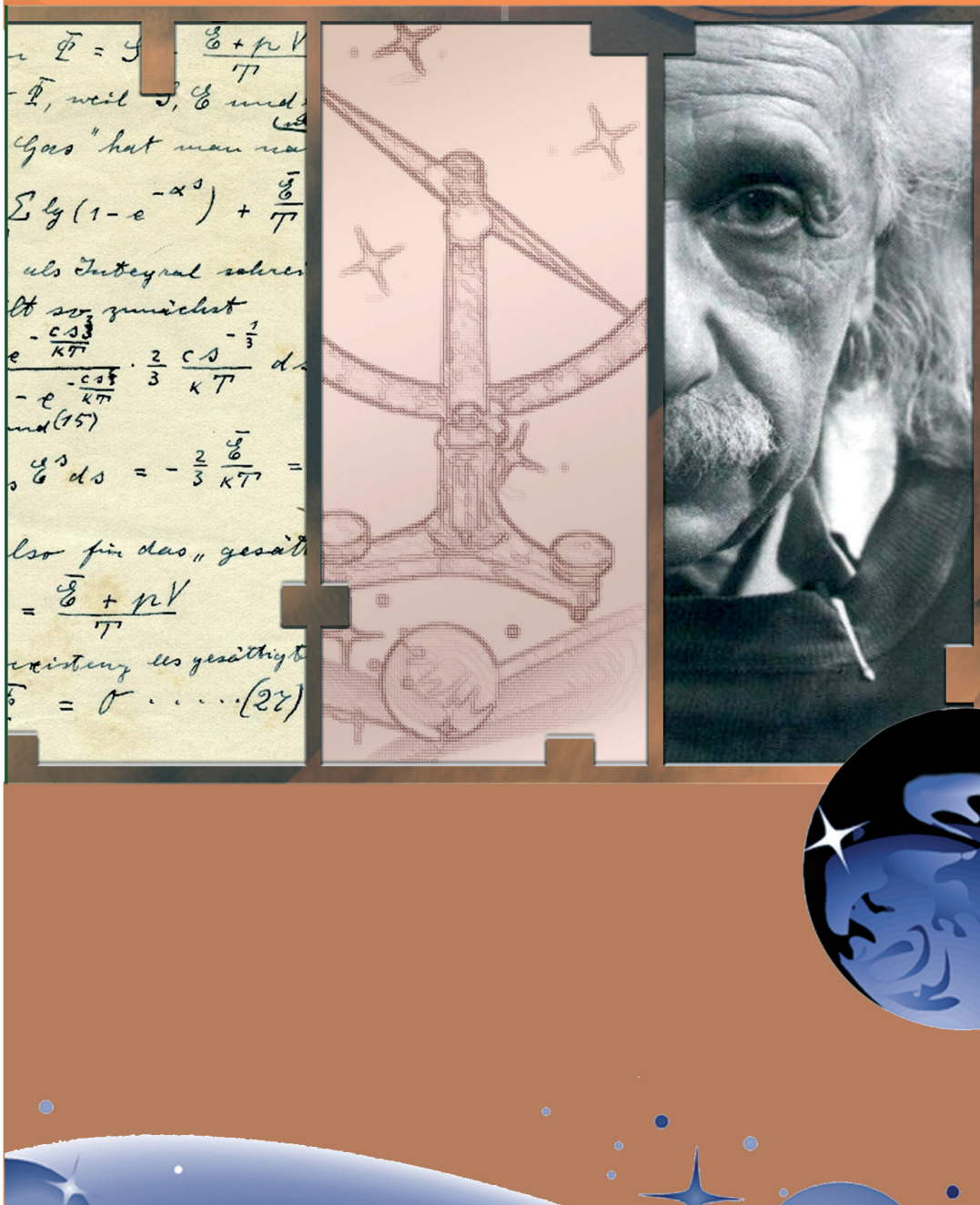


Documento "Educación y Cultura Científica"

Granada, 6 y 7 de marzo de 2006



ÍNDICE

1.- Introducción

2.- Cultura Científica y Sociedad

- 2.1. Consideraciones generales**
- 2.2. La ciencia y la tecnología en la sociedad actual**
- 2.3. Ciencia, tecnología y cultura científica**
- 2.4. La cultura científica y tecnológica dentro y fuera del aula**
 - 2.4.1. La cultura científica y tecnológica en la escuela**
 - 2.4.2. La cultura científica y tecnológica de los españoles**
 - 2.4.3. La cultura científica y tecnológica en los medios de comunicación**

3.- La Ciencia en el currículo escolar

- 3.1. Consideraciones generales**
- 3.2. El Currículum de ciencias**
 - 3.2.1. Problemas generales detectados en relación con el currículo actual**
 - 3.2.2. Finalidades y objetivos**
 - 3.2.3. Los Contenidos**
 - 3.2.4. Metodología**
 - 3.2.5. Evaluación**
- 3.3. Formación del Profesorado**
 - 3.3.1. La Formación inicial del profesorado de ciencias**
 - 3.3.2. La Formación permanente**

4.- Condiciones necesarias para el desarrollo adecuado del Currículo de Ciencias.

5.- Recursos para el aprendizaje fuera del aula

- 5.1. La divulgación de ciencia y tecnología como apoyo a la labor escolar**
- 5.2. Cultura científica y educación para la sostenibilidad**
- 5.3. Divulgación Científica y medios de comunicación**
- 5.4. Editoriales, Internet y juegos científicos**
- 5.5. Lugares donde se hace, donde se usa y donde se expone ciencia y tecnología: nuevos campos de aprendizaje**
- 5.6. La divulgación ambiental: Uso Público en espacios naturales protegidos, centros de educación ambiental, el patrimonio geológico**
- 5.7. Ciencia en la calle, exposiciones, ciencia activa, ferias de ciencia**
- 5.8. Museos y centros de ciencia**
- 5.9. Recomendaciones y propuestas**

6.- Propuestas de Mejora



1.- INTRODUCCIÓN

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 y tecnológico, 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 cultura científica, de convertir la educación científica en parte esencial de la educación general de todas las personas.

Resulta llamativa la escasa formación científica y tecnológica 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 y tecnológicos 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.

Diseñar un conjunto de propuestas que mejoren de esta situación, es uno de los objetivos de este documento. Para ello, es necesario justificar las propuestas que se van a realizar partiendo de unos presupuestos básicos de carácter general: el importante papel que la ciencia y la tecnología desempeñan en la sociedad actual; la precisión del concepto “cultura científica” para saber de qué estamos hablando; y, por último, un diagnóstico genérico inicial sobre el estado en que se encuentra la cultura científica y tecnológica tanto dentro como fuera de la escuela.

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. Una sociedad como la actual, en la que se plantea 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 de toda la población.

Por ello se hace indispensable mejorar la educación científica de la ciudadanía, como protagonista que es de su propia historia y dueña de su destino. Esta puede ser una propuesta eficaz para salir de la minoría de edad intelectual en la que a menudo nos encontramos, lo que equivale a ganar en autonomía personal, a usar la razón por nosotros mismos, sin plegarnos a la dirección de nadie, a la pereza y a la cobardía que nos resta libertad frente a la superstición y las pseudociencias. Por eso, adquirir cultura científica es un ideal de la modernidad que no deja de tener validez en la

postmodernidad; es una necesidad imperiosa porque nos hace más racionales y críticos; en suma más libres, más humanos.

En es sentido, nos referimos a la Declaración de Granada “Comunicar las ciencias en el siglo XXI” y recogemos un párrafo que refleja fielmente el sentido de este documento *“Es urgente incrementar la cultura científica de la población. La información científica es una fecundísima semilla para el desarrollo social, económico y político de los pueblos. La complicidad entre los científicos y el resto de los ciudadanos es una excepcional celebración de la democracia. Pero, además, esa nueva cultura contribuirá a frenar las supercherías disfrazadas de ciencia, aumentaría la capacidad crítica de los ciudadanos, derribaría los miedos y supersticiones, haría a los seres humanos más libres y más audaces. Los enemigos a batir por la ciencia son los mismos que los de la filosofía, el arte o la literatura, esto es, la incultura, el oscurantismo, la barbarie, la miseria, la explotación humana”*.

Las competencias en la mejora de la cultura científica y tecnológica de la ciudadanía no son exclusivas de la institución escolar, sino que es un proceso en el que deben converger todos los ámbitos y deben aprovecharse todas las situaciones.

Cuando Andalucía a través de “La Segunda Modernización” se plantea una apuesta estratégica (social y económica) basada en el desarrollo del espíritu emprendedor, en la innovación y la investigación resulta llamativa la escasa formación científica de una sociedad que tanto dice valorar y admirar los avances de la ciencia. En este contexto la enseñanza de las ciencias desde la perspectiva y los modelos que se plantean en este documento se convierte en un elemento básico y articulador del modelo de desarrollo y sociedad que se plantea.

La **Segunda Modernización** apuesta por el fortalecimiento del ámbito innovador e investigador desde la empresa y la sociedad, para que esto sea posible necesita de una base social, científica y tecnológicamente alfabetizada, que participe conscientemente en esta apuesta, necesita de capital humano formado y motivado para buscar soluciones científicas, tecnológicas y ambientales ante los retos a los que nos enfrentamos y necesita, también, la realización de profundos cambios en la forma de enseñar ciencias en todos los tramos del sistema educativo, desde la educación primaria hasta la formación del profesorado, desde la enseñanza profesional hasta la difusión de la cultura científica en todos los escenarios sociales.

En los albores del siglo XXI se debe ofrecer a los jóvenes una visión atractiva de la ciencia y la tecnología, entendidas como un conjunto de conocimientos que tiene no sólo una repercusión directa sobre la economía de un país y la calidad de vida de los habitantes del planeta, sino también en el ámbito individual de las personas, ya que nos puede ayudar a ser más racionales, críticos y libres; en definitiva, más humanos. La educación en general y la científica en particular puede ser “una barrera contra la barbarie”, indispensable en el mundo globalizado en que vivimos, por lo que debe convertirse en un objetivo social de primer orden. Experiencias novedosas e ilusionantes, además de medios humanos y materiales, es lo que hace falta desarrollar en el contexto escolar y, al margen de ideologías y con voluntad de consenso, por lo que toda la sociedad debería luchar sin descanso.

Mejorar la educación científica de la ciudadanía andaluza en general, y de los niños, niñas y jóvenes que están en nuestros centros educativos, en particular, es un reto fundamental para nuestra sociedad y es, el interés central de este documento.

Son numerosos los retos que debe afrontar el sistema educativo andaluz para mejorar significativamente la cultura científica y tecnológica de los escolares. Entre ellos, vamos a resaltar a continuación los que consideramos más relevantes, y que van a constituir el marco desde el que se van a realizar en este documento el análisis de la educación científica en Andalucía y las propuestas de mejora que consideramos más adecuadas:

- La extensión de la enseñanza obligatoria hasta los 16 años, ha supuesto un aumento en el número de personas escolarizadas y en la diversidad de las mismas (en intereses, en características, ...). Esta diversidad exige al sistema educativo en su conjunto que “invente” nuevas estrategias también diversificadas (en el aula, en las asignaturas, en la organización de los cursos, etc.) para poder atenderla adecuadamente.
- La introducción en el currículo de nuevas áreas (por ejemplo las transversales) y la “escolarización” de los problemas sociales y ambientales de nuestro mundo. Cada vez son más los contenidos y las exigencias que se le hacen al sistema educativo: no sólo se produce un aumento en el número y heterogeneidad del alumnado, sino que se hace necesario afrontar problemas que hasta ahora se habían mantenido fuera del ámbito escolar. Estas demandas exigen repensar el currículo, pues la situación actual, en la que estas nuevas demandas se han hecho manteniéndose a la vez la lógica disciplinar habitual, están desbordando en muchos casos la capacidad del profesorado y creando en algunos círculos la imagen de una escuela ineficaz.

A estas cuestiones, hay que añadir que nuestra sociedad ha experimentado un importantísimo cambio durante los últimos años (García Pérez, 2005)¹:

- Se ha ido configurando *un mundo cada vez más globalizado*, si bien es cierto que con diferencias según el ámbito que observemos -no es lo mismo la mundialización de la economía o la industria del ocio, que la extensión de las formas democráticas de vida política- y según las zonas del planeta. Aún así, facilitar a las personas la comprensión del mundo exige ahora más que nunca comprender las relaciones entre lo local y lo global y un nuevo y más complejo manejo de las escalas espaciales y temporales (Borja y Castells, 1997)².
- Hemos entrado en la *sociedad de la información* (Castells, 1996, 1997 y 1998)³ gracias a la rápida expansión de las nuevas tecnologías, entre las que es necesario destacar el acceso de nuestros jóvenes a Internet y a los teléfonos móviles, y que algunos denominan como “sociedad del conocimiento”, dado el valor que han adquirido la información y el conocimiento en la nueva organización social, reemplazando en algunos casos, como señala Tedesco (2000)⁴, a los recursos naturales, a la fuerza o al dinero como factores

¹ García Pérez, F.F. (2005). El sentido de la educación como referente básico de la didáctica. Investigación en la Escuela, 55, 7-27

² BORJA, J. y CASTELLS, M. (1997). Local y global. La gestión de las ciudades en la era de la información. Madrid: United Nations for Human Settlements (Habitat) y Ed. Taurus.

³ CASTELLS, M. (1996). La era de la información: economía, sociedad y cultura. Vol I: La sociedad en red. Madrid: Alianza.

CASTELLS, M. (1997). La era de la información: economía, sociedad y cultura. Vol II: El poder de la identidad. Madrid: Alianza.

CASTELLS, M. (1998). La era de la información: economía, sociedad y cultura. Vol III: Fin del milenio. Madrid: Alianza.

⁴ TEDESCO, J.C. (2000). Educación y sociedad del conocimiento. Cuadernos de Pedagogía, 288, 82-86.

de la generación y distribución del poder. En este contexto, y como plantea Gimeno (2001)⁵: “¿Debe informar la escuela en la sociedad de la información?”

- Sufrimos una *crisis ambiental* sin precedentes (Vilches y Gil, 2003)⁶. Nunca anteriormente el modelo de desarrollo adoptado por una parte de la humanidad había llevado a una situación tan grave de desajuste en los ciclos naturales. La ingente emisión de gases de efecto invernadero, la deforestación a gran escala, la contaminación de las aguas continentales y de los mares, la acelerada desaparición de especies vivas, el enorme despilfarro de recursos (con la consiguiente acumulación de residuos de todo tipo), entre otros factores, están generando una dinámica en la Biosfera difícilmente controlable en un futuro próximo. Indudablemente, la educación científica tiene una responsabilidad en la formación de las personas encaminada a reconocer estos problemas y plantear posibles soluciones.
- Hemos asistido a un *cambio cultural y en las formas de vida*, especialmente visible en los jóvenes de los países desarrollados (García Díaz, 2004)⁷, y al éxito de los valores consumistas, de la búsqueda de la comodidad y lo fácil; al predominio de lo perceptivo, de la aproximación superficial a las cosas; al progresivo abandono de la cultura del libro y a su sustitución por una cultura del espectáculo y de la imagen; a la aceleración del ritmo de la actividad humana y al acceso a enormes cantidades de información en muy poco tiempo, lo que conlleva hábitos de tratamientos muy superficiales de dicha información -pues no hay tiempo, ni paciencia, para reflexionar, para construir argumentos, etc.-; al abandono de las visiones de conjunto, de los planteamientos ideológicos, éticos y políticos amplios y al predominio del individualismo; a la multiplicación de contextos socializadores diferentes a los tradicionales, de manera que los padres y profesores (tradicionales modelos adultos significativos y consistentes) compiten con una amplia panoplia de posibles modelos, presentes en los medios de comunicación y en otros ámbitos de la cultura del ocio, etc. (Postman, 1999)⁸. Estos cambios no son uniformes (no olvidemos, por ejemplo y por citar sólo un detalle, la amplísima movilización de jóvenes voluntarios que se produjo en nuestro país ante el desastre provocado por el hundimiento del Prestige), pero son lo suficientemente relevantes para que el sistema educativo esté obligado a plantearse cómo conectar con nuestros jóvenes y mejorar su formación.

Todo lo expuesto plantea importantes retos a los que nuestro sistema educativo no ha podido o no ha sabido responder hasta ahora con agilidad (o al menos no en todos sus frentes).

Las distintas leyes educativas (sobre todo las más recientes, la LOGSE y la LCE) se han planteado algunos de ellos y han propuesto medidas (a veces más afortunadas y otras claramente menos), que no han tenido capacidad para modificar sustancialmente la práctica cotidiana en los centros educativos y mejorar la educación científica de la ciudadanía andaluza. Algunas razones que pueden explicar esto es que, hasta ahora, las propuestas de nuevas leyes no se han visto acompañadas de ciertas medidas que consideramos básicas: una financiación adecuada, el compromiso activo de todos los

⁵ GIMENO, J. (2001). Educar y convivir en la cultura global. Madrid: Morata.

⁶ VILCHES, A. y GIL, D. (2003). Construyamos un futuro sostenible. Madrid: Cambridge University Press.

⁷ GARCÍA DÍAZ, J.E. (2004). Educación ambiental, constructivismo y complejidad. Sevilla: Diada.

⁸ POSTMAN, N. (1999). El fin de la educación. Una nueva definición del valor de la escuela. Barcelona: Eumo-Octaedro.

profesionales relacionados con la educación, y de la sociedad en general, por una mejora de la educación y una intervención decidida en la formación del profesorado. No debemos olvidar que los profesores y profesoras son los que, en definitiva, tienen que hacer real el cambio en la enseñanza de las ciencias y que, para hacerlo, necesitan una formación adecuada y el apoyo, en primera instancia, de la administración educativa competente (en medios, en recursos, etc.) y, en general, de toda la sociedad (para lo que es necesario una revalorización de la educación y de la figura del profesorado), para afrontar con cierta seguridad y compromiso los retos que se le plantean.

Ante la panorámica general trazada, no es extraño que nos encontremos en una situación en la que resaltamos las siguientes situaciones como síntomas más destacados de que algo no funciona en la enseñanza de las ciencias:

- La formación científica de la población en general (la escolar y la adulta) está bastante por debajo de lo podría considerarse deseable según los resultados de la investigación didáctica.
- El alumnado muestra poco interés por el ámbito científico, un hecho que se pone de manifiesto en numerosas investigaciones.
- Una parte importante del profesorado de ciencias suele manifestarse poco satisfecho de su trabajo.

En la situación actual de redacción de una nueva ley para la educación (la LOE), se hace más oportuno aún el debate organizado sobre la situación de la educación científica en Andalucía, que ha dado como resultado la elaboración de este documento. Esperamos que el punto de vista de las personas participantes en el debate, aquí recogidos, sean útiles para afrontar los retos que se nos plantean.

2.- CULTURA CIENTÍFICA Y SOCIEDAD

“El modo científico de aprehensión de los objetos depende de una cultura; pero ésta, actualmente, se ha vuelto dependiente del modo científico de concebir la realidad”.
(Edgar Morin, “Ciencia con consciencia”)

“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”)

2.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Aunque es difícil de calibrar, todos los diagnósticos que se realizan sobre la cultura científica y tecnológica de los ciudadanos y ciudadanas españoles coinciden en señalar que, tanto dentro como fuera de la escuela, los niveles alcanzados se encuentran muy por debajo de lo deseable.

A pesar de que la mayoría de la población es consciente del importante papel que desempeñan en la sociedad actual, continúa muy arraigado el prejuicio de que la ciencia y la tecnología están constituidas por un acervo de conocimientos especializados y muy útiles, pero que no se consideran parte integrante de la cultura y en estrecha relación sistemática con todo el resto de las esferas de la vida social: la política, la ética, las ideologías, los gobiernos, los grupos empresariales, etc. Por ello, amplios sectores de la ciudadanía consideran que ese tipo de conocimientos rigurosos son el prototipo de saber objetivo, aséptico y neutral, y no tienen ningún reparo a la hora de asumir determinados residuos ideológicos destilados del cientifismo y la tecnocracia.

Si, como se dice a menudo, la escuela es la caja de resonancia de la sociedad, los prejuicios existentes en ésta sobre la ciencia y la tecnología tienen también su acomodo en la institución escolar, donde la crisis se halla instalada desde hace tiempo, o al menos esa es la percepción generalizada de sus agentes. En los últimos tiempos arrecian las críticas, especialmente del profesorado, que se queja, de la escasez de horas destinadas en los planes de estudios a las enseñanzas de las ciencias y la tecnología (queja generalmente compartida con el resto de las especialidades), la elevada ratio alumno/profesor, que impide hacer efectiva la enseñanza individualizada y el empleo de metodologías activas, alternativas a la mera transmisión unidireccional del conocimiento en el proceso de enseñanza-aprendizaje, realizado con una frecuencia que empieza a ser preocupante en el marco de ambientes poco propicios, en los que la pauta la marcan niños y jóvenes desmotivados y desinteresados hacia los saberes reglados que se imparten en el aula.

A pesar de los problemas estructurales que, sin duda, son importantes y condicionan la calidad de la cultura científica y tecnológica que se imparte en la escuela, existen numerosas carencias que se podrían suplir con una acción planificada y coordinada. Nos referimos fundamentalmente a la necesidad de paliar, al menos en la medida de lo posible, los déficits más llamativos:

- No se cultivan, como se debiera, los aspectos epistémicos que se desprenden de la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia y tecnología.

- No se las conecta, como se debiera, en el ámbito de los saberes humanísticos, tradicionalmente considerados contenidos relevantes de la cultura y, más allá de la necesaria especialización, se continúa postulando una barrera infranqueable entre las ciencias y las letras.
- La ciencia y la tecnología están presentes en los desarrollos curriculares de determinadas áreas y materias que se estudian en la escuela, pero todavía no forman parte de la organización escolar como contenidos transversales dirigidos a la totalidad del alumnado, con independencia de sus itinerarios académicos.
- No se adoptan medidas tendentes a trazar puentes entre la escuela y la sociedad, ni se aprovechan al máximo los recursos que ésta última le brinda a la primera, ni se optimizan los magníficos recursos que, tanto en medios humanos como materiales, la institución escolar puede ofrecer a la sociedad para conseguir conjuntamente elevar la cultura científica de toda la población, incluidos los escolares: ferias de la ciencia, exposiciones temporales, laboratorios y aulas TIC, etc.

