o en red son otro laberinto lleno de posibilidades en este sentido. En cualquier caso aquí planteamos la necesidad de valorar lo existente y en lo posible incidir desde lo educativo en la producción de estos recursos.

9. Lugares donde se hace, donde se usa y donde se expone ciencia y tecnología: nuevos campos de aprendizaje.

Aunque dispersos y heterogéneos, los formatos y acciones para la divulgación científica son conocidos aunque no cesan las innovaciones: periodismo en diferentes soportes, exposiciones, museos, centros, ferias, redes de información, etc. Sin embargo aún existen otros campos poco explorados susceptibles de incorporarse a este ya amplio abanico de posibilidades para contribuir a la alfabetización científica y técnica de la población y concretamente de la población escolar. Vamos a centrarnos en algunos de ellos:

* Lugares donde se hace ciencia y tecnología, es decir las universidades y los centros de investigación, en los que sólo hay indicios de apertura a la sociedad en este sentido.

- ¿Sería factible movilizar a los alumnos y alumnas de segundo ciclo en tareas de voluntariado científico y tecnológico?, ¿usar investigadores como recurso didáctico?, ¿convertir un laboratorio universitario en aula escolar?, ¿cómo acercar la ciencia universitaria a la escuela?

* Lugares en los que se utiliza la investigación científica y tecnológica, como son los centros de producción, la industria en sentido amplio y diverso, donde las acciones educativas son casi inexistentes.

- ¿Sería viable la creación de equipos mixtos profesorado-empresa, profesorado-industria para avanzar en el uso de los



procesos tecnológicos y científicos por parte de las instituciones escolares?

* Lugares en los que la ciencia y la tecnología son las bases de servicios públicos, nos referimos al sistema sanitario, empresas públicas de agua, recogida de residuos o transportes, formación e investigación agraria, alimentaria, obras públicas, ingeniería y nuevas tecnologías, un patrimonio público que debería estar también contribuyendo de forma mucho más activa, intencionada y planificada a la formación científica básica de la población.

* Lugares donde se expone si bien de manera indirecta, ciencia y tecnología. Hay situaciones muy variopintas tales como recintos portuarios, centros de transporte de pasajeros, mercancías, combustible, etc., centros de seguridad y defensa, ejecución de obras públicas, en los que se visualizan procesos científicos y tecnológicos de gran interés y que serían de utilidad como complemento a la ciencia del aula.

- ¿Sería necesario elaborar materiales didácticos para facilitar el uso escolar de realidades científicas y tecnológicas del entorno?
- ¿Sería interesante que estos lugares se conviertan en recursos educativos?

* Lugares donde se expone directamente ciencia y tecnología, como las ferias y exposiciones temáticas circunscritas normalmente al ámbito empresarial correspondiente y que podrían tener enorme proyección educativa hacia otros sectores de la población, concretamente el escolar. Ferias de construcción, de maquinaria, del tejido, de joyería, expoelectrónica, ferias del sector agrícola-ganadero, de las tecnologías de la información y la comunicación, del agua, etc.

En todos los casos se trata de analizar, valorar y poner en práctica procesos de acercamiento para aprovechar todos los recursos disponibles en aras de un mayor conocimiento y mejores herramientas de juicio y actuación.

10. La ciencia y la tecnología en el ámbito doméstico.

Destacamos aquí una serie de elementos de la vida cotidiana que son o pueden ser relevantes en la divulgación científica de cara a



los escolares. Objetos cercanos con los que nos unen relaciones instrumentales y domésticas y que pese a su variedad pueden convertirse en recursos educativos de fácil manejo, siendo necesario en todo caso el diseño de estrategias didácticas adecuadas pues en ningún momento la concepción de los objetos ha estado ligada a fines educativos. Hablamos fundamentalmente de la tecnología del hogar, de máquinas herramientas y electrodomésticos, de sus implicaciones en el conocimiento científico y tecnológico, y en muchos casos de sus consecuencias en el medio ambiente. No se nos pueden escapar aquí las ramificaciones causales que tiene este tema en la educación o -deseducación- familiar, alimentada por la publicidad complementaria y sus repercusiones en las concepciones científicas y tecnológicas de nuestros alumnos y alumnas en relación al uso y funcionamiento de lavadoras, lavavajillas, microondas, calentadores, porteros automáticos, ascensores, calefactores, refrigeradores, etc. Se abre aquí una línea de investigación educativa de largo alcance, sobre la apropiación docente de este parque tecnológico doméstico y las conexiones con la industria, la tecnología ambiental, el mercado, y sus aportaciones a la mejora de la cultura científica de la población.