En este panorama, no tan desolador como algunos lo pintan pero sin duda preocupante, los medios de comunicación están llamados a desempeñar un papel importante que en la actualidad no desempeñan. La presencia de la ciencia y la tecnología, entendida como cultura científica y tecnológica, es escasa en los medios de comunicación, sobre todo los audiovisuales, que, salvo honrosas excepciones, supeditan con frecuencia su programación a intereses mercantilistas y escamotean de sus parillas este tipo de programas y los trasladan a horas matinales o intempestivas.

Diseñar una estrategia de mejora de esta situación, partiendo de un diagnóstico certero, es el propósito de este documento. Pero antes de entrar en pormenores, es preciso justificar las propuestas que se van a realizar en base a unos presupuestos básicos de carácter general:

- El importante papel que la ciencia y la tecnología desempeñan en la sociedad actual.
- La precisión del concepto “cultura científica” para saber de qué estamos hablando.
- Y, por último, un diagnóstico genérico inicial sobre el estado en que se encuentra la cultura científica y tecnológica tanto dentro como fuera de la escuela.

2.2. LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA SOCIEDAD ACTUAL

La ciencia y la tecnología avanzan imparables en el mundo globalizado en que vivimos y extienden hasta límites insospechados el horizonte del conocimiento. Tanto una como otra, formando un todo inseparable, han sido consideradas las protagonistas del desarrollo social del pasado siglo y van camino de seguir siéndolo también del actual. Esta es la tendencia de los últimos trescientos años, desde que Galileo primero y Newton después (además de una extensa nómina de científicos de renombre como Torricelli, Boyle, Mariotte y otros) llevaran a cabo la llamada “revolución científica” e instauraran un paradigma mecanicista y determinista, hegemónico durante dos siglos,

que tantos frutos habría de cosechar en la ciencia y la tecnología. Lo anunciaba de manera rotunda H.G. Wells en una conferencia pronunciada en 1.902: *“En el pasado siglo hubo más cambios que durante los mil años anteriores”* en clara referencia a los logros más espectaculares conseguidos (la electricidad, la fotografía y la comunicación sin hilos, por poner tres ejemplos). Y añadía: *“Y los que ocurrirán en el nuevo siglo harán que los del siglo pasado apenas sean perceptibles”* (1)

(1) (Eduardo Punset, *“Cara a cara con la vida, la mente y el Universo”*, Edit. Destino, 2004, pág.13).

Estas palabras, pronunciadas por un escritor lúcido y con visión de futuro, por mucho que hoy nos parezcan verdades obvias, en aquel entonces no eran suscritas por muchos de sus contemporáneos. A finales del XIX estaba muy extendida la mentalidad positivista y eran muchos los que percibían los logros científicos y tecnológicos conseguidos durante el siglo anterior como conquistas máximas de la sociedad industrial, difíciles de superar por pertenecer al último estadio del desarrollo de la humanidad, el estadio positivo, anunciado por Augusto Comte. En este sentido, es representativa de esta mentalidad la frase atribuida a Charles H. Duell, director de la Oficina de Patentes de Estados Unidos en 1899: *“Todo lo que se puede inventar ha sido inventado”*, o el diagnóstico equivocado que de un nuevo descubrimiento hacía la poderosa empresa estadounidense Western Union en 1876: *“Este teléfono tiene demasiadas limitaciones como para ser considerado seriamente un medio de comunicación. El dispositivo no tiene ningún valor intrínseco para nosotros”*.

Cuarenta y siete años después de las palabras de Wells, el filósofo y matemático Bertrand Russell se expresaba en términos parecidos a los empleados por el autor de *“La guerra de los mundos”*: *“Sólo en los últimos ciento cincuenta años la ciencia se ha convertido en un factor importante, que determina la vida cotidiana de todo el mundo. En ese breve tiempo ha causado mayores cambios que los ocurridos desde los días de los antiguos egipcios. Ciento cincuenta años de ciencia han resultado más explosivos que cinco mil años de cultura precientífica. Sería absurdo suponer que el poder explosivo de la ciencia está agotado o que ha alcanzado ya su máximo. Es mucho más probable que la ciencia continúe durante los siglos venideros produciendo cambios aún más rápidos”*. (2)

A principios del siglo XXI podemos decir que las premoniciones de Wells y Russell se han cumplido y se siguen cumpliendo con creces. Los hitos de la ciencia y la tecnología (la llamada por algunos autores *“tecnociencia”*) durante el siglo XX son espectaculares y su impronta en la sociedad, en nuestra vida cotidiana desde que nacemos hasta que morimos, y en la mejora de las condiciones de vida, está fuera de toda duda, por más que se levanten voces críticas en contra de ella por los efectos indeseados, los riesgos, que en ocasiones conlleva: amenaza nuclear, deterioro ambiental, pérdida de privacidad, merma de la libertad, atentados contra la dignidad personal, etc. (3)

(2) Bertrand Russell, *“La perspectiva científica”*, Edit. Planeta, 1986

(3): Aunque la relación que se ofrece a continuación tiene algunas inexactitudes y algunas ausencias significativas, decidimos transcribirla porque es descriptiva de la avalancha de acontecimientos y avances que en el mundo científico se han producido durante el siglo XX:

En 1900 Max Planck presenta en sociedad los cuantos, la teoría cuántica. En 1.901, Guglielmo Marconi recibe en Terranova la primera señal telegráfica, mandada desde el otro lado del Atlántico. En 1.903 tiene lugar el primer vuelo tripulado a motor. En 1.905 Albert Einstein publica un artículo que constituye la base de la teoría de la relatividad especial. En 1.909 Paul Erlich encuentra un remedio para la sífilis. En 1.913

se dilucida la estructura del átomo como consecuencia de los trabajos de Niels Bohr y Ernest Rutherford. En 1.913 Henry Ford inventa la cadena de montaje rápido para la producción en masa de automóviles. En 1920 se produce la primera emisión de radio y los hogares empiezan a poblarse de electrodomésticos, como neveras, aspiradoras o la misma radio. En 1922 se descubre la insulina, la hormona relacionada con la diabetes. En 1923 Vladimir Zworykin inventa la cámara de televisión, y en 1926 John Logie Baird efectúa la primera emisión de televisión propiamente dicha. Entre 1.924 y 1929 se descubre la primera galaxia fuera de la Vía Láctea, se propone la teoría de la Gran Explosión como origen del universo y se confirma que el universo está en expansión. En 1928 Alexander Fleming descubre la penicilina y dos años más tarde la BBC inicia las emisiones de televisión. En los años treinta se avanza en el conocimiento del átomo y su núcleo y en 1935 se inventa el nilón, la primera fibra sintética, y también salen de los laboratorios los primeros plásticos.

La década de los cuarenta es la de la II Guerra Mundial y el control de la energía nuclear, con el estallido de las bombas atómicas en Hiroshima y Nagasaki en 1945. Como secuela de la guerra avanza la electrónica, se desarrolla la tecnología del radar y se construyen los primeros ordenadores electrónicos (con válvulas de vacío, ocupando habitaciones enteras), y luego aparece en escena el transistor como sucesor de las válvulas de vacío. A finales de los cuarenta se producen importantes avances en medicina, se utiliza por primera vez la quimioterapia contra el cáncer y se obtiene una vacuna contra la poliomielitis. Empiezan también a aparecer las drogas psicotrópicas, de tan amplio uso actualmente para tratar los trastornos del ánimo y mentales. En 1953 llega uno de los hitos para el desarrollo de la biología: James Watson y Francis Crick descubren la estructura del ADN, la base Química de la vida. En 1954 se lleva a cabo el primer trasplante de riñón y tres años más tarde se lanza el primer satélite artificial, el Sputnik ruso. El primer astronauta es también ruso, se llama Yuri Gagarin y sale al espacio en 1961. Mientras, se siguen produciendo hitos en la exploración del universo, como el descubrimiento de la radiación de fondo o eco de la Gran Explosión, se descubren también en los años sesenta las enzimas de restricción, una herramienta básica para la ingeniería genética, se establecen los mecanismos de inmunosupresión que van a permitir los trasplantes de órganos y en 1967 llega el primer trasplante de corazón. En Física, en 1964 Murray Gell-Mann pronostica la existencia de partículas todavía más elementales que los protones, neutrones electrones del átomo, y en 1967 se descubren los primeros radiofaros en el universo, los púlsares, estrellas muertas que rotan rapidísimamente. Un poco más cerca, en la Luna, los hombres ponen el pie en 1969.

Las nuevas técnicas de imagen, como la tomografía computadorizada, permiten ver dentro del organismo con mucho más detalle que los rayos X, y la informática avanza a un ritmo rapidísimo. Son los años setenta, y los inventos y descubrimientos son multitud en muchas áreas, pero se pueden destacar en el plano biológico los descubrimientos de las endorfinas (sustancias naturales que son analgésicos o euforizantes) o los anticuerpos monoclonales, de gran potencial para tratar algunas enfermedades. Nace la primera niña probeta, la británica Louise Brown, en 1973, y a partir de entonces las técnicas de fertilización in vitro se perfeccionan continuamente mientras se produce un fenómeno de disminución de la fertilidad natural en los países desarrollados. Las sondas de exploración del Sistema Solar se acercan a muchos planetas y permiten ver la Tierra como la vería un viajero estelar, un punto azul pálido en la inmensidad del cielo, proporcionando a la humanidad una nueva conciencia de su lugar en el universo.

Los años ochenta son los del nacimiento de Internet y la explosión de los ordenadores personales y los nuevos electrodomésticos, como la telefonía móvil o las cámaras de vídeo. En 1983 se descubre el origen del sida, una enfermedad nueva que causó gran alarma en la etapa final del siglo, y la biotecnología avanza a buen paso con la creación de organismos modificados genéticamente que permiten obtener sustancias naturales utilizadas como medicinas, por ejemplo la insulina, de forma mucho más fácil y barata. Ya en la década final del siglo se puede citar la nueva generación de grandes telescopios terrestres, con espejos de entre ocho y diez metros de diámetro, y el telescopio espacial Hubble, lanzado en 1990. Y finalmente la clonación de los primeros mamíferos y la de una oveja, la famosa Dolly, el primer mamífero que procede de una célula de un animal adulto...”.

(Malén Ruiz de Elvira, “¡Eureka! Conquistas de la ciencia en el siglo XX”, Ediciones Temas de Hoy, 1999, pág. 20-22)

Indicios racionales hacen suponer que en el siglo XXI asistiremos a un progreso de la ciencia y la tecnología aún más espectacular que el de la centuria anterior, sobre todo en los campos de la biotecnología y la microelectrónica. Esto contribuirá a aumentar el protagonismo social y económico de la tecnociencia que probablemente se convertirá en uno de los poderes hegemónicos de la sociedad post-industrial. De hecho ya se ha convertido en la principal fuerza productiva de bienes y servicios en las economías de

los países económicamente más desarrollados que avanzan imparables hacia lo que algunos estudiosos del tema llaman la sociedad del conocimiento. (4)

(4) Joan Guinovart, presidente de la confederación de Sociedades Científicas de España, decía: *“La armada científica más potente que ha existido nunca en este país ha puesto sobre la mesa del Gobierno un amplio informe, fruto de un año de reflexiones, consultas y estudios, que habla de dinero (no investigar se pagará mucho más caro), pero también de la necesidad de flexibilizar los estamentos de la política científica, de mejorar la formación de los investigadores y hasta de cambiar la mirada, distraída y distante con que la sociedad contempla la ciencia”*. Y más adelante añade: *“Según nuestro estudio, si desde 1970 España hubiera invertido anualmente en I+D el mismo porcentaje del PIB que la media de los países de la OCDE, hoy tendríamos un 20% más de renta per cápita”* José Luis Barbería, *“El inaplazable reto del made in Spain”*, trabajo de investigación y análisis publicado por el diario El País los días 17, 18 y 19 de octubre de 2005

Este tipo de sociedad, que algunos autores han caracterizado como sociedad tecnológica, en la que se incorporan los vastos conocimientos que en todos los órdenes está alcanzando la ciencia, va también camino de convertirse en una característica dominante y homogeneizadora de una cultura transnacional y universal en la que los productos de la ciencia y la tecnología serán de uso generalizado sin requerir para ello unos conocimientos demasiado especializados. Por ser socialmente necesaria y por el conjunto de beneficios añadidos que conlleva, sería deseable que en este contexto todos los ciudadanos tuviesen una formación tecnocientífica básica.

Pero, aunque estos conocimientos, en el plano estrictamente individual o personal, no sean precisos para desenvolverse con cierta tranquilidad en la sociedad tecnológica, es evidente que, cuando el conocimiento científico-técnico se plantea a nivel colectivo en toda su complejidad, surgen unos requerimientos que nos comprometen a todos porque son decisivos para la supervivencia de la humanidad. Estas demandas se podrían resumir en la necesidad de conciliar la producción de conocimientos científicos y tecnológicos orientados hacia la producción de bienes y servicios con la preservación de la naturaleza y el respeto de la dignidad humana, la libertad y la igualdad (como conquistas supremas de la humanidad). En suma, conseguir progreso tecnocientífico como factor decisivo de un desarrollo económico y social, pero en clave sostenible, compatible con las directrices políticas democráticamente consensuadas por los diferentes estados, con la legislación y directrices de los organismos internacionales (ONU, por ejemplo), respetuosa de una ética cívica basada en criterios y argumentos racionales, en la razón comunicativa, en el diálogo racional.

Como veremos más adelante, la tecnociencia, como parte de la cultura que es, deja de ser asunto que afecte exclusivamente a los especialistas, empresarios y gobiernos de cada país para convertirse en un patrimonio y responsabilidad de todos. La ciencia y la tecnología afecta a toda la ciudadanía no sólo por la repercusión que sus resultados inmediatos puedan tener en nuestras vidas, sino también por las consecuencias económicas, sociales, políticas, ambientales, éticas y hasta estéticas que pudieran tener. Por consiguiente, si la ciencia y la tecnología son parte de nuestra herencia cultural, el conocimiento científico-técnico debería ser un conocimiento compartido, una propiedad común.

La cultura científica que los ciudadanos y ciudadanas deben tener y a la que todas las sociedades deberían aspirar para participar de manera positiva en el devenir social requiere tomar en consideración los aspectos de la tecnociencia anteriormente señalados. Para ello se requiere someter a consideración crítica lo que tradicionalmente se ha entendido por cultura científica, centrada fundamentalmente en contenidos conceptuales de las diferentes ciencias (explicación de fenómenos, leyes, teorías) y, a lo sumo, procedimentales (el método científico), para dar prioridad a otros

contenidos de tipo actitudinal y axiológico (normas, valores, afectos, comportamientos), que ayuden a comprender la ciencia y la tecnología en su estrecha interrelación con el resto de los procesos sociales y culturales.(5)

(5) Este es el enfoque que desde los años cincuenta del pasado siglo viene preconizando el movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en un intento de intervenir en la educación tecnocientífica de la sociedad. Acevedo y otros, en su artículo "El Movimiento Ciencia-Tecnología y Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias" (edición digital, pág. 2, lo plantean con una claridad meridiana: *"El mundo de hoy es un mundo de beneficios y amenazas globales, así como profundas desigualdades en la distribución de la riqueza, los costes ambientales y la apropiación del conocimiento científico"*.

En este ambiente social emerge la educación CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) como una innovación del currículo escolar (Acevedo,1996^a, 1997^a, Vázquez, 1999),de carácter general, que proporciona a las propuestas de alfabetización en ciencia y tecnología (Science and Technology Literacy, STL) para todas las personas (Science and Technology for All, STA) una determinada visión centrada en la formación de actitudes, valores y normas de comportamiento respecto a la intervención de la ciencia y la tecnología en la sociedad (y viceversa) con el fin de ejercer responsablemente como ciudadanos y poder tomar decisiones razonadas y democráticas en la sociedad civil. Desde este punto de vista, CTS es una opción educativa transversal (Acevedo, 1996b), que da prioridad, sobre todo, a los contenidos actitudinales (cognitivos, afectivos y valorativos) y axiológicos (valores y normas).

Desde la perspectiva de la dimensión cognitiva de lo actitudinal, la educación CTS pretende también una mejor comprensión de la ciencia y la tecnología en su contexto social, incidiendo en las interrelaciones entre los desarrollos científico y tecnológico y los procesos sociales. Así pues, los estudiantes deberán adquirir durante su escolarización algunas capacidades para ayudarles a interpretar, al menos de forma general, cuestiones controvertidas relacionadas con los impactos sociales de la ciencia y la tecnología y con la calidad de las condiciones de vida en una sociedad cada vez más impregnada de ciencia y, sobre todo, de tecnología

Así, pues, si la ciudadanía necesita saber no sólo qué es la ciencia y la tecnología, sus principales resultados y la metodología empleada, sino también cuáles son las consecuencias de sus descubrimientos y aplicaciones, a qué intereses sirven, qué proyecto humano subyace en ellas, por qué cauces deberían discurrir en el futuro a corto, medio y largo plazo, y un sin fin de cuestiones colaterales más estrechamente vinculadas a las necesidades e intereses de los sistemas sociales y culturales, será pertinente clarificar qué se entiende por cultura científica en el marco de la cultura en general.

Este planteamiento nos ayudará a establecer el marco conceptual en el que nos moveremos posteriormente, en la tercera parte de este trabajo, cuando emprendamos la tarea de hacer un diagnóstico de la cultura científica de los españoles y españolas, en los que incluimos a los andaluces y andaluzas, tanto dentro como fuera del ámbito escolar.

Al hacer este diagnóstico, y como requisito previo antes de establecer estrategias de mejora para el fomento de la educación científica y tecnológica que se abordará en otras partes de este documento, se deberán tomar en consideración algunos asuntos cruciales, de cuya respuesta dependerá en buena medida el enfoque que adoptemos en esta materia: la necesidad de superar la doble cultura (científica y humanística), los límites del cientifismo y la tecnocracia, y el controvertido asunto de la neutralidad de la ciencia y la tecnología: su relación con otros contenidos culturales como son los intereses empresariales y gubernamentales, la política, la ética y las organizaciones cívicas que desarrollan sus actividades en la sociedad civil.

2.3. CIENCIA, TECNOLOGÍA Y CULTURA CIENTÍFICA

Nadie discute hoy que la ciencia pertenece por derecho propio a la cultura en el sentido más amplio del término. Si bien es cierto que sin ciencia (y tecnología) no hay cultura, como rezaba el eslogan del último congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia, sin cultura tampoco hay ciencia, según el oportuno comentario de la bióloga norteamericana Lynn Margulis, con el que pretendía subrayar las estrechas vinculaciones existentes entre una y otra.

Antes de entrar en las implicaciones concretas que desde el punto educativo tiene la estrecha vinculación entre la ciencia, la tecnología y la cultura es pertinente definir, aunque sea someramente, estos conceptos para comprender mejor de que estamos hablando.

El concepto de ciencia

Definir qué es la ciencia es asunto normalmente complicado por la elasticidad de este concepto en cuya extensión caben saberes muy diferentes. Rara vez se plantea este asunto y se termina con acuerdo. Tal es la amplitud de este concepto desde que los griegos acuñarán el sustantivo *episteme* para referirse a un tipo de saber novedoso en su tiempo, basado en la razón y la experiencia, y el ulterior vocablo *scientia*, procedente del verbo latino *scire*, que significa “saber”. (6)

Son numerosas las definiciones de ciencia, algunas caracterizadas por su amplitud; otras, mucho más restringidas. Al primer grupo pertenecen, entre otras, la clásica definición de ciencia que ofrece Collingwood, (“ciencia es cualquier conocimiento sistemático de la realidad”), en la que tienen perfecta cabida tanto las ciencias formales (Matemáticas y Lógica) y empíricas (Física, Química, Biología,...), como las ciencias sociales (Economía, Sociología, Antropología, Historia...), y las denominadas por Dilthey “ciencias del espíritu” (Filosofía, Arte...). En el segundo grupo se encuentra la ofrecida por la UNESCO en 1999: *“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”*.

Pero el concepto de ciencia no se agota en los saberes que comprende y aquellos otros que –como las pseudociencias- deja fuera por no cumplir el estatuto de científicidad, es decir, por no respetar los requisitos que convierten a un determinado saber en científico. La diversidad de enfoques la encontramos también a la hora de detallar en qué consiste esa actividad llamada ciencia.

Para la mayoría, *“el conocimiento científico es conocimiento probado. Las teorías científicas se derivan, de algún modo riguroso, de los hechos de la experiencia adquiridos mediante la observación y la experimentación. La ciencia se basa en lo que podemos ver, oír, tocar, etc. Las opiniones y preferencias personales y las imaginaciones especulativas no tienen cabida en la ciencia. La ciencia es objetiva. El conocimiento científico es un conocimiento fiable porque es conocimiento objetivamente probado”* (7).

(6) Etimológicamente, “ciencia” equivale, pues, a “el saber”. Sin embargo, no es recomendable atenerse a esta equivalencia. Como observa Ferrater Mora, “hay saberes que no pertenecen a la ciencia; por

ejemplo, el saber que a veces se califica de común, ordinario o vulgar. Se saben, en efecto, muchas cosas que nadie osaría presentar como si fueran enunciados científicos.” Y añade con sorna: “Saber, por ejemplo, que el ministro de Obras Públicas de Islandia ha sido operado de la próstata, es saber algo. Pero la proposición *El ministro de Obras Públicas de Islandia ha sido operado de la próstata* no es una proposición científica”. (*Diccionario de Filosofía*, tomo I, Alianza Diccionarios, 1979, pág. 489)

(7) Alan Chalmers, *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Edit. Siglo XXI, 1982, pág. 11.

Sin embargo, esta concepción de la ciencia, **muy** arraigada en la mente de la mayoría de los ciudadanos y ciudadanas, ha sido cuestionada por determinados autores (Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend, Morin) que han visto en el nuevo paradigma de la Física Cuántica razones de peso para introducir cambios significativos de perspectiva, tanto en lo referente al alcance del conocimiento científico como a sus métodos. Edgar Morin expresa este diagnóstico de manera rotunda: *“Es cierto que la misión casi vital de la ciencia hasta finales del siglo XIX fue eliminar lo incierto, lo indeterminado, lo impreciso, la complejidad, para poder controlar y dominar el mundo por el pensamiento y por la acción. Ahora bien, esta ciencia no ha conducido a la clave determinista universal, sino a la problemática fundamental de la incertidumbre, de la indeterminación, de la imprecisión, de la complejidad. La ciencia nueva –scienza nuova– en gestación es aquella que trabaja, negocia con el alea, lo incierto, lo impreciso, lo indeterminado, lo complejo”*. (8) El método científico que tradicionalmente había concitado un amplio consenso y era presentado como modelo de procedimiento racional para obtener verdades definitivas también fue objeto de severas objeciones. La crítica de Popper al método inductivo y su teoría de la falsación pusieron de manifiesto que en la ciencia no existen verdades definitivas, absolutas; la crítica de método hecha por Feyerabend desde el anarquismo epistemológico no deja títere con cabeza (9).

(8) Edgar Morin, “Ciencia con consciencia”, Edit. Anthropos, 1984, pág. 127.

(9) *“La idea de que la ciencia puede y debe regirse según unas reglas fijas y de que su racionalidad consiste en un acuerdo con tales reglas no es realista y está viciada. No es realista, puesto que tiene una visión demasiado simple del talento de los hombres y de las circunstancias que animan, o causan, su desarrollo. Y está viciada, puesto que el intento de fortalecer las reglas levantará indudablemente barreras a lo que los hombres podrían haber sido”*. Paul Feyerabend, “Contra el método”, Edit. Ariel, 1974, pág. 136.

Este tipo de críticas no sólo arrecian en el campo de la filosofía de la ciencia. Científicos de prestigio como Richard Feynman lo suscribe también de manera rotunda: *“Todo fragmento, o parte, de la totalidad de la naturaleza es siempre una mera aproximación a la verdad completa, o a la verdad completa hasta donde la conocemos. De hecho, todo lo que sabemos es tan sólo algún tipo de aproximación porque sabemos que todavía no conocemos todas las leyes. Por lo tanto, las cosas deben ser aprendidas sólo para ser desaprendidas de nuevo o, lo que es más probable, para ser corregidas”* (“Seis piezas fáciles. La Física explicada por un genio”, Edit. Crítica, 2002, pág. 32)

Desde una óptica analítica como la de John Ziman (10), la ciencia es muchas cosas, debido a las múltiples dimensiones que posee. 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.

(10) John Ziman, "Introducción al estudio de las ciencias, Edit. Ariel, 1986, pág. 12

Barry Barnes (1.987) parte de la idea de que la ciencia es algo más que pensamiento e ideas. En esencia –afirma– es una actividad. Y en la actualidad es una actividad un tanto rutinaria, bien establecida y financiada, desarrollada por profesionales preparados y cualificados.

Otros filósofos de la ciencia, como Thomas Kuhn, en un intento por demarcar los ámbitos en los que se desenvuelve la ciencia y no mezclar unos asuntos con otros, propone diferenciar en ella, como fenómeno cultural complejo que es, cuatro contextos diferentes que él llama de *innovación, aplicación, evaluación-valoración y educación*. Desde el convencimiento de que en todo sistema social sus contenidos están estrechamente relacionados unos con otros, en el caso de la ciencia, como no puede ser menos, existen relaciones sistemáticas entre los diferentes contextos en los que se desarrolla y, por consiguiente, la completa independencia de las partes o contextos que la integran nunca sería posible, ni tampoco deseable.

En España, esta distinción de Kuhn ha resultado especialmente fructífera para algunos filósofos de la ciencia. Javier Echeverría, más preocupado en sus últimos trabajos por la filosofía de la práctica científica, que por la filosofía del conocimiento científico (epistemología) en sentido más tradicional, adopta una perspectiva que aquí nos interesa resaltar y denuncia que muchos científicos poseen un concepto muy restringido de ciencia y sólo se refieren a ésta cuando hablan de investigación: *"Habitualmente, los científicos sólo hablan de investigación cuando se refieren a la ciencia. La investigación científica genera conocimiento científico: hechos, teorías, leyes, descubrimientos. Por ello se distingue entre ciencia básica, ciencia aplicada y tecnología. Digamos pues, por lo que respecta a los propios científicos, la distinción entre un contexto de descubrimiento y un contexto de aplicación parece plausible. Sin embargo, cualquier científico reconoce que la ciencia ha de ser, además, enseñada, difundida y comunicada... Nuestra investigación y nuestras propuestas se refieren a un cuarto contexto de la actividad científica, el de evaluación, que puede y debe ser distinguido de los otros tres. Los científicos no sólo investigan y logran nuevos conocimientos que en la mayoría de los casos pueden ser aplicados, y siempre enseñados a otros. Además llevan a cabo otro tipo de acción: valorar el conocimiento que generan, evaluar sus aplicaciones y, por supuesto, calificar positiva o negativamente el grado de adquisición de dichos conocimientos por parte de los alevines de científicos."* (11).

(11) Javier Echeverría, en "Ciencia y valores", Ediciones Destino, 2002, pág. 16-17.

En este último contexto de evaluación es donde se sitúa lo que este autor llama *"axiología de la ciencia"* en la que se integran los valores en el sentido más amplio del término: valores epistémicos, políticos, éticos, estéticos, cuyo papel será variable en unos casos o en otros, dependiendo de los dilemas suscitados; pero de cualquier forma, desde el convencimiento de que lo moral no tiene el monopolio en la esfera de los valores de la ciencia. Aunque haya cuestiones en las que tiene un papel decisivo, *"la ética no es la disciplina primera en el ámbito de los valores de la ciencia"*.

El concepto de tecnología

Sin entrar en cuestiones complejas que han suscitado acalorados debates entre los historiadores a la hora de dilucidar las relaciones entre la ciencia y la tecnología, adoptaremos una perspectiva práctica sobre este asunto. Al margen de aquellos que consideran a la ciencia fundamento de la tecnología o de aquellos otros que conciben a ésta autónoma en su génesis y desarrollo histórico, primero como técnica (conjunto de procedimientos y recursos de los que se sirve una ciencia, arte u oficio) y más recientemente como un conocimiento autónomo en sus procedimientos y fines, asumiremos aquí una definición operativa de tecnología, ampliamente compartida: conjunto de teorías y técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico.

Sin querer entrar en debate acerca de la distinción entre ciencia básica (pura) y ciencia aplicada en el sentido que establece Dewey (12), sobre la que no existe consenso, se puede decir que ciencia y tecnología, que hasta la II Guerra Mundial se concebían como dominios independientes del saber, aparecen en la sociedad actual como un todo indisociable bajo la forma de lo que muchos llaman tecnociencia, un tipo de conocimiento que, como dice G. Gurvitch, *“está penetrado por el deseo de dominar el mundo, de manejarlo, de manipularlo, de comandarlo. Es una parte constitutiva de la praxis y se integra directamente en las “fuerzas productivas”* (13). En términos similares se expresa Habermas (1984) cuando dice de ella que es *“la primera fuerza productiva”* y *“fuente independiente de plusvalía”* en la sociedad actual.

(12) *“Es familiar para todos la distinción que comúnmente se hace entre ciencia “pura” y “aplicada”. No quiero repetir aquí lo que he repetido a menudo en otra parte, esto es, que una división neta de esta clase es un residuo intelectual de la época en que, en la terminología aristotélica, la “teoría” se ocupaba de cosas superiores porque eran divinas y eternas y la “práctica” de cosas meramente mundanas que en la peor de las hipótesis eran serviles, y en la mejor se hallaban ligadas a la tierra y eran pasajeras”*. J. Dewey, “El hombre y sus problemas”, F.C.E., 1952, pág. 183).

(13) “Los marcos sociales del conocimiento”. Monte Ávila, 1969, pág. 38.

El concepto de cultura:

En tercer lugar, si consideramos que ciencia y tecnología forman parte de la cultura y además son cultura, ¿qué podemos decir de ésta? ¿cómo podemos definirla? Ante todo debe quedar claro que cuando usamos este vocablo estamos distinguiendo un triple sentido: **antropológico, sociológico y normativo**. Los dos últimos, muy vinculados entre sí.

La primera definición de **cultura en sentido antropológico** ha sido obra de Edward B. Tylor en 1.871: *“cultura es aquel todo complejo que incluye conocimientos, creencias, arte, leyes, moral, costumbres y cualquier otra capacidad y hábitos adquiridos por el hombre 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 1.931: *“la cultura comprende procesos técnicos, ideas, hábitos y valores adquiridos”*.

La sociología concibe a la cultura como un elemento importante del sistema social en el que todo se encuentra en estrecha interacción. Desde esta **perspectiva sociológica**, *“cultura es un conjunto relativamente estable, en el interior de un sistema social, de pautas de pensamiento, conocimiento y comportamiento que son heredadas, aprendidas, compartidas y acumuladas en dicho sistema”*. Como

consecuencia del proceso de socialización al que todos los miembros de la sociedad nos hallamos sujetos debido a la acción de unos agentes (familia, escuela, grupos de iguales, etc. que facilitan la inserción de sus miembros en una determinada sociedad, *“estas pautas se heredan socialmente, se aprenden por el individuo, se interiorizan, se comparten por el resto de los individuos del sistema social, se imponen por las leyes y, en el caso de las pautas de conocimiento, también se acumulan”*.(14)

(14) Santiago Lorente, “Política y religión en relación con la ciencia y la tecnología” en Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología- 2004, FECYT, pág. 60-1.

La **acepción normativa** del vocablo cultura guarda una relación estrecha con su acepción sociológica. 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. En suma, se refiere a aquellas pautas de conocimiento y comportamiento socialmente necesarias en cada momento y que están consideradas signos de excelencia de los miembros de la sociedad, razón por la cual se valoran y fomentan.

El origen de esta acepción se encuentra en la etimología de la palabra (colere/cultum =cultivar, en sentido agrario). 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.”*(15)

(15) J. Mosterín, “Filosofía de la cultura”, Alianza Universidad, 1.993.

Aunque desplazada en importancia por las acepciones antropológica y sociológica de cultura, esta tercera, de uso ordinario entre la gente, 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. Así, pues, en cualquiera de los sentidos anteriormente expuestos, tanto la ciencia como la tecnología son cultura y, a la vez, parte de la cultura, y su práctica institucional no podrá hacerse nunca al margen de la sociedad, de las demás instituciones de la sociedad civil, del resto de los contenidos culturales con los que necesariamente interactúan: creencias, leyes, moral, valores, etc. Y todo ello salvaguardando la necesaria autonomía y respeto mutuo entre las diferentes esferas culturales que integran el sistema social.

El concepto de cultura científica

Desde el punto de vista normativo, su comprensión y disfrute, lo que en adelante llamaremos cultura científica, al margen de la necesaria especialización de algunos ciudadanos y ciudadanas en aras a la eficacia, se ha convertido en un patrimonio común en el seno de las sociedades democráticas avanzadas. Ya lo es, pero en un futuro aún lo será más, una característica del ideal de excelencia de la humanidad, del que deberán participar no unos pocos, como en épocas pretéritas, sino la inmensa mayoría de la sociedad. De este modo, aunque no se pueda pretender que todos los miembros de una sociedad moderna participen en igual medida de los abundantes conocimientos científicos y tecnológicos que se generan, se debe decir adiós a una concepción de la ciencia o cultura científica que sea patrimonio exclusivo de los científicos. En suma, debemos aspirar a que la mayor parte de la ciudadanía haga suyas determinadas pautas cognitivas y conductuales de la cultura científica y participe de la misma preocupación por los riesgos de las aplicaciones del

conocimiento tecno-científico y por el rumbo que éstos puedan adoptar, con arreglo al proyecto de humanidad consensuado por la mayoría. En definitiva, debemos aspirar a que la cultura científica y tecnológica sea patrimonio de todos, pero sobre la base de unos presupuestos culturales diferentes a los que existieron en épocas pasadas, reflejo de condicionamientos históricos y sociales que ya no se dan.(16)

(16) Barry Barnes en su libro "Sobre ciencia", Edit. Labor, 1987, parte de la idea de que la ciencia es, sobre todo, una actividad profesional y desde esta categoría analiza el nacimiento de la ciencia moderna, a la que considera más como un resultado de la nueva identidad cultural de la burguesía, frente a la aristocracia, que como consecuencia del desarrollo económico alcanzado por la sociedad europea o las demandas de la revolución industrial, que son dos explicaciones a las que se ha recurrido con frecuencia a la hora de explicar la revolución científica de los siglos XVII y XVIII. Dice Barnes: *"La ciencia ya había avanzado un largo trecho antes de que llegara a ser útil y, por tanto, pudiera recibir apoyo por serlo. Por ejemplo, la investigación industrial en el laboratorio parece indicar que los industriales reconocieron relativamente tarde el valor de la ciencia... La proliferación inicial de científicos parece haber sido más bien el resultado de un sentimiento de la necesidad de la ciencia pura y de la educación científica que de la ciencia aplicada y de la preparación científica..."*

Parece estar más allá de toda duda razonable que, conforme la clase media comerciante e industrial aumentó en número e importancia, creó su forma de vida peculiar (legendaria por su sobriedad, respetabilidad y frío cálculo) y desarrolló y apoyó sus propios ideales y doctrinas. Sabemos que esta clase social tenía en más estima las ciencias naturales que la teología, los clásicos y las otras formas de cultura tradicional, y que hizo una importante contribución a lo que finalmente se convirtió en una presión irresistible para establecer las ciencias como formas reconocidas de educación en las universidades y en las instituciones similares. La ciencia era una parte importante de los fundamentos de su cultura alternativa" ("Sobre ciencia", pág. 14-16).

Esta revisión del concepto de cultura científica debería plantearse como objetivo prioritario *"la reintroducción del sujeto -hasta ahora olvidado- en el conocimiento científico"*, según palabras de Edgar Morin (17). Y todo ello teniendo en cuenta dos factores influyentes que no se deben eludir. El primero es la democratización del saber, como fenómeno relativamente reciente, mediante la extensión de la educación reglada de toda la población (enseñanza obligatoria y gratuita) que se ha convertido en un objetivo irrenunciable de todos los países avanzados y en vías de desarrollo.

El segundo factor al que queremos aludir se refiere a la excesiva fragmentación y especialización del conocimiento científico-técnico actual. Si los especialistas en esta clase de conocimientos, inmersos en la investigación científica y en las aplicaciones tecnológicas, sólo perciben una mínima parte del todo, ¿qué se puede esperar de la inmensa mayoría de los ciudadanos? (18) ¿Se debe seguir insistiendo en el concepto tradicional de cultura científica, poco significativa y personalizada para la inmensa mayoría, y que responde a una concepción de la ciencia y tecnología trasnochada y sometida a crítica sistemática desde hace más de treinta años?

(17) Esta propuesta de Morin consiste en *"la reintroducción autorreflexiva y autocrítica del sujeto en el conocimiento"*. En nuestro caso no sólo se refiere a los investigadores, sino al conjunto de los ciudadanos, protagonistas y a la vez consumidores directos de los productos de la cultura científica en general. Tras argumentar su propuesta, dice Morin: *Este argumento es válido también para la sociología: ¿quién soy yo que hablo de las clases sociales? ¿cuál es el trono desde lo alto del cual las considero? ; pues, en definitiva, nadie dispone de semejante trono, ni siquiera el titular de una cátedra universitaria. Así, de todas partes surge la cuestión del sujeto y, en mi opinión, ya no es posible ocultarlo o desposeerlo.* "Ciencia con consciencia", Anthropos, 1984, pág. 64.

(18) Hace muchos años, Robert Oppenheimer señaló que los científicos, debido a la especialización, comparten la ignorancia del público en general acerca de la ciencia: *"Hoy en día no ocurre tan sólo que los reyes no saben Matemáticas, sino que los filósofos no saben Matemáticas y, yendo aún más lejos, que los matemáticos no saben Matemáticas. Cada uno conoce una parcela del tema y se escuchan unos a otros con respeto honesto y fraternal; y aquí y allá asistimos a intentos de relacionarlos diferentes campos de la especialización matemática... Refinamos de tal manera lo que pensamos, cambiamos hasta tal punto el significado de las palabras, construimos una tradición tan singular, que en la actualidad el*

conocimiento científico no constituye un enriquecimiento de la cultura general. Por el contrario, es la posesión de innumerables comunidades altamente especializadas que lo aman, que quisieran compartirlo y que hacen algunos esfuerzos para comunicarlo... A partir de ahí se han desarrollado las disciplinas especializadas como los dedos de la mano, unidos en su origen pero que ya no están en contacto unos con otros.”(citado por Barnes, Ibidem, prólogo).

En este nuevo escenario cultural se debe redefinir lo que tradicionalmente se ha entendido por cultura científica para poder acercarlo más al conjunto de los ciudadanos. Además de los contenidos conceptuales y procedimentales de las diferentes ciencias y tecnologías con los que el ciudadano medio de los países ricos entra en contacto en la escuela, y que hasta hace poco eran los únicos indicadores fiables en los estudios realizados sobre alfabetización científica como nos recuerda Dewey, ciencia (o tecnociencia, diríamos nosotros) es para la mayoría de la gente que sólo tiene contacto con sus aplicaciones y un conocimiento superficial de sus resultados *“lo que ella significa en la vida cotidiana: las consecuencias que tiene para sus ocupaciones de cada día, los usos, los consumos y las limitaciones de uso y consumo que caracterizan su vida en casas, vecindarios y fábricas; en su trabajo y la falta de trabajo”*.

Desde esta visión, y sin menoscabo del interés que tiene luchar por conseguir una mejora significativa en los niveles de conocimiento científico y tecnológico del ciudadano medio (comprensión de leyes y teorías científicas, métodos empleados por la ciencia, etc.), demandar de la cultura científica de la ciudadanía algo que esté más allá de estas preocupaciones podría ser lo mismo que pedirle peras al olmo. Más allá del estrecho concepto de cultura científica entendida de manera tradicional y restringida como alfabetización científica (comprensión de leyes, teorías y métodos, explicaciones rigurosas acerca de hechos y fenómenos de experiencia, etc.) por la que sin duda será preciso continuar trabajando como un objetivo irrenunciable desde la escuela y otros medios informales de educación, será preciso revisar este concepto, redefinirlo y ampliarlo, en definitiva darle un nuevo enfoque para que quepan en él los nuevos elementos significativos acordes con las expectativas sociales de nuestra época y las demandas concretas del conjunto de la sociedad.

Hacia un nuevo concepto de cultura científica

Cultura científica, lo hemos visto anteriormente, es un concepto cambiante que se va transformando a medida que cambia la sociedad. Por este motivo, lo que hoy se entiende por cultura científica tiene poco que ver con lo que entendían por ella los ilustrados del siglo XVIII o, hace menos tiempo, cuando la educación reglada era patrimonio de un sector minoritario de la sociedad, o cuando la ciencia y tecnología carecían del protagonismo social que en la actualidad tienen.

Por más que puedan considerarse indicadores de la cultura científica de una población los conocimientos concretos sobre temas científicos que se consideran relevantes, tal como reflejan las encuestas al uso sobre alfabetización científica de la población, la cultura científica es mucho más y sus indicadores mucho más numerosos y complejos que los que tradicionalmente se han venido utilizando en esta clase de estudios.

La importancia cada vez mayor de la ciencia y la tecnología en la economía, la administración pública e incluso la experiencia personal, como resultado del intenso desarrollo científico y tecnológico anteriormente reseñado, ha hecho que la preocupación de las instituciones por la cultura científica y tecnológica de los ciudadanos (alfabetización científica), tanto dentro como fuera de la institución escolar,

así como la percepción social de la ciencia, alcance en la actualidad unas dimensiones nunca antes registradas.

El uso de la energía nuclear con fines destructivos y violentos durante la II Guerra Mundial, la bomba de hidrógeno después, el deterioro ambiental del planeta producido por un desarrollo industrial sin control, la guerra Química en Vietnam y otros episodios luctuosos, pusieron de manifiesto el carácter controvertido de la ciencia y la tecnología, y generaron actitudes de rechazo hacia ellas como antes nunca se había producido. Este ambiente de controversia social provocó un estado de opinión nada favorable a la tecnociencia y un clima de crispación poco propicio al desarrollo de la cultura científica de buena parte de la sociedad, que percibía en el conocimiento científico más una amenaza que un servicio.

El polémico estado de opinión que se generó, junto con otras cuestiones como el impacto que supuso para los países occidentales el lanzamiento del Sputnik por la URSS en 1957, hizo necesario que, desde los años cincuenta del pasado siglo, se sucedieran abundantes iniciativas políticas para aumentar el nivel científico y técnico de esos países y para facilitar una mejor comprensión de las cuestiones científico-tecnológicas. Esta situación favoreció el hecho de que se desarrollaran instrumentos de medida del nivel de alfabetización o cultura científica de la ciudadanía, con los que poder medir, además de los conocimientos concretos sobre los resultados de la ciencia (la “ciencia como constructo”), otras cuestiones que se consideraban relevantes como la comprensión del llamado método científico (“ciencia como proceso”), las fuentes de información, el grado de interés, las actitudes de la ciudadanía hacia ella, etc..