- ¿Es necesaria una acción de divulgación científica y tecnológica de cara al uso racional de los, cada vez más numerosos y avanzados, electrodomésticos en el hogar?
- ¿Sería interesante llevar este aspecto de la ciencia y la tecnología a las aulas?, ¿cómo?

11. Del uso público en espacios protegidos y la divulgación ecológica.

Éste es quizás el campo de la divulgación que más ha proliferado en las dos últimas décadas, coincidiendo con el desarrollo de la legislación nacional y autonómica correspondiente. La propia normativa y con ello la planificación y gestión de los espacios protegidos considera de forma explícita la divulgación de los valores ambientales (naturales y sociales) entre la población, debiendo poner a disposición de la misma un conjunto de medios y servicios: la red de uso público. Esta red compuesta de centros de visitantes, puntos de información, itinerarios, miradores, ecomuseos, jardines botánicos y una amplia gama de material impreso, supone un conjunto de recursos educativos de gran importancia. No obstante lo dicho, no son pocas las críticas dirigidas a esta red, al estar atendida por personal sin especialización pedagógica, con material de poca proyección didáctica, diseños de instalaciones y contenidos poco



útiles desde el punto de vista del aprendizaje escolar, etc., distanciada en su conjunto del sistema educativo. Otro argumento para la crítica es el exceso de naturalismo en los contenidos, la escasa perspectiva sistémica y la ausencia de aspectos problemáticos del entorno.

12. Ciencia en la calle, exposiciones, ciencia activa, ferias de ciencia.

Con este pequeño cajón de sastre planteamos una serie de iniciativas y experiencias que aportan innovación y frescura al conocimiento de las ciencias y la tecnología, sobre todo por lo atrevido de sus formatos y, en algunos casos, por la implicación activa de la población y concretamente de la escolar. Sus formas de expresión, su metodología, los procesos de planificación, la participación, los lenguajes utilizados, etc. son elementos que requieren una atención especial dada la proyección que pueden tener en los centros escolares. De entre la diversidad de iniciativas destacamos las Ferias de la Ciencia Escolar, los Talleres de Ciencia o las Jornadas de Ciencia Viva, formatos expositivos y de acción donde los contenidos giran en torno a experiencias científicas realizadas por el alumnado y que no sólo muestran los procesos de investigación y los resultados, sino que seducen a quien observa y lo implican en pequeños trabajos, juegos creativos, actividades de participación, etc. Se trata de acciones divulgativas que parten de la propia escuela hacia la sociedad, abriendo un campo de investigación educativa de gran importancia.

Otras actividades que podemos considerar son las organizadas por colectivos y asociaciones especializadas (entomología, mineralogía, astronomía,...): talleres, exposiciones, conferencias, excursiones, campañas, etc., por su potencial como recursos educativos.

En otra dimensión se encuentran las exposiciones temáticas promovidas y financiadas generalmente por la banca privada y que combinan la espectacularidad de los formatos y el diseño con una débil atención al sector escolar, siendo frecuente la ausencia de material didáctico de apoyo o el asesoramiento de personal especializado. Las propuestas de trabajo pueden ser aquí muy abiertas, se trataría en general de analizar los diferentes modelos de experiencias desde una perspectiva educativa y diseñar estrategias



de interacción que potenciaran los procesos de aprendizaje en todas direcciones (profesorado, alumnado, expertos, población, etc.).

13. Museos, centros de ciencia, planetarios, equipamientos de naturaleza.

“...no hay en la actualidad una ciudad de cierta importancia en la que no destaque en su silueta la característica cúpula de un planetario...”, sirva esta frase de F. Anguita para ilustrar la proliferación de este tipo de centros de divulgación (y de investigación en algunos casos) a los que podríamos unir los modernos Museos de la Ciencia y otros centros de menor envergadura y muy diversa tipología que tienen, sin embargo, enorme peso en la socialización del conocimiento científico: museos del tiempo, de la molienda, de la minería, paleobotánico, museos del agua, ... se trata en definitiva de instalaciones complejas, más o menos especializadas (temáticas) en las que mediante un ingenioso y atractivo conjunto de elementos y formas explicativas, manipulativas, interactivas, etc., intermedian entre la ciencia y las personas visitantes, de forma generalmente activa y participativa.