Desde entonces los resultados de los estudios sobre alfabetización científica fueron publicados por las principales revistas científicas del mundo y sirvieron para poner de manifiesto el acervo de conocimientos científicos y tecnológicos que la población posee. Aunque este tipo de estudios son hoy objeto de crítica por la metodología que emplean, sirva de muestra el realizado en EE.UU. y Reino Unido en 1989, publicado por la revista Science (19), cuyos resultados probablemente sean extrapolables a otras sociedades como la española.

(19) Citado por Mario Bunge en una conferencia pronunciada en España en el II Congreso de Educación y Sociedad, celebrado en Granada en 1989. Revista Edu-ca, noviembre 1989. En esta conferencia, el profesor Bunge se quejaba de la decadencia cultural en particular científica y técnica que estaban viviendo los norteamericanos y británicos, como consecuencia de los efectos negativos que estaban produciendo en la cultura científica la guerra del Vietnam, la amenaza del holocausto nuclear y la degradación ambiental. En el caso del Reino Unido, como consecuencia de los sucesivos gobiernos conservadores. En aquella conferencia se quejaba del lamentable estado en que se encuentra la enseñanza de la ciencia y tecnología en casi todos los países, sin excluir los industrializados. Hacía un llamamiento a la experimentación en la escuela y proponía dieciséis cambios en la enseñanza, algunos de los cuales siguen siendo válidos en la realidad educativa actual. Decía cosas interesantes que se podrían suscribir hoy: *“Una escuela rica y dogmática, una escuela que no ensaya nuevas asignaturas, nuevos libros de texto, nuevos instrumentos de medición o cálculo, nuevos métodos de enseñanza, no es un centro docente, sino un centro de adoctrinamiento; porque enseñar no es traspasar conocimientos enseñar es facilitar el aprendizaje y estimular la creatividad.*

En términos globales, los autores del estudio denunciaban el “analfabetismo científico-técnico masivo” de la sociedad norteamericana y británica, cuyos ciudadanos deberían ser, en principio, de los mejor informados del planeta. Los resultados no pueden ser más descorazonadores: Según estas investigaciones sólo uno de cada tres británicos sabe que la Tierra gira alrededor del Sol y no al revés. Sólo la mitad de los norteamericanos creen en la evolución biológica (ahora con el auge experimentado por la teoría del diseño inteligente podrían ser menos). Un tercio de los encuestados creen

que la leche radiactiva puede beberse, si se hierva. Solamente el 12% sabe que la astrología no es una ciencia.

Después de analizar los resultados del estudio de la revista Science, la conclusión a la que llegaban sus autores era muy pesimista: El alfabetismo científico era tan sólo del 6% en EE.UU. y del 7% en Gran Bretaña, dos datos que en principio parecen muy arriesgados, sobre todo si se tiene en cuenta que, al igual que los alumnos y alumnas en los exámenes, cualquier persona sabe mucho más de lo que expresa al cumplimentar una encuesta.

La misma estructura de los cuestionarios en ocasiones favorecen la distorsión y el sesgo. En este tipo de estudios básicamente se le pide a la población que conteste con un sí o un no a indicadores pertenecientes a pautas de conocimiento de una ciencia extremadamente académica, que descontextualiza la cultura científica y es insuficiente, a todas luces, para considerar a la ciudadanía bien informada científicamente hablando. Sirvan de muestra algunos ítems sobre los que debían pronunciarse en el Eurobarómetro 55.2 de la Unión Europea de 2001: “Los antibióticos matan los virus además de las bacterias. Los electrones son más pequeños que los átomos. Los genes del padre determinan si un bebé es niño o niña. Toda la radiactividad es de origen humano. Los primeros seres humanos vivieron a la vez que los dinosaurios. El Sol gira alrededor de la Tierra. El oxígeno que respiramos proviene de las plantas. El núcleo de la Tierra es muy caliente.” (20)

(20) López y Cámara, “Apropiación social de la ciencia”, Percepción Social de la Ciencia...2004, FECYT, pág. 34).

Aunque pueden ser indicadores del nivel de los conocimientos científicos y tecnológicos de una población en lo referente a lo que se ha llamado la ciencia como constructo, no resultan del todo significativos a la hora de determinar el grado de cultura científica alcanzado por los ciudadanos. Son muchos los estudiosos que piensan que cuestionarios de este tipo, tan utilizados tradicionalmente en este campo de la investigación social sobre la cultura científica (el utilizado por el mencionado estudio del año 1989 publicado por Science y el Eurobarómetro 55.2 de la U.E. de 2001, entre otros muchos) *“responden a una imagen anacrónica de la ciencia y de sus relaciones con la sociedad”, “manejan una visión pasiva y aún demasiado pobre del proceso de enculturación, una visión basada en última instancia sobre el modelo de déficit cognitivo y una concepción lineal de la difusión”*(21)

(21) López y Cámara, *Ibidem*.

Por estos motivos, cada vez son más abundantes también los autores de estudios sociales que proponen una conceptualización más rica de la cultura científica: *“No podemos considerar científicamente culto a un individuo cuyo receptáculo cerebral reservado a la ciencia sólo albergue un inventario de datos, a modo de registro enciclopédico de preguntas y respuestas. Es necesaria la reflexión, la integración y explotación crítica de esa información, formar juicios independientes sobre asuntos controvertidos relacionados con la ciencia, ser conscientes de los interrogantes éticos y desafíos ambientales que plantean las nuevas fronteras de la ciencia y tecnología, hacer frente con éxito a la superstición, etc.”* (22). Actualmente, los estudios de cultura científica que utilizan una metodología de inspiración cognitiva y constructivista van en esta línea y desprenden un halo de humanismo mayor que el de los asépticos estudios

tradicionales. Sin duda, este nuevo enfoque está llamado a desempeñar un importante papel en la sociología de la ciencia.

(22) Godin y Gingras, citados por López y Cámara, Ibidem, pág. 35).

En definitiva, para adquirir cultura científica, además de información, se requiere algo más: ser capaz de movilizar actitudes o disposiciones relativamente estables a obrar de un modo coherente y consecuente en los diferentes escenarios en los que se desenvuelve nuestra actividad social. *“La cultura en general, y también la cultura científica, no puede ser considerada de un modo pasivo: como algo que los gestores del conocimiento proveen y los ciudadanos reciben. Requiere asimilar esa información en el enriquecimiento de la propia vida, generando no sólo opiniones sino también actitudes y disposición a la acción. La adquisición significativa de cultura científica supone la modificación de los sistemas de creencias de los individuos y sus pautas de comportamiento. Incluye interés por los temas de ciencia y tecnología, tendencia a la implicación en debates relacionados con efectos sociales de la ciencia y la tecnología, pero también nuevas formas de regular la conducta como consumidor en el supermercado o como usuario del sistema de salud”* (23)

(23) López y Cámara, Ibidem, pág. 36.

Desde estos presupuestos innovadores, nos detendremos a continuación en un diagnóstico sobre la cultura científica de los españoles, tanto dentro como fuera de la escuela, con el objeto de identificar los problemas más urgentes que se deberían abordar en un futuro inmediato. Para ello recurriremos a las aportaciones realizadas durante los últimos meses por los grupos de trabajo en relación al área “Educación científica y sociedad”, así como algunos datos y conclusiones de la Segunda Encuesta Nacional sobre Percepción Social de la Ciencia y Tecnología del año 2004, realizada por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y TNS-Demoscopia., en cuya metodología subyace el concepto novedoso de cultura científica que antes apuntábamos.

2.4. LA CULTURA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DENTRO Y FUERA DE LA ESCUELA

Aunque es difícil de calibrar con precisión, debido a los numerosos indicadores que intervienen en el diagnóstico, la mayoría de los estudiosos del tema estima que, en general, la cultura científica de los ciudadanos y ciudadanas de un mundo globalizado como el actual es muy pobre o inadecuada.

Si nos circunscribimos al ámbito de la sociedad española, el diagnóstico es también unánime: la cultura científica de la ciudadanía española es manifiestamente mejorable y su déficit o empobrecimiento aumenta en las clases sociales inferiores y con la edad, lo que puede ser un indicador claro de que el sistema educativo, aunque perfectible, desempeña una importante labor. Resulta paradójico que, aunque las condiciones para adquirirla son hoy más propicias que en ninguna otra época pasada, la cultura científica está aún lejos de tener una presencia activa en la conciencia de la mayoría, tanto de nuestra sociedad como de las sociedades de nuestro entorno. Todo el mundo reconoce que hace falta más y mejor educación científica en la sociedad española que ayude a desarrollar la capacidad de interpretación de los fenómenos de la naturaleza y de comprender mensajes científicos básicos, así como de ser conscientes de

determinados riesgos y evaluar con criterios éticos y políticos algunas de sus aplicaciones más controvertidas. Tanto dentro como fuera de la escuela, la cultura científica se debe convertir en uno de los objetivos prioritarios que ayuden a paliar el déficit que señalamos.

La ciencia y tecnología no se conciben como parte de la cultura

De hecho, en el contexto español, la ciencia y la tecnología no se perciben como parte de la cultura general en el mismo sentido que las humanidades y las artes. Estas son concebidas como patrimonio cultural de toda la población, o al menos, en teoría, al alcance de todos debido a la cantidad de recursos disponibles, mientras que las ciencias se consideran dominio exclusivo de los especialistas en cada materia. Según Pilar Jiménez Aleixandre, podemos suponer que la mayoría de las personas cultas en España reconocen *“Nuestras vidas son los ríos/ que van a dar a la mar/ que es el morir”* como versos de Jorge Manrique o identifican la silueta de las meninas de Velázquez. Una prueba evidente de que entre la ciudadanía existe una mayor cultura humanística que científica lo tenemos en el mayor eco social de los premios literarios o artísticos que de los premios científicos, de los cuales el ciudadano medio sabe poco, por no decir nada o casi nada. Sin embargo, muchas de las personas consideradas “cultas” en sentido normativo, aunque conozcan y se interesen por la obra del último escritor premiado, no distinguen un abedul de un olmo y llaman “mármol” al granito o “gabro pulidos”, lo cual es un indicador del escaso conocimiento práctico que existe sobre cuestiones biológicas y geológicas, desconocimiento que, en ocasiones, es extensivo a especialistas de materias afines. (24)

(24) Dice Jiménez Aleixandre:

“Un médico, especialista en salud pública, explica así el incremento de la resistencia a los insecticidas de los piojos y por qué desaconseja las colonias: “Dejas poca cantidad de insecticida en el pelo, de manera que el piojo, lejos de morir, aprende y se hace resistente”, reproduciendo interpretaciones lamarkistas, que atribuyen cambios biológicos a la adquisición individual de resistencia, no a cambios de frecuencia en la población por supervivencia de los resistentes”.

Las causas de esta situación de carencia en cultura científica son, sin lugar a dudas, muy complejas. A pesar de las altas tasas de escolarización alcanzadas en los países del llamado “primer mundo”, existe un preocupante analfabetismo funcional en amplios sectores de la población, a lo que se une la desmotivación creciente sufrida por algunos sectores de la juventud en todo lo relacionado con los saberes reglados que ofrece la escuela, como consecuencia del espíritu vulgar en auge creciente, auspiciado por determinados sectores del poder, generadores de corrientes de opinión, que valoran más el tener que el ser, la riqueza que el saber.

Veamos a continuación el estado de la cuestión -la cultura científica en España-, tanto dentro como fuera de la institución escolar, prestando especial atención al papel desempeñado por los medios de comunicación.

2.4.1 LA CULTURA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN LA ESCUELA

La idea de que la educación tecno-científica está en crisis dentro de la escuela está bastante generalizada entre el colectivo docente directamente implicado en ella. Como se verá con más detalle en otros apartados de este documento, son muchos los factores que están detrás de este diagnóstico: modelos de enseñanza inadecuados; alumnos y alumnas escolarizados obligatoriamente que no muestran interés en la

escuela y que dificultan la labor docente y el aprendizaje, bajo nivel de un alumnado mayoritariamente desmotivado y con escasas expectativas, tanto personales como profesionales, escaso número de horas dedicadas a la enseñanza de las ciencias, excesiva ratio, lo que dificulta sobremanera el desarrollo de una metodología activa y participativa en los laboratorios, etc.

Por otro lado, -no debe olvidarse- la ciencia es difícil, requiere trabajo y tesón. De ella se podría decir lo mismo que decía Aristóteles de la filosofía: *“todo conocimiento que se adquiere sin esfuerzo no tiene nada de filosófico”*. Este es, probablemente, uno de los motivos por los que ha disminuido el número de jóvenes que se inclinan por los estudios científicos y tecnológicos tanto en la enseñanza secundaria como en la universidad, aunque no hay unanimidad en este diagnóstico. El descenso de matrícula en aquellas carreras científicas como Química, Física o Biología puede deberse al descenso de la población estudiantil por el descenso de la natalidad en España y por la dispersión de los estudiantes en otras carreras nuevas, inexistentes hace algunos años. Tal es el caso de las facultades de Física que en los últimos años han pasado de dieciocho mil a trece mil estudiantes en España.

En el caso de los estudiantes de Bachillerato que eligen la opción de ciencias y tecnología la tendencia de los últimos años también ha sido a la baja, lo que indica que el desencuentro de los adolescentes con la cultura científica se produce muy pronto. Este problema merece un tratamiento pausado y reflexivo para llegar a comprenderlo en toda su complejidad y poner remedios eficaces.

En el aula no se consideran los valores epistémicos

En el aula se trabajan poco, quizás por razones también complejas, los llamados “valores epistémicos” (aprecio por la verdad, rigor, coherencia, precisión, generalidad, verificabilidad, capacidad explicativa, capacidad predictiva) y su presencia en la adquisición de capacidades o competencias básicas es más bien escasa. (25) Lamentablemente, en la escuela se fomenta poco el pensamiento, así como la construcción autónoma del aprendizaje, y se le da prioridad a los contenidos conceptuales en detrimento del desarrollo de las capacidades que no se desarrollan como debieran. Se constata que nuestros jóvenes leen y escriben poco y que en Matemáticas hace tiempo que no se trabajan en la escuela las demostraciones, cosa que no facilita el desarrollo de la capacidad de razonamiento.

(25) El fraude reciente del científico coreano Hwang Woo-suk sobre clonación ha provocado un gran revuelo en el mundo de la investigación que ha pasado prácticamente desapercibido en muchas escuelas. Plantear un debate en el aula sobre el modo de proceder de Hwang en relación a los valores epistémicos y éticos de la ciencia puede ser muy formativo y se puede aprovechar como motivo de concienciación para que el alumnado ponga en práctica esos valores en el curso de sus investigaciones escolares.

La ciencia y la tecnología no se tratan como parte de la cultura

Por otro lado, da la impresión de que en la escuela no se insiste lo suficiente en la idea de que la ciencia y la tecnología son contenidos de la cultura y por ende parte de ella. Por su carácter instrumental se presentan más como un conjunto de conocimientos eminentemente prácticos y a veces fragmentados, propios de especialistas y de personas selectas que ponen su inteligencia y habilidades al servicio de unos oficios que son socialmente necesarios, e incluso valorados y bien retribuidos, pero a los que

aún les falta “categoría” suficiente para pertenecer al orden de la cultura en sentido normativo.

Como ya se ha dicho en otro lugar, la ciudadanía parece entender por cultura otras cosas más relacionadas con los conocimientos tradicionalmente vinculados a las humanidades que con la ciencia. Las experiencias que avalan esta afirmación son numerosas. Un ejemplo podría ser el impacto social desigual que las dos efemérides más importantes del año 2.005 han tenido entre la población: mientras que el Centenario de la Teoría Especial de la Relatividad ha pasado casi inadvertido, el del Quijote ha tenido un amplio eco. Está en curso el centenario de Severo Ochoa y al menos hasta el momento ha tenido menos repercusión mediática que el de Miguel Mihura.

Posiblemente el reconocimiento unánime del estatus cultural de la ciencia y tecnología sea un requisito indispensable para poder superar de una vez por todas la falsa contraposición entre ciencias y humanidades (ciencias y letras), que tanto daño ha hecho a unas como a otras y que persisten como categorías rígidas en la mente del profesorado y alumnado de los centros educativos. Lamentablemente las dos culturas propuestas por Show en 1.959 (la científica y la humanística) no ha causado más que perjuicios tanto a las ciencias como a las humanidades, y ha fomentado una mentalidad cientifista y tecnocrática que, a la larga, se ha mostrado como absolutamente inoperante para fomentar la cultura científica, tanto dentro como fuera de la escuela. Hoy en día, medio siglo después de la propuesta de Show, son muchas las personas para las que la ciencia y la tecnología son algo completamente ajeno a sus intereses; y no nos estamos refiriendo a personas incultas en sentido normativo, sino también a muchas personas distinguidas en el campo del pensamiento y la política. (26)

(26) Es muy lamentable que haya intelectuales de prestigio que se vanaglorien públicamente de haber sido malos estudiantes en la rama de ciencias o de ser analfabetos funcionales en Matemáticas, Física y Química.

En la actualidad cada vez hay mayor acuerdo en torno a la idea de que se puede enseñar ciencia con una dimensión humanista y de que las humanidades deben contar con la ciencia como un elemento explicativo indispensable para su reflexión. Además, citando a Fernando Savater, *“Más que el hecho de que unas asignaturas sean humanistas y otras no, es el modo como se enseñan las asignaturas lo que puede ser humanista o no humanista”*.

Urge, pues, superar la contraposición de ambas culturas, la separación radical entre las ciencias y las humanidades. En el contexto educativo y fuera de él la ciencia y las humanidades no deben darse la espalda. Cada vez es más necesario el concurso de todas ellas (Ciencias, Tecnología, Filosofía, Derecho, Historia, Cultura Clásica, etc.) para afrontar los retos que nos presenta la sociedad del conocimiento.

Poner el acento en la ciencia y tecnología como elementos importantes de la cultura en sentido antropológico y sociológico-normativo requiere una revisión a fondo del modo como se enseñan tanto una como otra. En la escuela actual, por muchos motivos de sobra conocidos como son la escasez de horas dedicadas a este tipo de enseñanzas, pero también a la rigidez organizativa de los centros, especialmente en todo lo referente a organización espacio-temporal, la enseñanza de la ciencia no se contextualiza lo suficiente, no se trabaja interdisciplinariamente el contexto social y cultural en el que aparecen las teorías científicas y sus aplicaciones. La mayoría de los

materiales curriculares abordan de manera tangencial la relación existente entre la investigación científica y las necesidades sociales, entre la ciencia y los intereses económicos de los grupos empresariales y del estado. En definitiva, no se vincula, como se debiera, a la ciencia y tecnología con la sociedad.

Salvo en el Bachillerato de Tecnología y en los ciclos formativos de las familias tecnológicas, ni siquiera se trabaja de manera coordinada entre las áreas científicas y el área de tecnología. Tampoco se insiste lo suficiente en la idea de que tanto la ciencia como la tecnología están sometidas a un severo control ni que debemos adquirir cultura científica para participar como ciudadanos y ciudadanas responsables en la toma de decisiones sobre asuntos legal, ética y políticamente controvertidos. Ni siquiera se le planta cara desde la escuela a la superstición y a las pseudociencias, cuyo fomento desde los medios de comunicación, especialmente audiovisuales, resulta sospechoso, sobre todo si se tiene en cuenta que es muy minoritario el número de españoles interesados por estos temas (un 12% aproximadamente), según datos de la Segunda Encuesta realizada por la FECYT.

Por último, como ya se ha dicho, se constata que los niños y las niñas, y en mayor medida los adolescentes, leen muy poco, pero también se constata que en las bibliotecas escolares es escasa o no existe una sección de divulgación científica. En los centros educativos, salvo honrosas excepciones, este tipo de literatura (ciencia-ficción, obras literarias con contenido científico y tecnológico, biografías de científicos y científicas ilustres, etc.), no se utiliza en el aula como lecturas complementarias o fines recreativos. Y algo parecido se puede decir de otro recurso excelente para fomentar la educación científica: el cine. A pesar de la abundante oferta fílmica existente en el mercado sobre temas de interés científico-técnico (documentales, ficción), el cine se utiliza poco como recurso en las aulas y como actividad extraescolar en los centros, y el cine-forum está prácticamente olvidado.

2.4.2. LA CULTURA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DE LOS ESPAÑOLES

La cultura científica de la ciudadanía es un asunto difícil de calibrar. Son numerosas las cuestiones relativas a la cultura de la población que los ciudadanos en general nunca se las han planteado, o raramente lo han hecho. Esta es una de las dificultades que tienen los sociólogos de la ciencia a la hora de estudiar las actitudes de la población en relación a un tema tan complejo como es la ciencia y la tecnología (27). Así, por ejemplo, el ciudadano medio no establece diferencias entre ciencia básica y ciencia aplicada o entre ciencia y tecnología. Valora positivamente la acción de éstas en la sociedad, sobre todo en determinadas parcelas de la realidad social como la sanidad, la creación de riqueza y el bienestar material, la creación de puestos de trabajo, etc. y tiene una conciencia difusa de los riesgos. Ya hemos apuntado anteriormente que, desde mediados del siglo pasado, el debate sobre el carácter ambivalente de la ciencia y la tecnología fue calando en la sociedad, como consecuencia de la guerra nuclear, el uso de las armas químicas, el deterioro ambiental, etc.

(27) Emilio Muñoz y Marta Plaza, en su informe "Imágenes de la ciencia y la tecnología en España a través del espejo de la Encuesta de Percepción 2004" señalan lo siguiente: *"Recientemente, los resultados de varios estudios han revelado que la imagen y las actitudes hacia la ciencia y la tecnología se construyen desde el conocimiento e información que el sujeto posea sobre temas científicos, pero también en torno a elementos más emocionales y abstractos, así como a los contextos sociales. Hoy día más que nunca, el contexto de un problema científico es fundamentalmente social. Las imágenes públicas de la ciencia y la tecnología parecen estar relacionadas con variables explicativas como el nivel de información y de conocimiento, y el interés, pero también las concepciones generales sobre la relación del*

ser humano con la naturaleza, la confianza en las instituciones públicas encargadas de regularlos riesgos de las aplicaciones tecnológicas, los valores morales, etc. Debido a su naturaleza social y contextual, el conocimiento y la imagen que de la investigación científica pueda tener la ciudadanía es difícilmente aprensible a través de un instrumento extemporáneo e individual como es la Encuesta, ya que es muy complicado reflejar la complejidad de las opiniones y actitudes que el individuo pueda tener sobre un tema tan amplio en un tiempo limitado y, en muchos casos, sin haber reflexionado nunca sobre el tema ser conscientes de tener una opinión formada antes de ser preguntados” Percepción Social de la Ciencia y Tecnología en España 2004, pág. 154-5

Concepción inadecuada de los procesos tecnocientíficos

Por otro lado, la mayoría de las personas tienen una visión trasnochada y arcaica de los procesos que sigue la investigación científica y tecnológica. Sobre este particular, sigue primando la imagen romántica y escolar, que nos legaron el mito del Dr. Frankenstein y las fotografías del matrimonio Curie en su laboratorio o Ramón y Cajal delante de su microscopio, tan arraigadas en el subconsciente colectivo; de este modo, está bastante generalizada la creencia en que la investigación científico-tecnológica la hacen individuos excepcionales, geniales, encerrados en sus laboratorios y aislados del resto del mundo. El ciudadano medio no sabe –porque nadie se lo ha dicho– que “la ciencia moderna se ha convertido en un asunto de ejércitos regulares de científicos”(28), que se encuentran sometidos a control tanto por parte de los grupos empresariales que financian las investigaciones y por los gobiernos con sus respectivos presupuestos ideológicos (29), como por la propia comunidad científica, que tiene sus propias normas éticas y sus métodos de validación y control del conocimiento.

(28) Lo decía Carlos Martínez, presidente del CSIC, en El País del 17-10-2005, y añadía: “y por eso, la guerra de guerrillas, tan española, ya no tiene sentido.”

(29) Es particularmente significativo comprobar los avatares que ha sufrido la legislación europea y norteamericana sobre investigación con células madre con fines terapéuticos durante el primer lustro del presente siglo. En EE.UU., California aprobó en el año 2002 una ley a favor de este tipo de investigación, pese a la política contraria de Bush. Científicos, juristas, enfermos y personajes famosos, como Nancy Reagan y Christopher Reeve, entre otros, emprendieron campañas electrónicas a favor de estos ensayos. Otros clamaron en contra, apelando a la dignidad de los embriones. En Europa el debate en la red también fue acalorado, lo que provocó que la Unión Europea paralizara la financiación durante un tiempo para este tipo de investigaciones. En España se creó una plataforma contraria a este tipo de ensayos (hayalternativas.com) que “defiende el desarrollo científico que no usa como materia prima a seres humanos (sic)”. Sus opiniones, fruto de prejuicios religiosos (ideológicos), fundamentalmente, coincidían con las de la máxima responsable del Ministerio de Sanidad de aquel momento que, según la prensa, calificaba esta clase de experimentos de “irresponsables”.

Falta de consciencia de su dimensión ética, política y estética

Por otro lado, los ciudadanos no son todo lo conscientes que debieran de la vertiente ética y estética de la ciencia. El positivismo lógico y otras concepciones de corte cientifista y tecnocrático han sido, en parte, los responsables del arraigo en la sociedad, incluidos muchos miembros de la comunidad científica, según la cual la ciencia mantiene una completa independencia con los valores éticos y estéticos, es decir, es axiológicamente neutral. Esto no quiere decir– ni mucho menos– que la mayoría de los científicos no se preocupan de las consecuencias de sus investigaciones; todo lo contrario. El científico, en su calidad de ciudadano, no es un ser malévolo, sino preocupado por su propia supervivencia y las de sus congéneres, incluidos en esta categoría sus seres más queridos.

Pero también es cierto que son numerosos los científicos que abogan exclusivamente por una ética de la responsabilidad, espontánea y personal de cada científico, y perciben las llamadas éticas aplicadas (bioética, ética ecológica, ética de los medios, etc.) más como un obstáculo para la ciencia que como un incentivo y factor dinamizador de la misma.

Partiendo de la base de que la ética tiene su origen y razón de ser en las necesidades e intereses de los seres humanos y de que su función consiste en establecer criterios adecuados acerca de lo que está bien y mal, así como normas que regulan las complejas relaciones de los humanos entre sí y las de éstos con el medio en que viven, la ética no debe ser sinónimo de freno, sino de todo lo contrario (30). Por desgracia, la mayoría de la población no es todo lo consciente que debiera de esta necesidad y, aunque es conocedora de los riesgos para la integridad física de las personas, que en algunas ocasiones la actividad científica conlleva, aún le resulta distante y alejado de sus intereses más inmediatos cualquier dilema científico controvertido en el que entren en juego la dignidad de las personas y su libertad. No abundan en la sociedad, especialmente en los medios de comunicación y organizaciones cívicas, debates sistemáticos y rigurosos sobre el carácter ambivalente de la ciencia y tecnología; ni siquiera abundan en los medios buenos especialistas en ciencia que sean a la vez buenos comunicadores o suficientes especialistas en periodismo científico; en definitiva buenos divulgadores suficientemente incentivados, que sean capaces de informar con sencillez y formar, convertir la cultura científica y la preocupación por la ciencia en asunto estrella de la ciudadanía. Mientras estas condiciones no se den difícilmente se podrá profundizar en la democracia real de la sociedad, en la que la participación ciudadana sea una de sus señas de identidad más características.

(30) Adela Cortina lo decía en una conferencia titulada "La ética, un impulso para el avance científico", pronunciada en el año 2003 en un ciclo "Ciencia y Sociedad" organizado por la Fundación Santander Central Hispano. Ediciones Nobel. Dice en la página 13: *"Sobre la naturaleza de la actividad científica se infiere que es la lógica misma de la investigación la que exige un ethos moral, caracterizado por estos cuatro rasgos (autorrenuncia de los intereses y convicciones propias, reconocimiento hacia los demás miembros de la comunidad científica, compromiso con la búsqueda de la verdad y esperanza en que es posible alcanzar un acuerdo sobre lo que es verdadero). De los cuales se despenden, obviamente, otras "virtudes científicas", que no es difícil descubrir: el rigor, la predisposición a adquirir la mayor información posible, dentro de lo humanamente razonable, el sentido de la justicia que mueve a reconocer las aportaciones de los demás científicos a la ampliación del saber. La ciencia, para alcanzar objetividad, precisa pues una ética entendida como carácter de los científicos. Pero también necesita orientarse por unos principios éticos, que son los que dirigen la vida social en su conjunto"*.

Ahora bien, como decíamos anteriormente, la cultura científica es algo más que la mera información sobre los resultados y métodos de la ciencia y tecnología, tal como lo entienden los estudios sobre alfabetización científica de la población. Intervienen también componentes emocionales, sistemas de valores sociales y morales, creencias diversas, ideologías variadas. Para conocer la cultura científica de la ciudadanía hace falta adentrarse en sus actitudes y detectar sus pautas de pensamiento, conocimiento y comportamiento (31), incorporar los asuntos relativos a las incertidumbres y riesgos que el conocimiento científico-técnico conlleva, las vertientes ética, social y política,...En definitiva, es preciso conceptualizar de nuevo lo que se debe entender por cultura científica significativa y personalizada para los ciudadanos en el marco de la sociedad del conocimiento.

(31) Como señala Santiago Lorente en "Política y religión en relación con la ciencia y la tecnología" (Percepción Social de la Ciencia...) (FECYT) (pág. 59 y siguientes), conocer la cultura científica de una población supone desglosar ésta en tres clases de pautas (de conocimiento, comportamiento y pensamiento), a partir de unos indicadores concretos.

Dice Lorente: *"En las pautas de conocimiento consideramos el interés por la ciencia y tecnología, el grado de información que se tiene de ella, los temas de más interés, los contenidos tecnocientíficos asociados a la televisión, y el nivel de confianza que se tiene en las revistas de divulgación científica.*

En las pautas de comportamiento, abordamos si se han visitado museos de ciencia y tecnología en el último año y cuántas veces, y las revistas y libros de divulgación científica que se han leído.

Finalmente, entre las pautas de pensamiento, se abordan indicadores muy ricos de juicios y opiniones: valoración de los científicos, la confianza que se deposita en ellos para temas de ciencia y tecnología, los valores asociados a la ciencia y a la tecnología, las aportaciones de éstas a la realidad social, sus beneficios y perjuicios, la utilidad de la formación recibida en materia tecnocientífica, la valoración de la imagen, del prestigio social del investigador científico, y la valoración de la investigación sobre ingeniería genética y sida."

Como puede apreciarse, la cultura científica se entiende aquí de una manera mucho más amplia y personalizada que la que se baraja en las tradicionales encuestas periódicas sobre alfabetización científica.

Dificultad para acceder a la cultura tecnocientífica, salvo desde la escuela

Aun reconociendo el importante papel de los divulgadores de la ciencia y tecnología en la sociedad, se puede afirmar que es la institución escolar, como no podía ser menos, la que desempeña un papel decisivo en la adquisición de cultura científica y tecnológica en particular, así como de la cultura en otros ámbitos. Desgraciadamente casi la mitad de la población no tiene hábito de lectura; somos de los países de la Europa comunitaria donde menos periódicos se leen. Como muestra basta un botón: en el año 2002 el 42% de los españoles declaraba no leer libros, porcentaje que va en aumento y que alcanza tasas preocupantes entre los adolescentes y jóvenes que, suponemos que después de finalizar su etapa de escolarización, han pasado del 26% y 30% en el 2002 al 32 y 39 % respectivamente en el año 2004.

Si atendemos a la Segunda Encuesta Nacional sobre Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología del año 2.004 promovida por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), se podrá comprobar que la mayoría de los españoles – y los andaluces se encuentran en la media nacional en casi todas las variables pertenecientes a pautas de pensamiento, conocimiento y comportamiento- valora negativamente la formación científica y tecnológica recibida en la escuela: Sólo un 10% de las personas entrevistadas reconoce haber recibido en los centros de enseñanza un nivel de conocimientos científicos que califican de altos o muy altos, frente a un 65,5 % que declara haber recibido una educación científica que califica de baja o muy baja. Este porcentaje aumenta con la edad y con la pertenencia a una clase social baja o media baja. Entre quienes manifiestan haber recibido un nivel de formación científica normal, alto o muy alto, la mayoría (3,31 sobre una escala de 5) opina que la educación científica y tecnológica recibida les ha servido para mejorar su comprensión del mundo en sucesos cotidianos (por ejemplo, por qué vuelan los aviones o se forman las nubes); algo menos son los que manifiestan que les ha servido para regular su conducta como consumidores y usuarios, así como para la profesión y las relaciones con otras personas. Desciende significativamente cuando la utilidad es la formación de opiniones políticas y sociales, lo que puede ser un claro indicador de la desatención que ha tenido la dimensión social y política de la ciencia, imprescindible para poder intervenir en el debate público.

Sin duda alguna, la percepción que sobre la formación recibida en la escuela manifiestan estas personas correlaciona estrechamente de manera muy alta con el interés que manifiestan por la ciencia y la tecnología: el 40% declara poco o ningún interés. Este porcentaje disminuye en adolescentes y jóvenes, lo cual resulta esperanzador, puesto que pone de relieve, una vez más, la influencia positiva de la escuela que todavía tienen próxima. Sin embargo, todavía no existen "nuevas

investigaciones que permitan conocer los temas de interés de nuestros ciudadanos más jóvenes en ciencia y tecnología y así poder introducir este tipo de contenidos en el currículo escolar” (32). Si atendemos a determinados indicadores, a modo de ejemplo, los datos son elocuentes: sólo el 6,9 de la muestra eligen como tema informativo la ciencia y tecnología (ocupa el puesto 13 en una lista de 15 temas), porcentaje que aumenta a un 12,8% entre los menores de 18 años (adolescentes) y a un 10,4% entre los jóvenes de 18 a 24 años. Frente a estos datos hay que señalar que un 29,1 % de la muestra total eligen los deportes, e idéntica elección realizan el 49,9 % de los adolescentes y el 36,3% de los jóvenes.

(32) Esperanza Ochaíta y M^a Ángeles Espinosa, “La adolescencia y la juventud española del siglo XXI ante la ciencia y la tecnología”, en *Percepción Social de la Ciencia...* FECYT, pág. 183.

Otro dato significativo: el 78,4% de los adolescentes y el 68,5% de los jóvenes dicen preferir las series de televisión frente al 1,5 y 3,4% de los que eligen documentales sobre ciencia y tecnología.

La lectura de libros de ciencia y tecnología también es minoritaria (el 4,3% de la muestra total y en torno al 5% de adolescentes y jóvenes. Llama la atención que un género tan sugestivo como la ciencia ficción sólo interese al 0,9 % de los adolescentes, la mayoría en edad escolar. Asimismo, son muy pocas las veces que los encuestados realizaron en el último año actividades relacionadas con la ciencia (visita a museos temáticos de ciencias y tecnología)

Por lo que se refiere al llamado patrón de actividades culturales, la actividad que más realizan es ir al cine (53,3%); a distancia con la primera se encuentra visitar un monumento histórico (30,9 %), visitar un parque natural (28,6%). Visitar un museo o una exposición de arte o ir a un concierto serían actividades menos frecuentes con un 27% cada una. Visitar un museo de ciencias o tecnología es una de las actividades que menos se realiza, sólo un 11,7%; de ellos tan sólo el 9,6 % son mujeres. Estos datos pueden indicar muchas cosas: una, que existe una oferta desigual de las actividades culturales en nuestro país. Aún no existen suficientes museos de ciencia y tecnología, sobre todo si su número se compara con las salas de cine, concierto o exposiciones. Otra, que las actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología se consideran altamente especializadas o productivas y, por consiguiente, desconectadas del ámbito de la cultura en sentido normativo. ¿Acaso no puede estar influyendo este prejuicio en la menor participación de las mujeres en este tipo de actividades?

Debido probablemente al triple rol que las mujeres tienden a asumir en la sociedad (esposas, madres y trabajadoras, por este orden) la percepción que tienen de la ciencia y tecnología difiere de la de los hombres en algunos aspectos. Como señala Eulalia Pérez Sedeño, *“cuanto más elevado es el nivel de estudios que tiene, más críticas son las mujeres con los medios de comunicación y menor confianza tienen en ellos. Asimismo, las mujeres que trabajan son mucho más críticas con estos medios que los hombres que están en igual situación laboral”*. También se aprecia en la Segunda Encuesta una menor familiaridad con las profesiones técnicas que los hombres y una mayor cercanía con al educación en general.

Aunque se muestran más insatisfechas que los hombres en relación a la educación tecnocientífica recibida, y muestran mayor interés que ellos por cuestiones relativas a sus rol (salud, alimentación, educación) que por la ciencia y la tecnología, éstas valoran más las contribuciones del conocimiento tecnocientífico a la calidad de vida, pero se muestran más escépticas que ellos y más cautas a la hora de exigir un mayor control sobre la tecnociencia.

A pesar de las carencias, imagen positiva de la ciencia y tecnología

Sin embargo, los ciudadanos españoles, aunque reconocen sus carencias, reflejan una imagen positiva de la ciencia y la tecnología en sus aplicaciones concretas (medicina, telecomunicaciones, informática y energías renovables) y les dan un voto de confianza. También tienen una imagen positiva de los científicos y de la investigación, y las asocian con valores positivos como progreso y bienestar, y en menor medida poder y eficacia. Asocian mayoritariamente ciencia y tecnología con riqueza, pero también con riesgos, dependencia, desigualdad, elitismo y deshumanización. En menor medida se identifican participación y descontrol. Los más jóvenes son bastante críticos con las innovaciones científicas y tecnológicas en materia de armamento, energía nuclear y la exploración espacial.

Por último, como señala Miguel Ángel Quintanilla en su informe sobre la Segunda Encuesta, titulado “Un indicador de cultura científica para las comunidades autónomas” se puede extraer como conclusión general que existen diferencias significativas en la actitud global hacia la ciencia por comunidades autónomas. Si la puntuación global de actitud para el conjunto de España es ligeramente positiva (0,24), hay algunas comunidades autónomas como Aragón, Baleares, La Rioja y Murcia que están muy por encima de la media nacional. Otras, por el contrario, están muy por debajo. Es el caso Navarra, Comunidad Valenciana, Cantabria, Canarias y Castilla-La Mancha. Andalucía, con una puntuación de 0,20 en actitud global (promedio de las puntuaciones en las escalas de interés, Información y valoración) está ligeramente por debajo de la media junto con País Vasco, Cataluña, Extremadura y Asturias.

2.4.3. LA CULTURA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN

Según un informe reciente del Consejo Escolar de Andalucía sobre la Convivencia en los Centros, *“la importancia que hoy tienen los medios de comunicación como formadores de opinión y su capacidad para despertar el interés de los ciudadanos por determinados temas, les otorga un papel central en cualquier esfuerzo dirigido hacia la mejora de la cultura científica”*. Aunque hay medios que se preocupan de estos temas e intentan informar sobre ellos con el mínimo de rigor y extensión que merecen, hay otros, especialmente los audiovisuales, que no contribuyen como debieran a elevar el nivel de cultura científica de los españoles. Lamentablemente, muchos de estos medios parecen no entender, como debieran, la dimensión de servicio público que prestan y en aras a una supuesta demanda de la audiencia, son más proclives a suministrar contenidos deplorables, como el caso de la telebasura, convertida en muchos casos en plataforma de lanzamiento de la pseudo-ciencia.(33)

(33) Hace unos años, Fernando Savater (1.998) denunciaba esta situación en el marco de una conferencia titulada “Potenciar la razón”:

“Habrán visto ustedes que en nuestras televisiones prácticamente no hay programas con un mínimo contenido científico, no digamos ya filosófico;... en cambio se dan una cantidad de programas de pseudofilosofías, pseudociencias, etcétera, verdaderamente abrumador. Es decir, no hay tiempo para explicar a nadie lo que pensaba Platón; pero, en cambio, lo que piensa un señor que ha hablado con Nostradamus y Nostradamus le ha contado todo tipo de noticias, lo que viene y lo que vendrá, eso es muy común. Todo esto es realmente preocupante, porque, además, esos programas suelen adquirir la presentación exterior de algo muy racional y muy científico...”

Hace unos meses vi un programa de televisión que trataba de la combustión espontánea, cosa de la que yo no había oído hablar, pero que, por lo que se ve, es muy corriente, ya que hay gente que sale a la calle

y echa a arder sin más trámite. En medio de las explicaciones (que esto estaba organizado por los extraterrestres... o por algún otro tipo de amigos de la pirotecnia...), había un profesor de Química, un catedrático, que al presentar una serie de objeciones, recibía los calificativos de dogmático e intransigente. En un momento dado, el gurú máximo de los partidarios de la combustión espontánea le dijo: "Mire usted, la ciencia contemporánea se basa en dos principios: el de la relatividad de Einstein, que dice que todo es relativo, y el de Heisenberg, que dice que de nada podemos estar seguros y nada podemos conocer del todo, con lo cual..."...Este tipo de cosas realmente funciona, se escucha, se fomenta, y a mí me parece un poco peligroso porque eso puede alcanzar también la propia educación". ("La educación que queremos", Edit. Santillana, 1998, pág. 62-3)

Sin embargo, sería injusto no reconocer que en otros, como los diarios de ámbito nacional, desde hace varias décadas, hay un interés creciente por convertir la ciencia en protagonista de la vida social y ponerla al alcance de los ciudadanos. No hay más que abrir los periódicos para darse cuenta del enorme impacto mediático que la ciencia y la tecnología comienzan a tener en la sociedad actual. Algunos titulares recientes escogidos al azar son elocuentes: "EE.UU. lanza hoy la nave "Deep Impact" que estrellará un proyectil contra el cometa Tempel 1 para descubrir sus misterios"; "Un informe británico aconseja evitar el uso del móvil a menores de ocho años"; "El maremoto (del sudeste asiático) es el resultado de un proceso que comenzó hace 85 millones de años"; "Londres autoriza la selección genética de embriones para evitar un cáncer"; "Epson utiliza su tecnología de inyección para pantallas planas. El sistema, que aplica tensión a un elemento piezoeléctrico, se aplica para imprimir circuitos o estampados en corbatas de seda"; "La Bioética a debate en el V Congreso Nacional celebrado en Málaga"; "El mayor avance en clonación resulta ser un fraude. El científico coreano Hwang Woo-suk presenta su dimisión ante el escándalo"; etc. Además, cada vez son más numerosos los medios de comunicación impresos que incluyen entre sus secciones semanales o suplementos dominicales una dedicada a la ciencia y tecnología, a cargo de excelentes especialistas en este tipo de información.

No hay (o son escasos) programas educativos con contenido científico y tecnológico en las televisiones públicas y privadas, destinados al público infantil y juvenil. Como este tipo de programas -salvo raras excepciones- no suele ayudar a contratar grandes volúmenes de publicidad, se ponen en las parrillas de programación a horas intempestivas (34)

(34) Manuel Toharia se queja con frecuencia del trato dispensado hacia un programa de divulgación científica que él dirigía en TVE hace unos años. En lugar de ubicarlo en la parrilla de programación a las 20,00 horas, como le habían prometido los responsables de la programación, se lo llevaron a la media noche. Lo malo del caso fue que a la hora prevista en un principio pusieron un programa de Rapel sobre los horóscopos.

A menudo, los responsables de los medios se escudan en la conocida frase: "no existe en la sociedad un interés significativo por temas científicos", y probablemente tengan razón si por temas científicos se entiende algo tan restringido como los típicos documentales de la 2.