Características bien diferentes pero con una relación similar con las personas visitantes tienen los modernos zoológicos, acuarios, insectarios, etc., que han desarrollado áreas de interacción entre estas y las especies a través de las que se potencia el aprendizaje y las conductas de tipo respetuoso y conservacionista.

Sería interesante aquí considerar los centros de educación ambiental tipo granjas escuela, aulas de la naturaleza, aulas del mar,... que llevan a cabo una importante labor educativa y de divulgación social no sólo respecto de aquellas parcelas de la Ciencia y Tecnología en relación con sus contenidos (energías renovables, agricultura, ganadería, etnografía, paisaje...), sino en el ámbito de los comportamientos sostenibles, salud ambiental, compromisos con la naturaleza, etc.

Es éste otro vasto espacio de diálogo entre las necesidades de alfabetización científica de nuestro alumnado y una amplia gama de oportunidades externas, diálogo próximo y a la vez distante que debemos considerar como importantes opciones de uso educativo.





ÁREA 4. EDUCACIÓN CIENTÍFICA Y SOCIEDAD

ÁMBITOS DE DISCUSIÓN Y REFLEXIÓN

“Si los hombres de ciencia se limitan a acumular el saber por el saber, la ciencia se quedará debilitada para siempre y vuestras nuevas máquinas no serán más que una fuente de nuevas tribulaciones para el hombre. Y, cuando con el paso del tiempo, hayáis descubierto todo lo descubrible, vuestro progreso no será más que un alejamiento gradual de la humanidad. Entre vosotros y la humanidad puede abrirse un abismo tan grande que, un día, corramos el peligro de que a cada eureka vuestro responda un grito de dolor universal...” (Brecht, “La vida de Galileo”)

1. La ciencia y la tecnología en la sociedad actual.

La ciencia ha sido la reina del pasado siglo y va camino de seguir siéndolo también del actual. El suplemento semanal de un diario español publicaba en 2002 un artículo titulado “Las diez ideas que cambiaron el siglo XX”. Se citaba, por este orden, a Freud y el psicoanálisis; Max Planck y las bases de la mecánica cuántica; Albert Einstein y la relatividad; Alfred Wegener y la deriva continental; Edwin Hubble y la idea del universo en expansión; Alexander Fleming y la penicilina; Watson y Crick y la estructura del ADN; James Lovelock y la teoría de Gaia, base del ecologismo; Kurt Gödel y su teorema; y, por último, J.M. Keynes y el Estado del Bienestar. De todos ellos –la mayoría cultivadores de la ciencia básica o pura- se dice que fueron genios, personas especiales que, con esfuerzo y dedicación, contribuyeron a transformar el mundo. Hoy, sus trascendentales descubrimientos se convirtieron en nuevas investigaciones que a la vez son un adelanto de otras nuevas.

Por otro lado, no hay más que abrir los periódicos para darse cuenta del enorme impacto mediático que la ciencia y la tecnología tienen en la sociedad.

Si el impacto mediático es directo, no lo es menos la vivencia de la población, aunque a menudo se dé de una manera inconsciente e irreflexiva. Desde el sistema sanitario, los medios de comunicación y de transporte hasta hábitos alimenticios y de ocio, los ciudadanos de los países desarrollados y en vías de desarrollo disponen de abundantes ocasiones para vivenciar el hecho de que la ciencia y la



tecnología están detrás del bienestar y son la base del desarrollo humano.

La escuela, como agente socializador de primer orden, se supone que garantiza el acceso de toda la ciudadanía a la cultura científica en condiciones idóneas, es decir, contribuye a que se percaten de la importancia social de la ciencia, en su doble vertiente de ciencia básica y aplicada.

A pesar de estas circunstancias favorables, la cultura científica está aún lejos de tener una presencia activa en la conciencia de los ciudadanos de nuestra sociedad y de las sociedades de nuestro entorno. La ignorancia científica de la mayoría de la población continúa siendo alarmante, y mínima su capacidad de interpretar fenómenos de la naturaleza, de comprender mensajes científicos, de ser conscientes de determinados riesgos, de reaccionar frente a las catástrofes naturales, de evaluar con criterios éticos algunas de sus aplicaciones.