Sin embargo, esta afirmación es, cuando menos, relativamente falsa. Un sencillo ejemplo demuestra lo contrario, aunque haya quien considere que esta podría ser la excepción que confirma la regla. En la mayoría de los medios de comunicación, con independencia de su tamaño, se mantiene, desde hace décadas, una sección diaria que concentra las mayores audiencias y que, curiosamente, se apoya en informaciones científicas. Esa sección es la meteorológica, en donde no se vulgariza, raramente se perdona la falta de rigor y se emplea, con absoluta naturalidad, un lenguaje especializado. Las borrascas, anticiclones, bajas presiones o gotas frías forman parte de nuestro lenguaje cotidiano, y pocos son los que ignoran el significado de estos términos que hasta no hace mucho formaban parte de la jerga reservada a los meteorólogos.

A pesar de que estas características, si se admite la postura pesimista mencionada al principio de este apartado, deberían provocar el rechazo de los receptores, éstos

demandan la información del tiempo porque la consideran muy útil, la relacionan con sus necesidades básicas. La aprecian, en resumen, porque es una información capaz de determinar sus vidas y sus actividades.(35)

(35) Recordaba hace unos meses Iñaki Gabilondo, líder en aquel momento de los informativos de radio con su “Hoy por hoy”, cómo el boletín meteorológico solía colocarse al final de estos espacios, como un capítulo residual, y, sin embargo, en la actualidad es el apartado con el que se inician estos programas. Y en televisión, El Tiempo ha terminado por segregarse de los informativos, se le otorga un tratamiento diferenciado para, entre otras ventajas, ofrecer su patrocinio a importantes firmas que están dispuestas a pagar jugosas cantidades por situar sus mensajes publicitarios en una de las franjas de mayor audiencia.

Este ejemplo del Tiempo no es, ni mucho menos, aislado. Lo mismo está ocurriendo con otras parcelas informativas que también se vinculan con la ciencia y al tecnología, como es el caso de las noticias relacionadas con la salud, el medio ambiente y, en general, con todo aquello que tiene repercusiones en nuestra calidad de vida. El fenómeno no deja de tener cierta lógica, ya que vivimos en una sociedad cada vez más influida por la ciencia y la tecnología, y en estas circunstancias lo normal es que el ciudadano de a pie, el que no es especialista en estas cuestiones, se interese por ellas.

Ocorre, por tanto, lo contrario de lo que sostienen los pesimistas. En realidad estamos sufriendo una demanda insatisfecha, un interés no atendido por los medios de comunicación. La necesidad de informarse sobre estas parcelas del conocimiento existe, está ya instalada en amplios sectores sociales, pero la oferta que ofrecen los medios de comunicación es, en muchos casos, penosa. Así lo revelan, por ejemplo, los eurobarómetros que elabora la Comisión Europea y a los que hemos hecho referencia en un apartado anterior. Uno de ellos, dedicado a analizar la información que ofrecen los medios y la que desearían los receptores (Europeans, Science and Technology, 2001), muestra este llamativo desequilibrio. Cuando a los encuestados se les pregunta si les interesa la información deportiva, las respuestas afirmativas reúnen porcentajes altísimos. A la pregunta de si están satisfechos con la información deportiva que reciben de los medios, las respuestas afirmativas vuelven a registrar porcentajes elevados. Sin embargo, cuando se pregunta a propósito de la información científica, se produce un curioso desfase: los receptores muestran un elevado interés por este tipo de noticias pero se quejan de la poca atención que les prestan los medios de comunicación.

A escala nacional este desfase también se hace evidente, como revela la Segunda Encuesta del año 2004. La mayor demanda de información corresponde a los temas de medio ambiente, medicina y salud y alimentación y consumo. La ciencia recibe un discreto nivel medio, si bien queda patente que se recibe menos información de la que dice desearse, lo que prueba que hay una demanda de información científica insatisfecha, quizás debido a la excesiva dependencia que los medios tienen de las leyes del mercado y en su interés desbordado por contratar mucha publicidad.

Según un estudio del año 2001 de la revista Consumer, de la Fundación Grupo Eroski, el tiempo que los telediarios de las quince principales cadenas españolas dedican a la ciencia es un 2,1%, el 2,3 % lo dedican al medio ambiente, el 3,1% a la sanidad; estos datos contrastan con el 22,5% del tiempo dedicado al deporte, el 22,1% a la política y un 10,8% a la cultura. Según los autores de este estudio, “las conclusiones, aunque no sorprendan a nadie, invitan a una seria reflexión”, ya que mientras el deporte y la política ocupan cerca de la mitad del tiempo de los informativos, otros temas de interés social, como la ciencia, apenas superan promedios del 3%. (36).

A la vista de estos y otros datos recogidos en el estudio, Emilio Muñoz y Marta Plaza, consideran que *"la eficiencia de los medios de comunicación, como vehículo de la información científico-técnica, es muy reducida"*. Se impone, por tanto, *"una mejora en la calidad y cantidad de la información, tarea que requiere fomentar la interacción y cooperación entre diferentes actores, con distintas capacidades y objetivos: en nuestro caso, medios de comunicación, instituciones de investigación, periodistas y científicos"*.

Cuando la oferta de información científica es de calidad, destapa esa demanda oculta e insatisfecha, la misma cuya existencia niegan los pesimistas. Y en Andalucía tenemos un buen ejemplo de este fenómeno en el Parque de las Ciencias de Granada. ¿Cómo ha conseguido convertirse en el espacio museístico más visitado de Andalucía? ¿Ha sido capaz de generar, de forma espontánea e inmediata, esa demanda, o es que la demanda ya existía pero no había sido satisfecha?

Proponer una medida que busca "mejorar los canales sociales de divulgación científica" es caer en un generalismo estéril. Debemos tratar de proponer acciones concretas, tarea que se acometerá en otro apartado de este documento

Otro de los problemas que afrontan los medios a la hora de informar sobre temas científicos, al igual que en otras muchas parcelas del periodismo, es una creciente dependencia de la información convocada, aquella que las fuentes generan para que los medios se dediquen, sencillamente, a procesarla, ajustándola, sin mayores cautelas ni contrastes, a las características técnicas de cada uno de sus soportes.

La información científica que suelen ofrecer los medios de comunicación generalistas se limita, no pocas veces, a lo que algunos autores denominan "información remota", noticias que se desarrollan a mucha distancia de nuestro entorno más inmediato y que, por tanto, difícilmente podemos ampliar, enriquecer o contrastar. Si la NASA lo ha dicho, si lo afirma la Universidad de Oxford, si lo asegura Nature, la prensa española lo reproduce tal cual.

De esta manera, la actualidad nos viene dictada desde fuera, y, con frecuencia, remite a cuestiones que para nuestros receptores no son trascendentes. Es decir, se nos impone un orden de prioridades que nos es ajeno. Como andaluces y andaluzas, ¿debe preocuparnos más el problema de la lluvia ácida o el de la gestión del agua? ¿la lucha contra la malaria o los nuevos tratamientos en las alergias provocadas por la floración del olivo? ¿el desarrollo de las técnicas de teledetección espacial o el futuro de las energías renovables? Lo ideal sería atender a todas estas cuestiones para multiplicar, sin límites, nuestros conocimientos, pero es que los medios de comunicación tienen límites, en ellos el saber sí que ocupa lugar, y eso obliga a priorizar.

Además, lo lejano nos impide conocer el contexto en el que se produce un hecho, elemento muy valioso, y a veces hasta imprescindible, a la hora de interpretar una información y conseguir así que tenga sentido para los receptores del mensaje. Y también nos priva de la humanización de la noticia, ya que difícilmente podremos contactar directamente, cara a cara, con sus protagonistas.

Otra de las carencias de los medios de comunicación en relación a la cultura científica es el desencuentro que a menudo se produce entre los científicos y los periodistas

como responsables que son de que la divulgación científica llegue a la sociedad. Faltan planes de formación que, nutriéndose de científicos como “enseñantes”, estén dirigidos a periodistas en ejercicio. También faltan canales de comunicación estables entre ambos colectivos, los gabinetes de prensa en las instituciones científicas, encuentros periódicos entre ambos colectivos al amparo, por ejemplo, de las universidades, etc...

En lo que se refiere al ejercicio de la divulgación científica, la continuidad temática y la precisión (o imprecisión, según cómo se mire) son características particularmente interesantes. La primera de ellas va a determinar, como ninguna otra, la capacidad de modificar puntos de vista, crear conciencia sobre problemas trascendentes y, en definitiva, trasladar conocimientos complejos a receptores no especializados. Por eso no siempre conviene celebrar la existencia de secciones fijas o programas específicos dedicados a la información científica, por que a ellos suelen acudir, de forma mayoritaria, los receptores iniciados, mientras que el resto de la audiencia los ignora o acude a ellos de forma irregular. Debemos aspirar a competir en igualdad de condiciones con otras noticias y formar parte de la oferta diaria de los medios sin limitarnos a las secciones estancos. Esta fórmula es la que permite abundar en esa continuidad temática y temporal que es, en definitiva, la que sirve para instalar, con naturalidad, múltiples cuestiones científicas en el debate social. Así ha ocurrido con temas como el de las células madre embrionarias, el cambio climático, los descubrimientos de Atapuerca, el Plan Hidrológico Nacional o la lucha contra el SIDA.

No hay duda, y los temas que acabo de citar así lo demuestran, de que podemos competir con otras informaciones mucho más abundantes en los medios de comunicación, cuestiones alejadas de la ciencia y que, a priori, parecen resultar más atractivas. Sabemos que existe la demanda de esos conocimientos científicos, podemos aportar novedades (es decir, noticias), tratamos temas que no están exentos de acción, aventura o misterio, podemos acudir a una nutrida comunidad de fuentes especializadas y productivas y, además, tenemos la ventaja de poder humanizar muchas de estas informaciones, es decir, podemos trasladarlas al ámbito de la vida cotidiana, a escenarios domésticos que resultan particularmente atractivos para los receptores (como ocurre con la información meteorológica).

En lo que se refiere a la precisión, es fácil caer en el error de considerarla, cuando se habla de ciencia, un bien innegociable e insustituible. Estar sometidos a la actualidad, como les ocurre a los periodistas, supone depender en exceso de la incertidumbre, pero esto no es un demérito en comparación con las certezas de las que pueden beneficiarse otros comunicadores. Con frecuencia cuando los periodistas acuden a una fuente especializada en busca de información relevante sobre una determinada noticia científica suelen chocar contra un muro de silencio. Los expertos suelen argumentar que, precisamente por tratarse de un acontecimiento muy reciente, no tienen aún datos suficientes, o bien no saben todavía cómo actuar o desconocen las causas y consecuencias últimas de dicho acontecimiento. Pero es que la incertidumbre es noticia en sí misma, enfrentarse a lo desconocido también es una información relevante, sobre todo en lo que se refiere a determinados sucesos de contenido científico.

En el terreno de la información científica abundan los problemas complejos (el cambio climático, por ejemplo) que exigen, asimismo, soluciones complejas (el desarrollo sostenible, que aún no sabemos muy bien cómo enfrentar). Nos movemos, pues, en un escenario en el que escasean las certezas, por mucho que estas sean la debilidad de políticos y periodistas. Pero si en el fondo lo que se pretende es implicar a la

sociedad en el conocimiento fiel de los problemas y la búsqueda colectiva de soluciones, no hay más remedio que socializar la incertidumbre.

Un buen ejemplo de esta estrategia puede ser el de las actuaciones encaminadas a salvar de la extinción al lince ibérico, siempre rodeadas de una cierta polémica. ¿Será efectiva la cría en cautividad? ¿Funcionará la traslocación de ejemplares? ¿Es razonable crear un banco genético de la especie? ¿Apostamos por todo al mantenimiento de las poblaciones silvestres? Esta situación, llena de interrogantes, se manifiesta de igual manera en torno a otros muchos problemas ambientales, provocando lo que Miguel Delibes llama el “dilema de Nerón”: *“Roma arde y Nerón, sobre una colina, calcula con sus ayudantes cuáles deben ser los medios adecuados y el esfuerzo necesario para controlar el siniestro; pero, cuando acaba ese debate, la ciudad ha sido arrasada por las llamas. Con demasiada frecuencia los retos científicos exigen transitar, casi a ciegas, por un camino lleno de obstáculos, sin tener garantías de éxito, con resultados que apenas podremos evaluar a largo plazo y, sin embargo, es necesario actuar, es imprescindible ponerse en el camino, tarea que precisa el necesario respaldo social que difícilmente se obtendrá si no se socializan esas incertidumbres. Lo que debería provocar escepticismo y hasta rechazo es justamente lo contrario, el anuncio de soluciones simples, rápidas e infalibles a problemas sumamente complejos y, sin embargo, las ofrecemos todos los días con absoluto desparpajo.”*

A MODO DE SÍNTESIS

De todo lo expuesto anteriormente se extrae un corolario: Para aumentar la cultura científica de la ciudadanía española en general y de la andaluza en particular es necesario movilizar numerosos recursos y convertir este objetivo en prioritario desde el punto de vista educativo y cultural. Mejorar la cultura científica de los ciudadanos y ciudadanas reporta numerosas ventajas de las cuales destacamos dos: Por un lado, proporciona criterios e instrumentos que mejoran nuestra relación con la naturaleza, incluidos nosotros mismos, y nos capacita para participar en debates sobre temas cruciales que nos afectan a todos desde la perspectiva calidoscópica que ofrece la cultura. Por otro lado, ayuda a cuestionar preconceptos erróneos en materia de salud, conservación de la naturaleza, consumo, seguridad, etc., así como adquirir un sistema de valores renovado que facilite un cambio de actitudes que ayuda a actuar de manera coherente como ciudadanos y ciudadanas responsables.

En este proceso de enculturación científica –ya lo hemos dicho y lo repetimos una vez más- la escuela juega un importante papel, pero también es fundamental el de los medios de comunicación y de todas las instituciones: ayuntamientos, partidos políticos, sindicatos, empresas, organizaciones profesionales y ciudadanas, etc.

Pero sobre estas y otras cuestiones relacionadas con la cultura tecnocientífica, tanto dentro como fuera de la escuela nos detendremos en los siguientes apartados de este documento.

3. LA CIENCIA EN EL CURRÍCULO ESCOLAR

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

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

3.1. CONSIDERACIONES GENERALES

En el currículo se concretan las actuaciones que llevan a la consecución de las finalidades y objetivos del sistema educativo. Es por tanto un elemento esencial para la enseñanza de cualquier materia o área.

Desde un punto de vista legal, el currículo se establece mediante un Real Decreto que fija las enseñanzas mínimas para todo el Estado y los decretos que, para regular su desarrollo en su territorio, elaboran las distintas comunidades autónomas. A partir de esas normas es cada centro, y principalmente el profesorado, el que concreta para cada curso el currículo de las distintas materias o áreas.

Al hablar del currículo es frecuente que se mezclen aspectos normativos y otros estrictamente educativos por lo que al analizar la situación actual y al proponer medidas se habla tanto de lo estrictamente curricular como de lo que atañe a las condiciones más adecuadas para que los currículos sean llevados a la práctica. Es lógico por tanto que algunas de las medidas que aquí se proponen requieran normas y actuaciones políticas que están fuera del alcance del profesorado y otras vayan dirigidas especialmente a la actuación del mismo.

En el marco del diagnóstico general hecho en capítulos anteriores, el análisis de los problemas que afectan al currículo escolar de ciencias se ha visto dificultado por la carencia de datos globales significativos propios de nuestra comunidad. Esta situación mejorará con la participación de Andalucía en el Programa PISA 2006, dedicado precisamente a las ciencias experimentales. Se podrá disponer así de datos referentes a Andalucía, aunque no estarán disponibles a tiempo de ser tenidos en cuenta por este Comité. Ha sido necesario, por tanto, contar con los datos aportados por diversos informes de ámbito nacional e internacional (FECYT y PISA principalmente, ya que España no participó en algunos otros programas de evaluación internacionales), así como con datos procedentes de investigaciones en didáctica de las ciencias, resultados de las PAU, estudios sobre la percepción del profesorado y el alumnado sobre la enseñanza de las ciencias, etc.

Sin que ello suponga menospreciar la validez de esos trabajos, hay que ser conscientes de que cada uno de ellos se hace con unas finalidades concretas, usando instrumentos y metodologías diferentes y que sus resultados son susceptibles de diferentes valoraciones o interpretaciones.

El caso PISA, de tanta actualidad en nuestro país, es ilustrativo de lo que se acaba de exponer. Un trabajo de tanto prestigio ha sido utilizado de forma interesada y parcial por partidos, asociaciones, medios de comunicación y por las propias administraciones educativas, como argumento para justificar determinadas decisiones que poco tenían que ver con las conclusiones que pudieran deducirse al estudiar el informe completo. Se trata de un estudio para valorar las competencias que ha adquirido el estudiante

después de pasar por el sistema educativo, y no sólo de una medida de los “conocimientos adquiridos” ni “de lo que sabe nuestro alumnado”, como en tantas ocasiones hemos podido leer y oír. Así, los “malos resultados” de nuestros alumnos y alumnas se desvinculan de otros factores que también aparecen en el informe y que pueden ser importantes a la hora de tomar decisiones para mejorar la situación (somos un país con menos inversión que otros en educación, estamos por debajo de la media en algunos aspectos pero por encima de la media en otros, se analizan en el informe aspectos relacionados con equidad y excelencia y poco se habla de los resultados conseguidos, no se toman en cuenta las situaciones de partida ni se toma en cuenta el nivel educativo de las familias de los niños encuestados, etc.). Un mismo dato ha sido interpretado de forma muy distinta por medios de comunicación y personas diversas. La respuesta que se dio con la LOCE para mejorar esos resultados fue la de aumentar las horas dedicadas a Lengua y Matemáticas y establecer más pruebas selectivas que filtrasen al alumnado. Nada de aumentar las inversiones ni de adoptar otras medidas sugeridas en el propio informe en cuanto a organización escolar, etc. En cuanto a los currículos de ciencias se aumentó la carga conceptual de los de la ESO, que perdieron buena parte de la coherencia que tenían y pasaron a un segundo plano (desapareciendo casi por completo de los criterios de evaluación) aspectos más relacionados con el aprendizaje de procedimientos, relaciones CTS, naturaleza de las ciencias, etc. Todo lo contrario de lo que hoy se considera necesario para mejorar el interés del alumnado por las ciencias.

Así pues, la variedad de datos y fuentes de información que se usan, los diferentes enfoques e interpretaciones que pueden darse a todos ellos, junto con la cantidad de variables que pueden influir en los “resultados” educativos, justifican la necesidad, ya expuesta en el capítulo anterior, de *contar con instrumentos de evaluación sistemática y continuada del sistema educativo propio de nuestra comunidad autónoma, que permitan detectar cuanto antes las deficiencias y poder subsanarlas.*

3.2. EL CURRÍCULO DE CIENCIAS

3.2.1. PROBLEMAS GENERALES DETECTADOS EN RELACIÓN CON EL CURRÍCULO ACTUAL

¿Cuáles son los principales problemas que de forma general se plantean en relación con el currículo de ciencias?

Los currículos oficiales son poco conocidos por parte del profesorado, siendo el libro de texto el que de alguna manera marca el currículo real

Una proporción importante del profesorado organiza su trabajo cada año sin tomar como referencia directa las propuestas curriculares recogidas en los decretos correspondientes, o fijándose sólo en los títulos de los epígrafes conceptuales y no tanto en las recomendaciones sobre contenidos relacionados con procedimientos y actitudes. De esa forma, los libros de texto acaban convirtiéndose en muchas ocasiones en los intermediarios que de hecho deciden la forma de llevar adelante el desarrollo de las clases, cubriendo así el espacio existente entre la publicación de un currículo oficial y el traslado de sus principios y normas a las aulas.

La preparación para el curso siguiente y, en último término, para la selectividad, ejercen más influencia en el desarrollo curricular que el propio currículo oficial

Para muchos profesores y profesoras la necesidad de preparar a los estudiantes para el curso siguiente y las exigencias de las pruebas de selectividad condicionan (real o supuestamente) el desarrollo curricular en todas las etapas educativas y, sobre todo, en el Bachillerato. Con este argumento se favorece una enseñanza de las ciencias ingenua, en la que la “obligación” de desarrollar el “temario completo” impide la participación más activa de los estudiantes en la elaboración de sus conocimientos, en reflexionar, en discutir, en experimentar, en analizar situaciones de interés científico, etc., con lo que todo ello supone de empobrecimiento en su formación científica.

El currículo oficial se define como abierto pero se presenta de una forma que cierra demasiado las posibilidades del profesorado.

En el currículo y, sobre todo, en los distintos decretos y normativas que les acompañan, se dan demasiados detalles y se prescriben demasiados temas de estudio como para que queden posibilidades reales de plantearse formas alternativas de desarrollarlo sin que eso suponga la eliminación de partes importantes de los contenidos. Esta es una cuestión controvertida, pues un sector del profesorado considera necesario contar con informaciones precisas y detalladas sobre lo que debe trabajar en clase, mientras que otros piensan que un decreto, cuyos contenidos son de obligado cumplimiento, no es el lugar adecuado para presentar una propuesta demasiado detallada, que puede ir en contra de la necesaria flexibilidad con que se debe afrontar el desarrollo curricular en los contextos concretos y cierra posibilidades de actuación al profesorado.

Hay una contradicción entre los objetivos que se plantean en el currículo oficial y los contenidos que se proponen para desarrollarlos. Hay un excesivo protagonismo de los aspectos conceptuales de la ciencia.

Aunque teóricamente se da la misma importancia a todos los tipos de contenidos, el currículo se centra especialmente en los aspectos conceptuales. Incluso para algunos profesores y profesoras, la presentación del currículo organizada en torno al desarrollo de grandes núcleos conceptuales dificulta el trabajo en clase de acuerdo con las orientaciones que se dan para su desarrollo.

Hay falta de coordinación entre los currículos oficiales correspondientes a materias de Ciencias, Tecnología y Matemáticas

Algunos contenidos se tratan en un mismo curso en dos asignaturas diferentes, desde ópticas distintas y con niveles de exigencia también distintos. Esto puede generar confusiones en el alumnado, y constituye un obstáculo para rentabilizar el tiempo de enseñanza.