Las causas de esta situación son, sin lugar a dudas, muy complejas. Algunas líneas de trabajo podrían ser las siguientes:

- A pesar de las altas tasas de escolarización en nuestro país desde hace algunas décadas, ¿es la población de nuestro país analfabeta funcional en materia científica?
- ¿Qué presencia tiene la ciencia en los medios españoles de comunicación de masas? ¿Qué tiempo semanal dedican las televisiones a programas de contenido científico?
- ¿Cuáles son los principales preconceptos erróneos, en relación con las ideas científicas de la población andaluza? ¿Y del profesorado?

A pesar de la importancia que la sociedad dice dar a la ciencia, ésta sigue apareciendo como algo desconocido, enigmático, para la mayoría de la población, más propio de personas iniciadas y expertas que de la ciudadanía en general.

- ¿Será necesario recuperar el espíritu de la Ilustración, el "sapere aude", fomentar el ejercicio de la razón, procurar que se convierta en un hábito generalizado de toda la



población en lucha permanente contra el dogmatismo y la superstición?

- Si así fuera, ¿qué puede aportar la cultura científica para conseguir estos objetivos?, ¿con qué enfoque?

Vivimos en un mundo cada vez más complejo en el que la participación ciudadana en la reflexión y toma de decisiones resulta, no necesaria, sino imprescindible. Para ello se hace indispensable mejorar la educación científica de la población, como agente social que es, dueña de su destino. Una sociedad como la actual en la que se plantee como objetivo la democratización del saber, la participación generalizada en los contenidos de la cultura, no puede dar la espalda a la ciencia, concebida como recurso cultural para resolver problemas y mejorar las condiciones de vida.

2. La ciencia como recurso cultural.

Nadie discute que la ciencia es un elemento importante de la cultura y que ella misma es cultura. Sin embargo, es pertinente definir ambos conceptos para poder establecer después sus relaciones internas.

Frente a la clásica definición de ciencia que ofrece Collinwood, caracterizada por su amplitud ("ciencia es cualquier conocimiento sistemático de la realidad"), hay otra mucho más restringida ofrecida por la UNESCO en 1.999:

"El término ciencia ha pasado a referirse a las ciencias naturales, en el sentido anglosajón, e incluye las matemáticas, la física, la astronomía y cosmología, la química, la biología, las ciencias de la tierra y el medio ambiente. Se incluye también la medicina por el estrecho contacto entre la ciencia contemporánea y la medicina. Las disciplinas tecnológicas también dependen sustancialmente de las ciencias naturales. Además de sus procedimientos específicos utilizan conocimientos científicos para alcanzar sus objetivos"

Esta definición tan restringida no incluye a las ciencias sociales, atiende más al uso que de este término se hace que a la naturaleza de la ciencia y señala el carácter subsidiario y dependiente de la tecnología con respecto a la ciencia, una concepción sobre la que no existe unanimidad de criterio en la comunidad científica.



Desde una concepción más amplia, sobre la que existe un acuerdo más generalizado, algunos autores, como Ziman, afirman que la ciencia es “un conjunto de conocimientos organizados”, fruto de la investigación y obtenidos mediante el empleo de métodos de eficacia probada, “un medio de resolver problemas, una institución social, que necesita medios materiales, un tema educacional y un factor importante en los asuntos humanos”, un recurso cultural que se emprende por sus posibles beneficios materiales, para lo cual “establece conexiones instrumentales con la tecnología”, dando lugar a la tecnociencia. De este modo, el conocimiento científico-técnico no trata sólo de explicar los fenómenos de la naturaleza, objetivo prioritario de la llamada ciencia pura o básica, eminentemente teórica; también pretende intervenir en el mundo, modificarlo y producir cosas nuevas, que a su vez retroalimentarán a la ciencia básica en su cometido.

Otros autores, como Thomas Kuhn, señalan que la ciencia es un fenómeno complejo que se enmarca en cuatro contextos diferentes: a) *innovación*, que es el ámbito en el que se desarrolla la actividad científica; b) *aplicación* que es el marco en el que se desarrolla la tecnología concebida como “ciencia aplicada”; c) el de *evaluación/valoración* que compete no sólo a la comunidad científica, a las personas expertas, sino también a los gobiernos y a los ciudadanos y ciudadanas afectados; y por último, d) el *contexto de enseñanza*, al que pertenece la educación reglada y no reglada y en el que se retroalimentan los dos primeros contextos y hace posible el ejercicio serio y responsable del tercero.

La noción de cultura tiene un doble sentido: antropológico y normativo.

La primera definición de cultura en sentido antropológico ha sido obra de Edward B. Tylor en 1871: “cultura es aquel todo complejo que incluye conocimientos, creencias, arte, leyes, moral, costumbres y cualquier otra capacidad y hábitos adquiridos por el ser humano en cuanto miembro de una sociedad”. Estos contenidos no son heredados genéticamente sino adquiridos en la sociedad por medio del aprendizaje social y heredados socialmente. Esta definición clásica de cultura se complementa con otra de Bronislaw Malinowski en 1931: “la cultura comprende...procesos técnicos, ideas, hábitos y *valores adquiridos*”.



La acepción normativa del vocablo cultura hace referencia a aquellos hallazgos que se valoran como excelentes o superiores, que reflejan un ideal de humanidad y que coinciden con las cotas más altas alcanzadas por la creatividad humana: arte, ciencia, pensamiento.

El origen de esta acepción se encuentra en la etimología de la palabra (colere/cultum =cultivar, en sentido agrario) y en el siglo XIX, por influencia burguesa, esta noción comenzó a hacer referencia a "las actividades recreativas con que las personas bien educadas entretenían sus ocios: lecturas de novelas, asistencia a conciertos y representaciones de teatro, visita de exposiciones de pintura, etc." (Mosterín, 1.993).

Aunque desplazada en importancia por la definición antropológica de cultura, esta segunda acepción está muy generalizada entre la población que normalmente asocia la cultura con ser "culto", estar cultivado, haber recibido educación y ser capaz de disfrutar con los contenidos excelentes de la cultura.

Hechas estas aclaraciones, podríamos afirmar lo siguiente:

* La ciencia, tanto básica como aplicada, es cultura y forma parte de la cultura como un recurso importante en orden a satisfacer necesidades e intereses. Es un logro máximo y característico de la especie humana. Tiene una dimensión teórica, fruto de la capacidad constructiva del ser humano, y ha jugado un papel destacado en numerosos procesos generadores de cambios profundos. En todas las sociedades la ciencia ha tenido especial protagonismo a nivel económico en las transformaciones de los medios de producción, las mentalidades, las actitudes y las convicciones de la ciudadanía.

Sin embargo, nos equivocariamos si estuviésemos tentados a pensar que la ciencia es un elemento único, dominante, absoluto en el conjunto de la cultura. Por el contrario, consideramos la ciencia como un elemento de la cultura entre otros muchos, con los que aquella debe dialogar y llegar a acuerdos en cuestiones concretas, sobre todo cuando nos enfrenta a dilemas morales, cuya dimensión social compromete nuestra supervivencia como especie o vulnera el respeto a los valores fundamentales de las personas.

* Este complejo cultural que es la ciencia, concebida como recurso, transmite mediante la herencia social información abundante que,



con Mosterín, podemos agrupar en tres clases: información descriptiva, práctica y valorativa. La primera consiste en datos, historias y teorías. Los datos representan hechos concretos, mediciones, observaciones, imágenes, etc. y se registran en informes, gráficas, fotos, maquetas, así como leyes observacionales. La información práctica, tan importante como la descriptiva, incluye técnicas y habilidades referentes a saber plantear y resolver problemas, ser capaz de efectuar mediciones y experimentos. Por último, y ésta es la dimensión que en este debate más interés suscita, la información valorativa hace referencia a la capacidad que tiene la ciencia de transmitir valores específicos que, a su vez, se encuentran en la cultura como parte integrante de ella.

* Hasta la II Guerra Mundial la ciencia y la tecnología se concebían como dominios independientes del saber. Desde entonces, por influencia de la sociología del conocimiento, sabemos que no lo son hasta el punto de que podríamos hablar de tecnociencia.