Hay falta de coordinación entre el profesorado para un desarrollo coherente del currículo

La compartimentación excesiva del currículo (sobre todo en los niveles superiores, pero cada vez más también en los inferiores), la consecuente implicación de un número elevado de profesores y profesoras en cada grupo de alumnos y alumnas y la falta de hábitos y condiciones para un trabajo colaborativo del profesorado, da lugar a la descoordinación en el desarrollo del currículo tanto en un mismo curso, como, y en

mayor medida, de unos cursos a otros. Esto es un problema grave, sobre todo teniendo en cuenta que el aprendizaje es un proceso gradual, que requiere una adecuada organización y secuenciación de las propuestas curriculares a lo largo de los sucesivos cursos y etapas.

El tiempo asignado a las materias de ciencias es insuficiente y en algunos cursos está mal distribuido

Si se compara el tiempo dedicado en diferentes sistemas educativos a la enseñanza de las ciencias en niveles obligatorios y postobligatorios, se aprecia que en España se encuentran por debajo del asignado al mismo cometido en otros países de nuestro entorno, lo que condiciona decisivamente las posibilidades de trabajo en las clases de ciencias. En esto influye la presencia de un número excesivo de asignaturas en cada curso de los niveles obligatorios y la existencia de algunas asignaturas de ciencias con una dotación horaria que dificulta el trabajo en la línea que se propone en los currículos oficiales.

La organización del Bachillerato de ciencias dificulta la posibilidad de que el alumnado consiga una formación básica propia de un nivel como este

El tiempo asignado en cada curso a las materias de ciencias, la diferencia entre las horas semanales correspondientes a asignaturas específicas y optativas, la amplitud de los currículos propuestos, etc., son factores que dificultan al estudiante conseguir una formación básica coherente con sus intereses.

Con frecuencia, las condiciones en que se desarrollan las clases no son las adecuadas para crear un ambiente propicio de trabajo

Es una cuestión de especial importancia que incide negativamente en las posibilidades de desarrollo del currículo. Entre las principales dificultades que se encuentran en este sentido están: la elevada ratio en algunos niveles (teniendo en cuenta su diversidad), la rigidez organizativa de los centros, los recursos materiales y humanos de que se dispone, etc.

En los apartados siguientes analizaremos los ámbitos más relevantes del currículo (finalidades, contenidos, metodología y evaluación), concretando en cada uno de ellos el diagnóstico de la situación actual realizado por las personas participantes en el debate y en la elaboración de este documento, así como las líneas de mejora propuestas.

3.2.2.- FINALIDADES Y OBJETIVOS

Finalidades y objetivos son elementos de gran importancia para definir el marco en que deben diseñarse y aplicarse los procesos de enseñanza y aprendizaje. Es frecuente que los grandes principios que se definen en este ámbito no generen rechazos por la comunidad educativa, dado su carácter general. Sin embargo hay cuestiones que deben ser motivo de reflexión.

Caracterización de la situación actual

Las prácticas educativas pueden responder a finalidades muy diferentes

Si analizamos la práctica educativa concreta, podemos observar que, la mayoría de las veces, aunque sea de forma implícita, la visión subyacente en cualquier programa para enseñar ciencias se encuadra entre dos visiones extremas de la educación científica.

La primera de ellas, centrada en la enseñanza de los resultados y productos de la investigación científica, está presente en muchos centros educativos de Andalucía -y del resto del mundo- y es compartida, en bastantes ocasiones, por los medios de comunicación y por el conocimiento cotidiano. Para la mayoría de los expertos, con ese enfoque se transmite una imagen deformada y empobrecida de la ciencia, del método científico y de los científicos. La ciencia se presenta como algo acabado, cierto, absoluto y descontextualizado; el método científico aparece como un proceso empírico y positivista que garantiza resultados infalibles, a la vez que los científicos son vistos como personas diferentes, individualistas y dotadas de habilidades especiales. En ese contexto se fomenta el aprendizaje “mecánico” y “repetitivo” de conceptos formalizados, frecuentemente alejados de los niveles reales del alumnado.

En el otro extremo del espectro, se encuentra una opción que busca más el enriquecimiento del conocimiento cotidiano y la cultura general de los estudiantes⁹, lo que especialmente en la última década se está dando en llamar alfabetización científica. En esta opción predomina una visión más relativista y evolutiva del conocimiento científico, cuya elaboración se consigue a través de la resolución de problemas, siguiendo unas pautas propias de la actividad científica, y en un contexto social y cultural concreto, por lo que la actividad de los científicos se ve influida por múltiples factores de índole diversa (sociales, económicos, culturales, etc.). Desde esa perspectiva la enseñanza de las ciencias se concibe como una actividad centrada en la investigación que llevan a cabo alumnado y profesorado y en ella el aprendizaje de los conceptos y teorías es tan importante como el de los procesos que llevan a su elaboración, sus conexiones con la realidad, etc.

En todo caso, hoy puede decirse que existe un consenso creciente en torno a la necesidad de proporcionar a la ciudadanía una formación científica básica. La *Declaración de Budapest* (1999) surgida de la *Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI*, lo plantea de forma clara:

“La enseñanza científica, en sentido amplio, sin discriminación y que abarque a todos los niveles y modalidades es un requisito previo esencial de la democracia y el desarrollo sostenible... Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y todos los sectores de la sociedad, así como las capacidades de razonamiento y las competencias prácticas y una apreciación de los principios éticos a fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a la aplicación de los nuevos conocimientos”

En el caso de los currículos de ciencias andaluces se puede considerar que son coherentes con esas finalidades. Aunque no se haga en ellos mención expresa a lo

⁹ GARCÍA DÍAZ, J.E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Diada. PORLAN, R. (1995). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Diada.

que hoy se entiende por alfabetización científica, sí se reconoce la presencia de muchos de los principales argumentos que la caracterizan.

Hay una cierta contradicción en los currículos oficiales entre las finalidades que se pretenden y los contenidos que se proponen para alcanzarlas

Esta contradicción se observa especialmente en los decretos que establecen las enseñanzas mínimas, en los que predominan los aspectos conceptuales de la ciencia sobre otros elementos necesarios para la educación científica.

Esta contradicción coincide con la sensación que transmite la redacción del currículo actual, de una cierta contraposición entre función formativa y propedéutica, entre lo que supone formar al individuo como persona, proporcionarle una cultura científica, y prepararle para estudios posteriores, algo que se discute más adelante.

En muchos centros, las finalidades y objetivos no se toman suficientemente en cuenta ni son referencia directa para elaborar las programaciones de aula

Las finalidades y objetivos, o no son conocidos o no se les da la importancia que merecen. Con frecuencia son considerados como algo rutinario que siempre aparece en todos los documentos oficiales pero que no aportan nada sustancial al aprendizaje de las ciencias ni a la organización de la enseñanza. Así, nos encontramos que, habitualmente, las programaciones, aunque explícitamente tengan en cuenta las finalidades “oficiales”, implícitamente, suelen responder a otros objetivos, en muchas ocasiones, muy ligados a la enseñanza de los productos y resultados de la ciencia. Esto se traduce en la definición de unos “... *objetivos finales de curso siempre encadenados y agarrotados por una supuesta continuidad que, en muchos casos, no conduce mas que a darse prisa para acabar el temario*” (Moreno, 2003).

Las finalidades de cada etapa educativa quedan así desvirtuadas y desprovistas de una personalidad propia, salvo la de “servir de preparación para la etapa siguiente”.

Propuestas para alcanzar la situación deseable

La ciencia es parte fundamental de la cultura en el mundo de hoy y debe recibir un tratamiento acorde con su importancia en el ámbito educativo

Debe aparecer entre las finalidades educativas la de proporcionar al alumnado una cultura científica y tecnológica básica y contribuir así a fomentar la cultura de la sociedad del futuro. No tiene sentido separar la “cultura de ciencias” y la “cultura de letras” porque en el mundo de hoy no puede hablarse de cultura sin contar con conocimientos de los tradicionalmente considerados de ambos campos del saber.

La cultura científica debe entenderse como una cultura de la racionalidad, más que como una cultura basada en la acumulación de información. Se trata de proporcionar al alumnado una forma de ver y de intentar conocer la realidad. Es éste un aspecto importante en una época en la que las tecnologías de la información y la comunicación permiten el acceso inmediato a grandes cantidades de datos e informaciones diversas y, con frecuencia, sin contrastar. Ya no es necesario que el estudiante memorice tantas informaciones como antes, pero sí es imprescindible que tenga criterios claros, los que puede proporcionarle esa cultura científica básica, para escoger y usar la

información más adecuada a los fines que pretende, reconocer las opiniones más valiosas, construir sus propios argumentos, etc.

Una falsa disyuntiva: ¿Formar como ciudadanos o preparar a futuros científicos? Cultura científica para todos

Es frecuente encontrar esa contraposición en numerosos documentos. Ambas tendencias no pueden considerarse excluyentes, y deben ser atendidas por el sistema educativo a lo largo de las distintas etapas, pues si bien es cierto que todos los ciudadanos no son ni llegarán a ser científicos, también lo es que todos los científicos sí son al mismo tiempo ciudadanos.

Lamentablemente, para una parte del profesorado, así como de los padres y madres, medios de comunicación, etc., la opción de “preparar a futuros científicos” acaba identificándose con un aumento en el tratamiento de temas estrictamente científicos y, fundamentalmente, desde una perspectiva conceptual o teórica. ¿Puede eso considerarse una preparación para futuros científicos cuando se relegan a un segundo plano aspectos fundamentales relacionados con la elaboración de conocimientos científicos, y se olvida el desarrollo de destrezas básicas relacionadas con el análisis de situaciones, elaboración de hipótesis, diseño y realización de experiencias, etc.? ¿Tiene sentido que para preparar a futuros científicos se pase por alto el planteamiento de algunos problemas de la vida real considerados entre los retos más importantes a los que hoy se enfrenta la ciencia y la humanidad (el hambre, el uso energías alternativas, medicamentos, sanidad, investigación sobre nuevos materiales, avances en ingeniería genética, etc.)?

Una enseñanza de las ciencias simplificada, reducida y estrictamente disciplinar, sea cual sea el nivel educativo, no proporciona al individuo una adecuada formación como ciudadano, pero tampoco le proporciona una formación adecuada como futuro científico. Quizás la disyuntiva real sea: ¿formamos o no?

La educación científica debe contribuir a la formación integral de las personas

La educación científica en el contexto escolar debe ser coherente con el compromiso de formar personas con autonomía e independencia de criterio, que comprendan los fenómenos naturales y sociales que ocurren en su medio y que sean capaces de intervenir activa, argumentada, ética, justa y solidariamente en la transformación y mejora de nuestro mundo. Para ello, es necesario que la enseñanza de las ciencias trascienda de los objetivos más estrictamente disciplinares en aras de una formación más global e integradora y acorde con las exigencias de nuestro mundo actual. En definitiva, se trata de *educar para proporcionar un conjunto de competencias que permitan a las personas participar en la actual sociedad (global, de la información, y con graves problemas sociales y ambientales).*

Esto implica, al menos en la Educación Obligatoria, que los contenidos científicos no se conciben como objetos de estudio en sí mismos, sino como *potentes conocimientos y actividades de referencia que ayuden, junto a otros saberes (personales, sociales, etc.), a la comprensión del medio, a la resolución de los problemas que plantea y a la participación en la transformación y mejora del mismo.* Se trata, por tanto, de considerar los productos y procesos de la ciencia como medios y no como fines, para dar al estudiante la cultura científica que necesita para desenvolverse en el mundo de hoy y del mañana.

De acuerdo con lo dicho, se podrían proponer, entre otras, las siguientes finalidades para trabajar a lo largo de toda la educación científica, aunque con distintos niveles según el momento en que nos encontremos:

- *Desarrollar la capacidad del alumnado para interpretar informaciones* (noticias, textos, gráficas, etc.), fenómenos y experiencias concretas del medio, de carácter más científico y disciplinar a medida que avanzamos en los niveles educativos.
- *Desarrollar la capacidad del alumnado para elaborar y defender argumentos propios y para comunicarlos por diferentes medios* (oralmente, informes cada vez más formalizados, tablas, etc.).
- *Ampliar el campo de experiencias de los estudiantes ayudándoles a reflexionar y a hacerse preguntas interesantes y relevantes sobre esas experiencias, a emitir hipótesis razonadas, a buscar posibles respuestas, etc.*
- *Desarrollar actitudes fundamentales para la actividad humana* en general, como: curiosidad, racionalidad, contraste de ideas, rigor, negociación, etc.
- *Proporcionar a los alumnos y a las alumnas conocimientos y experiencias que les permitan construir una imagen ajustada de su propio cuerpo y el mundo que les rodea* (cómo es, por qué es así, cómo cambia,...)
- *Proporcionar conocimientos y experiencias que ayuden a los estudiantes a desarrollar actitudes y hábitos que favorezcan la salud de la persona y de la comunidad.*
- *Desarrollar en el alumnado la capacidad de diseñar y construir instrumentos o aparatos* de diversa índole concebidos con una finalidad concreta.
- *Desarrollar capacidades para reconocer los problemas y desafíos a que hoy se enfrenta la humanidad:* contaminación del planeta, crecimiento urbano, agotamiento de recursos, hambre y desigualdades, etc.; reconocer las aportaciones que puede hacer el conocimiento científico y tecnológico a la búsqueda de posibles soluciones.

Estas finalidades, que luego se han de conseguir a través del trabajo con distintos objetos de estudio a distintos niveles son propias de la educación científica entendida como *alfabetización tecnocientífica*, y relevantes en todas las etapas educativas, desde Infantil a Bachillerato.

Para empezar a caminar

Plantearse explícitamente en relación a los objetos de estudio algunas finalidades educativas que vayan más allá del aprendizaje del contenido concreto que se va a tratar. Por ejemplo, en relación con el estudio el cuerpo humano, decidir qué finalidades se pueden trabajar con él, aparte de conocer los aparatos y sistemas que lo constituyen. Esas finalidades elegidas deben reflejarse en la propuesta de contenidos o actividades concretas que ayuden específicamente a su consecución, sin esperar que los estudiantes las alcancen directamente sólo mediante el conocimiento del contenido tratado.

3.2.3. LOS CONTENIDOS

Caracterización de la situación mayoritaria

Las ciencias tienen una presencia insuficiente en el currículo escolar real

El desarrollo del conocimiento científico y tecnológico, y sus aplicaciones en la vida diaria, han provocado en pocos años profundas transformaciones en nuestra forma de vivir sobre las que ya se ha hablado en páginas anteriores de este informe. La presencia de la ciencia y la tecnología en el mundo de hoy es incuestionable. Buena parte de los grandes retos del mundo actual y de las preguntas que hoy puede hacerse una persona para intentar comprender el mundo en que vive, tienen un sustrato científico indudable, y sin embargo el tiempo dedicado a estudiar materias relacionadas con ciencias y tecnología es igual o menor que el que se le dedicaba antes de 1990.

Las ciencias no tienen una presencia en el currículo escolar acorde con la importancia que tienen en el mundo de hoy ni con los objetivos que la Comunidad Europea se plantea para el año 2010 (Conferencia de Lisboa, 2000) en cuanto a la necesidad de incrementar el número de estudiantes que terminen bachillerato y que escojan opciones científicas o técnicas. Esta presencia insuficiente de las ciencias puede apreciarse en todos los niveles educativos y no se relaciona sólo con el tiempo dedicado a su estudio, sino también con cuestiones organizativas, con la excesiva atomización del currículo que puede apreciarse en niveles educativos superiores, con la escasa relevancia que se le da en niveles inferiores, donde con frecuencia no son desarrolladas de acuerdo con las propuestas curriculares ni constituyen un referente de peso en las propuestas de contenidos que habitualmente se hacen...

Las propuestas de contenidos para cada curso son muy amplias y repetitivas respecto a otros cursos

Los programas de las asignaturas más relacionadas con las ciencias están bastante sobrecargados de contenidos, abundando además las repeticiones en la formulación de los mismos de unos cursos a otros, sin modificarlas y graduarlas en función de las ideas y capacidades del alumnado.

Este problema es especialmente grave en las materias de bachillerato, produciéndose un salto muy importante entre lo que se ha estudiado hasta 4º de ESO y lo que se exige en 1º de Bachillerato, con el agravante añadido de que la existencia de las PAU al final de 2º condiciona aún más el desarrollo de las materias específicas. Ese problema no se da en las asignaturas optativas que, al no ser objeto de examen en las PAU, permiten al profesorado un trabajo más acorde con lo que debería ser la formación del alumnado de estos niveles.

No hay coordinación entre los currículos de Matemáticas, Ciencias y Tecnología

Ya se ha hablado sobre esta cuestión, que se da en todos los niveles, Bachillerato incluido, pero especialmente en las etapas educativas obligatorias

Se presta más atención a la enseñanza de contenidos conceptuales que a la de otros aspectos relevantes de la ciencia

En parte por la falta de tiempo y en parte por la ya comentada visión de la ciencia que predomina en nuestros centros y en nuestra sociedad, es frecuente que predominen los aspectos conceptuales sobre los procedimentales y actitudinales, o en todo caso, si aparecen esos tres aspectos, que se presenten disociados unos de otros, como si fuesen independientes. Si por cualquier causa faltase tiempo para desarrollar completamente los contenidos previstos, acaba optándose por eliminar todo lo relacionado con la reflexión, la experimentación, el análisis, la valoración, etc. Esta opción no hace sino distorsionar la imagen de la ciencia.

Los contenidos conceptuales se trabajan de manera excesivamente simplificada.

Los contenidos conceptuales (excesivamente abstractos) se suelen abordar y aprender como si fuesen datos, de manera bastante simplificada, y perdiendo, por ello, gran parte de su capacidad explicativa. Así, en el estudio del cuerpo humano, se suelen obviar aspectos que dan sentido a lo que se estudia como por ejemplo ¿qué sentido tiene que exista un hueso o dos en el brazo y antebrazo, en muslo y pierna y que en la muñeca sean numerosos? ¿podemos vivir sin estómago, u otros órganos?; ¿están el hígado, el estómago, los riñones, los ovarios, etc. en un mismo plano? ¿hay conexiones de algún tipo entre ellos?

Predomina la lógica disciplinar en la organización de los contenidos de cualquier etapa educativa

En cualquier nivel educativo, los contenidos suelen formularse y organizarse según una lógica disciplinar, descontextualizados de los problemas que dieron origen a su formulación y de las características del contexto en que surgieron, y sin funcionalidad para abordar los problemas y situaciones de la vida cotidiana, haciéndose propuestas muy alejadas de los alumnos que hoy ocupan las aulas (de su cultura, sus expectativas, sus necesidades, sus maneras de pensar y aprender, sus hábitos, etc.).

Esta manera de entender los contenidos se ve potenciada por distintos factores: por las disposiciones normativas de las administraciones educativas (por ejemplo, los decretos de mínimos), la interpretación que hacen los libros de texto de dichos decretos (convirtiéndose en los auténticos diseñadores del currículo universal, independientemente de las características concretas del profesorado, del alumnado y del contexto donde se van a usar) y la presión que ejercen en cada nivel educativo los niveles superiores (en último término, las supuestas exigencias de la selectividad).

Propuestas para la situación deseable

Si se quiere una ciencia para todos en todos los niveles, la oferta de contenidos que se haga, sobre todo en los niveles obligatorios, debe estar muy próxima a la realidad, única forma de que pueda hacerse interesante la enseñanza y de que se reconozca la utilidad de los contenidos que se proponen.

Es necesario proporcionar una educación científica básica para todos desde Infantil hasta al menos los 15 años

Las propuestas de contenidos deberían estar enriquecidas por las aportaciones del conocimiento científico en todas las etapas educativas (Infantil, Primaria, Secundaria y Bachillerato), aunque seleccionando qué aportación puede hacer dicho conocimiento en cada una de ellas. Así, en todas las etapas se puede despertar la curiosidad y el espíritu crítico; fomentar la creatividad; dotar de instrumentos conceptuales básicos para avanzar en la interpretación de la realidad; desarrollar destrezas y actitudes básicas que son necesarias para analizarla, etc. Es decir, en todos los niveles, la ciencia debe ayudar a conocer mejor el mundo, a comprenderlo y a acercar al alumnado a los avances científicos y tecnológicos, realizando esto de una manera gradual y progresivamente más compleja. Es necesario que se preste la necesaria atención al desarrollo de los currículos de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural, que muchas veces se ven postergados en beneficio de las llamadas áreas instrumentales (Lengua y Matemáticas). Este hecho habitual es, cuando menos, discutible si se tiene en cuenta el papel que juegan en las clases de ciencias la comunicación y el razonamiento matemático y el sentido que es necesario dar al aprendizaje instrumental (comunicar sí, pero ¿qué y para qué?; sumar sí, pero ¿qué y para qué?).

Es necesario proporcionar una imagen de la ciencia más compleja y multidimensional, que no atienda sólo a los productos del conocimiento científico sin tener en cuenta otras dimensiones

Es necesario incluir en los currículos contenidos relacionados también con valores, procedimientos, relaciones CTS, naturaleza de la ciencia, historia de la ciencia, etc. (de distinta forma y en distinto grado, según el nivel educativo en el que nos situemos), sin los cuales la visión que transmitimos de ella es la de una materia ajena a lo que debe entenderse por ciencia y por cultura. Es preferible tratar menos objetos de estudio, pero abordando los aspectos anteriores, que tratar muchos y desarrollarlos de una manera muy simplificada y sin dar oportunidades para reflexionar, experimentar, etc. El desconocimiento sobre algún tema (cuestión, por otro lado, inevitable, dada la enorme producción de conocimiento que la humanidad ha acumulado a lo largo de su historia, y sobre todo en los últimos años) puede solucionarse si el alumno o alumna dispone de herramientas básicas (razonamiento, interpretación de gráficas, proporcionalidad, etc.) para entender de qué se le está hablando o para comprender lo que está leyendo. Es imprescindible que la actividad experimental y la reflexión, el uso de la razón, recupere el lugar que les corresponde dentro de la educación científica.