La tecnociencia tiene un papel muy destacado en las sociedades más avanzadas y es un factor de cambio en las que están en vías de desarrollo. Este recurso cultural se ha convertido en una institución poderosa que impregna el tejido económico y social, está subvencionado por el estado y las empresas, y por ende controlado por los poderes fácticos. Nos hallamos por tanto en un proceso interretroactivo en el que intervienen la ciencia, la técnica, la sociedad y el Estado.

* Podemos, pues, afirmar con Habermas que la ciencia, como "primera fuerza productiva" y "fuente independiente de plusvalía" que es, por un lado se encuentra en la esfera social y cultural sometida a múltiples controles, pero por otro, al ser una "acción racional con respecto a fines", por su misma estructura, se encuentra ella misma ejerciendo controles, generando una ideología poderosa y defendiendo unos intereses que en muchas ocasiones no coinciden con los que defiende la sociedad.

Por consiguiente, es necesario ser conscientes de que la tecnociencia es una actividad muy compleja que forma parte de la cultura, que tienen múltiples dimensiones que será preciso analizar en estrecha relación con otros contenidos culturales, como los valores sociales y morales, la ética, la política y que, a su vez, deberá convertirse en patrimonio de la mayoría de la población en el seno de



la sociedad civil, mediante el conocimiento y el ejercicio responsable en la toma de decisiones.

Para lograr este objetivo, es necesario: ser conscientes del carácter ambivalente que en ocasiones tiene la investigación científica y sus aplicaciones; reconocer el peligro que supone el positivismo y sus derivados: cientifismo y tecnocracia; hacer posible el debate interdisciplinar con el resto de los contenidos de la esfera cultural (filosofía, derecho, costumbres, etc.)

Algunas cuestiones que se pueden proponer a la reflexión, serían del tipo:

- ¿Se insiste lo suficiente desde la escuela en la idea de que la ciencia es cultura? ¿A la hora de ofrecer claves culturales a la ciudadanía, se le concede la misma importancia al Ingenioso Hidalgo que a la teoría de la relatividad?
- ¿A la hora de enseñar ciencia, se le plantea al alumnado el contexto cultural en el que surge o se le ofrece una visión descontextualizada de los descubrimientos científicos? ¿Se le plantea como el resultado de continuos avances y retrocesos en los que científicos y científicas y sociedad se retroalimentan mutuamente o, por el contrario, se le ofrece una visión de la ciencia como fruto de la genialidad de unas pocas personas?
- ¿Se establecen vínculos entre la ciencia básica y la tecnología? ¿es consciente la sociedad de la conexión interna que existe entre ambas?
- ¿Es consciente del carácter ambivalente, no ya de la ciencia básica, sino de sus aplicaciones?
- ¿Se ofrece a los ciudadanos la idea de que la ciencia está sometida a control y es ella misma un poderoso mecanismo de control?
- ¿Se ofrece una visión de la ciencia, como un saber exclusivo de un grupo de personas, o se ofrece una visión más interdisciplinar, donde todas tienen derecho a expresar cuáles son los caminos y las metas por los que debe discurrir la investigación científica?



- ¿Se trabaja con el alumnado la idea de que la investigación científica puede ser un ejercicio de libertad (sobre todo para quien cultiva la ciencia básica) que conlleva necesariamente responsabilidad?

Dejando a un lado los contextos de innovación y aplicación de la ciencia, de los que habla Kuhn, cuyos contenidos sobrepasan los límites de nuestro interés actual, nos vamos a aproximar a los contextos de evaluación/valoración y de enseñanza, desde los que podremos plantear algunos interrogantes de interés para el tema que nos ocupa (educación científica y sociedad).

3. Los contextos de evaluación-valoración y enseñanza de la ciencia.

Como consecuencia de la influencia que el positivismo lógico tuvo en la filosofía de la ciencia del pasado siglo, el contexto de evaluación-valoración de la actividad científica no ha tenido el desarrollo que debiera. Esta carencia ha influido notablemente en la comunidad científica, muchos de cuyos miembros han adquirido actitudes de rechazo hacia la necesidad de contrastar el resultado de su actividad científica con la ética comunitaria.

Sin embargo, la realidad es muy diferente. Los valores, como cualidades que expresan preferencias, deseos y necesidades del ser humano, impregnan la ciencia desde sus mismas raíces procedimentales y también culturales. Y lo mismo se puede decir de la moral. No debe olvidarse que lo que distingue a los seres humanos del resto de los animales es nuestro sentido moral, es decir, nuestra capacidad de evaluar las acciones como buenas o malas. La ciencia básica y especialmente la aplicada no puede escapar a este control de la ética, basada en el razonamiento moral.

Es cierto que la diferencia entre ser y deber ser no existe en la naturaleza, sino sólo en la especie humana, pero a fin de cuentas el ser humano es el único depositario del conocimiento científico y en él están estrechamente imbricados los hechos y los valores como parte de un mismo proceso: el conocimiento del mundo para satisfacer mejor las necesidades específicamente humanas; en definitiva, para mejorar la adaptación al entorno y lograr la consecución de las expectativas humanas que intersubjetivamente se acuerden con arreglo a un horizonte valorativo, del que no se pueden sustraer los valores epistémicos, sociales y morales.



Como se verá más adelante, los valores (epistémicos, sociales, morales...) deberán estar presentes en el contexto educativo de la ciencia y deberán ayudar a configurar mentalmente en la ciudadanía lo que Edgar Morin llama el "espíritu científico". Hoy por hoy, el conjunto de valores presentes en la actividad científica, una vez sometidos a la prueba de fuego de la argumentación y el diálogo e intersubjetivamente aceptados como fruto del ejercicio de la razón comunicativa, deberán estar en sintonía con los valores universales presentes en la Declaración de Derechos Humanos, como conquista suprema de la humanidad: libertad, igualdad, solidaridad, dignidad de las personas, etc.

No contemplar la necesidad de adecuación entre el conocimiento científico y los valores supondría no reconocer la estrecha interdependencia, las deudas mutuas que existen entre ciencia y sociedad. Es cierto que la sociedad debe mucho a la ciencia, pero –esto es incuestionable– la ciencia también debe mucho a la sociedad. Sin el impulso, oportunidades, instrumentos, problemas planteados, ideas recibidas por ambas, la ciencia del siglo XX habría sido peor, habría avanzado mucho menos. Por consiguiente, el diálogo entre ciencia y sociedad, entre la ciencia y el resto de los contenidos de la cultura contemporánea se convierte en objetivo irrenunciable.

A la hora de intervenir en el necesario debate sobre los efectos ambivalentes de la ciencia, su capacidad constructiva y destructiva, sus efectos beneficiosos y perjudiciales es preciso recurrir a la argumentación moral que permita una anticipación de las consecuencias beneficiosas o perjudiciales de ciencia y sus aplicaciones. El ideal de la neutralidad valorativa y moral de la tecnociencia debe ser revisado críticamente. En el mundo actual la ciencia y la tecnología no son neutrales, ni pueden serlo.

A la hora de profundizar en este contexto valorativo de la ciencia, este comité podría abordar, entre otras, las siguientes cuestiones:

- ¿Se insiste desde la escuela y medios de comunicación en la dimensión moral de la ciencia, sobre todo en su dimensión aplicada? ¿La población tiene claros los límites del conocimiento científico: lo que se puede y no conocer, lo que se debe y no se debe hacer, lo que es lícito e ilícito?



- ¿Se fomenta suficientemente en la sociedad el debate sobre cuestiones morales y legales relativas a algunas aplicaciones científicas o algunos asuntos de interés general como, por ejemplo, el uso de los transgénicos, la clonación, el cambio climático, la erradicación de la pobreza, las consecuencias de la globalización, etc.?
- ¿Se refleja en los manuales escolares la estrecha relación existente entre la investigación científica y las demandas sociales, entre la ciencia y los intereses económicos y estatales?
- ¿La ciudadanía es consciente del uso que los estados y las empresas dan a la investigación científica?
- ¿Se trabajan en el aula los llamados "valores epistémicos": rigor, coherencia, precisión, generalidad, verificabilidad, capacidad explicativa, capacidad predictiva? ¿Se trabajan todos o se maximiza sólo uno? ¿Qué papel juegan en la adquisición de hábitos intelectuales y de las actitudes del alumnado?

Pero, para mejorar la cultura científica de la sociedad, pensamos que en la escuela, no puede ser competencia solamente de las asignaturas científicas. Si estamos convencidos de la necesidad de mejorarla en la escuela, de que en la adolescencia se debe leer a Homero, pero también a Darwin, es preciso llegar a un acuerdo global para introducir la ciencia en materias no científicas. Al realizar un análisis pormenorizado del llamado por Kuhn contexto de enseñanza estas son algunas preguntas que se podrían someter a debate:

- ¿Se deben introducir actividades de lectura de algunas obras literarias cortas de ciencia ficción en la clase de lengua y literatura? Por ejemplo, alguna obra de Isaac Asimov, Julio Verne.
- ¿Es necesario introducir en la clase de ética el tratamiento de algunos problemas morales de nuestro tiempo relacionados con la ingeniería genética (como, por ejemplo, la clonación, los transgénicos), con la sociedad de la información, con el medio ambiente (la dimensión solidaria del Protocolo de Kyoto, por ejemplo), etc.?



- ¿En la asignatura de historia se debería prestar más atención a tratar con más profundidad algún momento clave de la historia de la ciencia en el que se haya producido un cambio de paradigma, como, por ejemplo, la revolución científica del siglo XVII o la aparición de la mecánica cuántica?
- ¿Se anima al alumnado a pensar por sí mismo o, por el contrario, en la clase se apela con frecuencia al principio de autoridad (científicos relevantes en la historia de la ciencia, el libro de texto, el profesor,...)? ¿Se fomenta en el aula el pensamiento divergente o más bien el convergente?

Por lo que se refiere a la presencia de las ciencias en la organización escolar, estas podrían ser algunas preguntas clave:

- ¿En las bibliotecas de los centros se debe dedicar una sección a la divulgación científica donde figuren obras de fácil lectura? ¿Se deben hacer campañas de fomento de la lectura de este tipo de libros, adaptados a niños y niñas de Educación Primaria? ¿Se debe hacer reseñas de las novedades bibliográficas y publicarlas en los tablones de anuncios?
- ¿Se deben aprovechar las principales efemérides científicas (centenario de hallazgos significativos, el año de la física, por ejemplo) para que el alumnado conozca con mayor profundidad los principales descubrimientos científicos del siglo XX, sus aplicaciones tecnológicas y su repercusión en la vida cotidiana?
- ¿Es preciso organizar sesiones de cine forum sobre películas sugerentes de tema tecnocientífico o de aquellas de las que se pueda hacer una lectura aprovechable para una mejor comprensión de las teorías científicas, la dimensión ética y el impacto social de sus aplicaciones, etc.?
- ¿Se tienen que aprovechar los viajes culturales para visitar museos de la ciencia, parques temáticos, centros de interpretación, etc., y desarrollar unidades didácticas adecuadas al tipo de alumnado en las que se combine el rigor con la dimensión lúdica del conocimiento?



- ¿Cómo se puede mejorar la coordinación de las áreas del currículo? ¿Cómo prestar una mayor relevancia a la asignatura de Tecnología y establecer una mejor coordinación de ésta con las ciencias básicas?
- En suma, ¿qué estrategias se deben emplear para mejorar la cultura científica en la escuela y en el resto de la sociedad?

Las medidas de mejora encaminadas a desarrollar la cultura científica de los ciudadanos y las ciudadanas no lograrían el resultado apetecido si no van acompañadas de una serie de medidas complementarias que afectan, sobre todo, a mejoras profundas del sistema educativo en general. Para que el avance se cimente sobre bases sólidas, se deben responder algunas preguntas:

- ¿Hay que mejorar la preparación del personal docente, así como su reconocimiento y condición social?
- ¿Se debe fomentar el intercambio de docentes de distintos países y comunidades autónomas en base al intercambio de experiencias educativas concretas?
- ¿Se debe criticar sistemáticamente desde la escuela la superstición y la pseudociencia? ¿Cómo se puede compatibilizar con la existencia de la enseñanza religiosa en el currículo escolar?
- ¿Cómo mejorar la educación científica de las personas adultas?

Estos y otros interrogantes que se pueden plantear sobre "Educación y Cultura Científica" quedan abiertos para el debate.

Enrique Castaño González
Agustín Cuello Gijón
Natalia Gutiérrez Luna

Ana Rivero García
Carlos Sampredro Villasán
Emilio Solís Ramírez