Es necesario modificar la organización y presentación de los contenidos pensando en conectarlos más estrechamente con las características del alumnado al que van dirigidos y con la realidad y con los problemas del mundo actual, para proporcionarle una educación científica adecuada.

Las propuestas de contenidos deben cumplir ciertos “requisitos”:

Los contenidos deben ser coherentes con la propia naturaleza del conocimiento científico y los aspectos más relevantes que este puede aportar a la formación de los estudiantes, tanto en lo relacionado con los conceptos como con los procedimientos y actitudes.

Los contenidos deben ser significativos y funcionales para el alumnado.

Los contenidos deben tener en cuenta las características propias de la sociedad actual y futura (globalización, predominio de la información y del conocimiento como mercancía, etc.) y los problemas que se plantean en ella (agotamiento de recursos energéticos, enfermedades que afectan a una población muy numerosa, calentamiento del planeta, etc.).

Nos encontramos, por tanto, que para decidir qué enseñar se deben tener en cuenta al menos tres lógicas diferentes: la científica, la del alumnado y la social.

Los contenidos deben organizarse según dos lógicas: el trabajo en torno a problemas relevantes de la vida cotidiana y el tratamiento de núcleos conceptuales y metacontenidos de gran poder estructurador

Una manera de compatibilizar las tres lógicas enunciadas, de forma no aditiva, es organizar el currículo según dos lógicas distintas, pero complementarias.

Para los estudiantes, el eje organizador de los contenidos deben ser las situaciones y las problemáticas del medio que se propongan como objetos de estudio, que deben ser significativas (con sentido e interesantes) y funcionales (para interpretar su medio, para aprender a desenvolverse en él y para mejorarlo), si se quiere garantizar su implicación en el estudio de las mismas. Estas pueden ser de carácter más socioambiental o transversal y/o de carácter más disciplinar, siempre que tengan sentido para los alumnos y alumnas y sean relevantes para su formación.

Para el profesorado, el eje organizador deben ser los metacontenidos y/o los núcleos estructurantes de la materia, que ayudarán a formular contenidos concretos con distintos niveles de complejidad, en función de la problemática o situación que sea objeto de estudio y de los niveles del alumnado.

Esos dos ejes organizadores (las situaciones y problemáticas del medio y los metaconocimientos) permiten organizar de manera distinta, y a la vez coherente, el currículo de las distintas etapas educativas (por ejemplo, más globalizado o más disciplinar), así como que sean los equipos de profesores y profesoras los que decidan sobre las opciones más adecuadas a su contexto concreto. Además, permite armonizar la contraposición que inevitablemente se da entre comunidad del currículum y libertad del profesorado para seleccionar lo que resulta más ajustado a su contexto de actuación.

Los contenidos se deben secuenciar a lo largo de las distintas etapas educativas evitando las repeticiones de situaciones y niveles de conceptualización de unos cursos a otros

Los contenidos deben estar formulados con distintos niveles de complejidad, según el nivel de los estudiantes, la etapa educativa y las características del objeto de estudio. Así, en los contenidos relacionados con los conceptos, es necesario diferenciar los de menor nivel jerárquico y de carácter más descriptivo (los datos), de los de mayor nivel (conceptos, teorías), que implican ya establecer relaciones, generalizaciones, etc. En los contenidos relacionados con el aprendizaje de procedimientos se deben distinguir los de tipo heurístico (más globales y estimativos), de los procedimientos técnicos (más precisos y mecanizables) y de los métodos y estrategias (que exigen mayor capacidad de abstracción, de previsión de posibles consecuencias, de establecimiento de relaciones, de versatilidad, etc.). En los saberes de tipo actitudinal, es necesario distinguir entre los que implican mayor dependencia (aceptación de normas), de aquellos que precisan de la adquisición de criterios para la toma de decisiones, autonomía y capacidad de negociación (construcción de valores).

A lo largo de las distintas etapas educativas, se debe garantizar el tratamiento de los contenidos a sus distintos niveles, seleccionándolos en cada momento según lo que resulte más adecuado. Se trata de evitar tanto una propuesta de contenidos excesivamente complejos para la etapa y los estudiantes a los que van dirigidos, como la trivialización y simplificación de los mismos, cuando las posibilidades son mayores.

Un ejemplo de lo que se ha propuesto en este ámbito de contenidos se ilustra en los siguientes cuadros:

1. Educación Infantil (etapa de globalización: la realidad como un todo indiferenciado)		
Ejemplificación: Ámbito de investigación sobre las plantas		
Preguntas	Metacontenidos	Capacidades
¿Qué plantas hay en el colegio? ¿Cómo nace y crece una judía (o un haba, lenteja, garbanzo...)? ¿Cómo es un olivo (un sauce, una margarita,...)? ¿Cómo podemos medirlo y saber su edad? ¿Dónde podemos encontrar romero (lavanda, tila, manzanilla,...) y para qué sirven? ¿Qué queremos plantar en el patio (en la clase,...) y para qué? etc.	DIVERSIDAD RELACIONES SENCILLAS: (agua-crecimiento, crecimiento-luz, planta-lugar,...)	Observar Describir Medir Comparar Ordenar Resolver problemas Autonomía Crítica
2. Educación Primaria (etapa de desarrollo de visiones analíticas de la realidad: la realidad como suma de partes y de relaciones sencillas)		
Ejemplificación: Ámbito de investigación escolar sobre el tiempo atmosférico local		
Preguntas	Metacontenidos	Capacidades
¿Cómo está el cielo? ¿Hay nubes? ¿Qué color y qué forma tienen las nubes? ¿Cómo son las nubes cuando llueve? ¿Podemos saber la cantidad de agua que ha llovido? ¿Cómo lo podemos medir? ¿Qué día ha llovido más de la semana? ¿Cuándo llueve, hace frío o calor? ¿Podemos medir el frío o el calor que sentimos? ...etc.	DIVERSIDAD (tipos de nubes,...) RELACIONES SENCILLAS: (Nubes-lluvia, tiempo atmosférico-estaciones del año, ...)	Observar, Describir Medir Comparar Ordenar Recogida de datos Representaciones sencillas (gráficas) Manejo de material sencillo (termómetro, pluviómetro) Resolver problemas Autonomía Crítica

3. Educación Secundaria Obligatoria (etapa de construcción de la realidad como red de interacciones; iniciación a la diferenciación disciplinar)		
Ejemplificación: Ámbito de investigación sobre el ciclo del agua		
Preguntas	Metacontenidos	Capacidades
<p>¿De dónde viene el agua del grifo que bebemos?</p> <p>¿Podemos beber cualquier agua?</p> <p>¿Qué características debe tener para ser bebible?</p> <p>¿Está regulado el uso del agua?</p> <p>¿Quién lo regula? (organismos públicos o privados)</p> <p>¿Por qué bebemos agua embotellada?, ¿de dónde procede?, ¿es mejor que el agua del grifo?</p> <p>¿A dónde va el agua después de haberla utilizado en nuestras casas?</p> <p>¿Se puede acabar el agua que utilizamos? ¿podemos evitarlo?</p>	<p>DIVERSIDAD (dulces saladas, ríos, mares, aguas subterráneas, ...)</p> <p>INTERACCIONES (sequía, inundaciones,...)</p> <p>ORGANIZACIÓN (distribución y reparto del agua,...)</p> <p>CAMBIO (cambios de estado: sólido, líquido, gaseoso...)</p>	<p>Observar</p> <p>Describir</p> <p>Medir</p> <p>Comparar</p> <p>Ordenar</p> <p>Resolver problemas</p> <p>Utilización de fuentes diversas de información</p> <p>Organizar la información</p> <p>Autonomía</p> <p>Crítica</p> <p>Valorar importancia del agua como bien finito</p>
4. Bachillerato (etapa de desarrollo de visiones sistémicas de la realidad unidas a saberes diferenciados disciplinarmente; realidad compleja fruto de las interacciones, organización y cambio de los elementos que la constituyen, de los factores que le afectan y de los procesos que en ella se desarrollan)		
Ejemplificación: Ámbito de investigación sobre la evolución de los seres vivos.		
Preguntas	Metacontenidos	Capacidades
<p>¿Qué diferencias y en qué se asemejan los seres vivos?</p> <p>¿Qué condiciones necesitan los seres vivos para sobrevivir?</p> <p>¿Qué tipos de cambios han sufrido a lo largo del tiempo y el espacio?</p> <p>¿Qué tipo de factores influyen para que los seres vivos cambien?</p> <p>¿Qué tipo de mecanismos han desarrollado para sobrevivir?</p> <p>¿Qué responsabilidad tiene el género humano en el mantenimiento de la diversidad de los seres vivos?</p>	<p>DIVERSIDAD (de los seres vivos, unicidad de sus caracteres)</p> <p>INTERACCIÓN (relaciones multicausales y bidireccionales)</p> <p>ORGANIZACIÓN (nichos ecológicos)</p> <p>CAMBIO/EVOLUCIÓN (evolución en el espacio y en el tiempo de los seres vivos)</p>	<p>Observar</p> <p>Describir</p> <p>Medir</p> <p>Comparar</p> <p>Ordenar</p> <p>Clasificar</p> <p>Resolver problemas</p> <p>Formular hipótesis</p> <p>Utilizar fuentes diversas de información (organizarla y analizarla)</p> <p>Autonomía</p> <p>Crítica</p>

Las propuestas sobre contenidos en el currículo oficial deben ser coherentes con lo que se ha expuesto en este ámbito

De las consideraciones hechas hasta ahora surgen una serie de sugerencias en torno a la presentación de los contenidos en el currículo oficial. En general hay acuerdo en este Comité en considerar que debe ser:

- Más escueto, menos detallado que los actualmente vigentes. De esa forma, dentro de un marco general común a todos los centros, se favorece la necesaria flexibilidad y adaptabilidad a las condiciones de cada centro. Se trata de plantear un modelo de currículum en el que se reconozca formalmente que hay un espacio de desarrollo curricular que corresponde a los equipos de profesores y profesoras que tienen que ponerlo en práctica (incluso a las editoriales, que hacen sus ofertas para cubrir ese hueco). Es inevitable, y deseable, que entre el currículo oficial y su aplicación en el aula, exista este espacio de concreción y ajuste a desarrollar por el profesorado, que debe contar con la formación y el apoyo necesario para realizar esta tarea.
- Debe incluirse en ellos la propuesta de núcleos estructurantes y/o de metacontenidos de especial relevancia.
- Debe hacer referencia explícita a la necesidad de plantear el trabajo en torno a problemas relevantes de la vida cotidiana (significativos y funcionales) que, además de permitir al alumnado dotar de sentido a lo que se estudia en los centros educativos, permitan también que estos valoren la importancia de las ciencias y la tecnología en la vida de hoy, así como acceder a conocimientos sobre la metodología científica, las relaciones CTS, aspectos destacados de la naturaleza de la ciencia, etc. (por tanto se debe ir más allá de la consideración de conceptos, procedimientos y actitudes).

Los primeros pasos

La elaboración por el profesorado de una propuesta curricular para su centro en los términos indicados, puede suponer un trabajo largo y cambios importantes en la actividad que habitualmente se desarrolla. En general, no es adecuado realizar grandes saltos en el vacío, por lo que se debe comenzar introduciendo pequeñas modificaciones en la actividad habitual, que se deben ir ampliando (en extensión y profundidad) progresivamente. Algunas de ellas podrían ser como las siguientes:

- Garantizar que, al menos a lo largo de un curso, se trabajan las distintas dimensiones citadas (o incluir procedimientos, o valores, o relaciones CTS, etc.), aunque no todas en todos los temas.
- En cada curso, al menos uno de los temas tratados, organizarlo en torno a problemas relevantes para la vida cotidiana de los estudiantes, negociado con ellos.
- Escoger uno o varios contenidos de especial relevancia (diversidad de seres vivos, energía, evolución, cambio químico, etc.) y acodar los distintos niveles de complejidad con que se va a desarrollar a lo largo de cursos sucesivos.
- En cada curso, desarrollar de manera integrada o interdisciplinar (según el nivel educativo) al menos uno de los temas tratados.

- En cada curso, al menos los departamentos de Matemáticas, Física, Química, Biología, Geología y Tecnología, acodar ciertos problemas relevantes para ser tratados por todos o por algunos profesores, contando con las aportaciones de los demás.
- En cada curso, planificar y desarrollar por los departamentos de Matemáticas, Física y Química, Biología y Geología y Tecnología, al menos una actividad interdisciplinar (semana de ..., proyecto..., construcción de..., etc.).
- Nombrar un coordinador o coordinadora de ciencias que incentive y coordine la realización de propuestas integradas o interdisciplinares.

En general, cualquier actividad que favorezca el trabajo en equipo del profesorado y la conexión de los contenidos con la realidad cotidiana.

3.2.4. METODOLOGÍA

Caracterización de la situación mayoritaria

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 de ellos. Por un lado, parece deseable que la metodología de enseñanza fomente cierta familiarización de los estudiantes con los elementos característicos de la actividad científica (planteamiento de problemas, experimentación, reflexión, análisis, crítica, contraste colectivo, comunicación, intervención social, etc.), y por otro, es bastante reconocida la necesidad de que el alumnado adopte un papel activo en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

¿En qué medida las metodologías habituales para la enseñanza de las ciencias tienen en cuenta al menos estos elementos?

Cómo enseñar se traduce en las prácticas mayoritarias en cómo transmitir los contenidos prefijados

La metodología más habitual en los centros educativos no está influida por los aspectos que señalábamos en el primer párrafo, sino que responde más claramente a otra intención: la transmisión ordenada de los contenidos recogidos en los libros de texto o en los libros de fichas (en el caso de la Educación Infantil). Es decir, la metodología se organiza para facilitar la enseñanza del profesor o profesora y no para facilitar el aprendizaje de los estudiantes. La información en el aula fluye principalmente de manera unidireccional (del que enseña a los que aprenden) y, para propiciarlo, se suele organizar este aula con los alumnos sentados individualmente y de frente a la pizarra y al espacio destinado para el enseñante.

La diversidad de actividades y recursos didácticos que se usan habitualmente es bastante pobre

Las actividades y los recursos didácticos que se usan habitualmente en los centros educativos son muy poco diversos. En el informe *Evaluación nacional de actitudes y*

*valores hacia la ciencia en entornos educativos*¹⁰, el 60% de los alumnos encuestados declaró que nunca habían realizado, por ejemplo, prácticas de laboratorio, o salidas al medio, por nombrar sólo algunas de las actividades más relevantes en la enseñanza de las ciencias. En cambio, parece que la explicación del profesor y el libro de texto y la pizarra, son los medios básicos con los que se articula la enseñanza en la mayoría de nuestros centros educativos.

La metodología transmisiva es coherente con otras características de los centros educativos

La amplia difusión de la metodología transmisiva es coherente con las opciones mayoritarias en otros elementos curriculares mencionados anteriormente, tales como los contenidos de enseñanza (como ya expusimos, numerosos y fundamentalmente conceptuales) y las finalidades educativas (enseñar fundamentalmente los resultados y productos más importantes de la investigación científica).

Además, se ve favorecida por otras características de nuestros centros educativos, como su organización (currículo “real” fragmentado, rigidez horaria, escasez de espacios polivalentes disponibles, etc.), las condiciones de trabajo del profesorado (mucho tiempo de trabajo dentro del aula en Infantil y Primaria, dificultades para el trabajo en equipo en todos los niveles, etc.), ciertas disposiciones de las administraciones (como los decretos de contenidos mínimos, por ejemplo) y, por supuesto, las dificultades para el acceso a recursos didácticos diversos, en algunos casos por la escasa dotación de los centros, y, en otras, por la escasa formación –o/y hábito– del profesorado en el uso óptimo de los que tienen disponibles.

En el ámbito metodológico, sin embargo, es donde se suele dar mayor diversidad en las prácticas habituales

A pesar de lo planteado anteriormente, es preciso hacer notar que es en el ámbito metodológico donde se puede detectar mayor diversidad de estilos de enseñanza. Incluso un mismo profesor o profesora puede desarrollar su docencia con metodologías diferentes en distintos casos, por ejemplo, en asignaturas obligatorias y optativas. En esta última, el menor número de alumnos y alumnas, su presumible mayor interés por la materia y, sobre todo, la ausencia de las presiones habituales acerca de “lo que hay que enseñar”, o “lo que el alumnado necesita saber para el siguiente curso”, parecen generar contextos más propicios para la innovación metodológica, incluso en las condiciones actuales.

Esto nos indica que, probablemente, reducir la ratio, otorgar mayor autonomía al profesorado en la selección y formulación de los contenidos y conectar la materia con los intereses de los estudiantes (espontáneos o inducidos), son condiciones básicas para mejorar la enseñanza de las ciencias.

¹⁰ FECYT (2004). *Evaluación nacional de actitudes y valores hacia la ciencia en entornos educativos*. Universidad de Murcia-Fundación Séneca-FECYT 2004, coordinado por Antonio Pérez y realizado en centros educativos de Educación Primaria y Secundaria Obligatoria de las CCAA de España.

La enseñanza mayoritaria en los centros educativos es bastante impermeable a las aportaciones que se hacen desde otros ámbitos implicados en la educación

Es preciso resaltar, por último, la escasa influencia de la formación inicial y permanente en el desarrollo de otras metodologías en los centros educativos más centradas en facilitar el aprendizaje de los estudiantes, o, dicho con otras palabras, las escasísimas relaciones significativas entre Centros del Profesorado, Universidad y Centros Educativos. La investigación en Didáctica de las Ciencias, así como las experiencias sistematizadas de numerosos colectivos de profesores y profesoras preocupados por mejorar la enseñanza de las ciencias, aportan numerosos datos acerca de la escasa potencialidad de la metodología transmisiva para provocar aprendizajes significativos y duraderos en la mayoría de los estudiantes y proponen como deseable, en cambio (con bastante unanimidad en estos momentos), la adopción de estrategias basadas en la investigación de los alumnos, que, en cambio, gozan de muy poca presencia en nuestros centros.

Esta importante brecha entre las propuestas de la investigación didáctica y la práctica más habitual en los centros educativos –que difícilmente encontramos en otros ámbitos profesionales–, es una cuestión que merece especial consideración y que consideramos que debe modificarse profundamente para mejorar la educación científica de la ciudadanía.

Propuestas para la situación deseable.

La metodología de enseñanza debe articularse de manera que facilite el aprendizaje del alumnado, es decir, que provoque la evolución de sus ideas, intereses, actuaciones, valoraciones y emociones sobre los objetos de estudio de que se trate.

Es evidente que los alumnos y alumnas de un aula no son iguales (en intereses, habilidades, estrategias de procesamiento de la información, etc.) y los contenidos que tratamos en ella tampoco (no es lo mismo conocer un dato, que elaborar una teoría, o construir un aparato, por poner sólo algunos ejemplos), por lo que la metodología no puede ser única ni uniforme. Esto, sin embargo, no quiere decir que metodológicamente vale todo, o que no es posible definir una metodología deseable, sino que dicha metodología deseable debe definirse como una estrategia básica y general, que admita la necesaria concreción y diversidad en función del alumnado, los contenidos, los recursos disponibles, el contexto social, etc.

Actualmente, como decíamos al final del apartado anterior, existe bastante consenso en que esa estrategia metodológica básica debe estar basada en la investigación de los alumnos. Desde este marco, hacemos las propuestas en este ámbito.

La metodología debe ser coherente con un modelo basado en la investigación escolar de los estudiantes

La investigación escolar es un proceso de potenciación y enriquecimiento progresivo de las potencialidades espontáneas que los alumnos y alumnas manifiestan. Pretende facilitar la elaboración de modelos para dar respuestas a las preguntas planteadas, a través de distintos procedimientos: formular nuevas preguntas o subpreguntas, predecir posibles respuestas, buscar información en fuentes diversas –entre las que juega un papel importante la experimentación–, organizar la información, contrastar,

sacar conclusiones, aplicar, generalizar a contextos diversos, etc. Debe ser un proceso que siempre parta del interés por dar respuesta a un problema o pregunta (o por realizar un proyecto) con sentido para los estudiantes, y cuyo eje organizador sea facilitar la evolución y mejora progresiva de las ideas, actuaciones y valoraciones del alumnado a partir de sucesivas aproximaciones al objeto de estudio.

La investigación escolar no es reproducir la investigación científica en los centros educativos

Quizás sea interesante también intentar definir lo que no es investigación escolar: no es reproducir las investigaciones científicas en el aula. En las clases de Música o de Educación Física no se pretende conseguir que los alumnos y las alumnas toquen igual que los músicos o jueguen como los profesionales, pero eso no es óbice para que lo hagan. Si se investiga en el aula tampoco es para conseguir que realicen exactamente los mismos procesos y alcancen los mismos resultados que Einstein, o Darwin, o Margulis (lo que representaría una postura empirista e ingenua), pero sí para que hagan, en cierta medida, como ellos y ellas: poniendo en juego ideas, procedimientos y actitudes propias de la investigación. Es decir, investigar en la escuela no es redescubrir lo ya descubierto por los científicos, no es reproducir fielmente los procesos realizados en la investigación científica, no es esperar que elaboren las mismas conclusiones que los científicos ante la “evidencia” aportada por las pruebas realizadas (se organicen estas en secuencias rígidas o en secuencias excesivamente abiertas, sin una orientación clara) y no es sólo aprender las técnicas y manejo de instrumentos.

El profesor o la profesora es quien guía la investigación, en la que los alumnos y las alumnas deben participar activamente

La investigación escolar de preguntas o problemáticas cuyas respuestas y soluciones son desconocidas (al menos para los estudiantes) y probablemente diversas, es un proceso complicado que debe estar orientado por un experto, con la clara intención de que los estudiantes aprendan. Esta orientación o guía, conlleva numerosas tareas (orientar la selección de los objetos de estudio más relevantes, proponer y organizar actividades potentes, orientar los debates, etc.), que son imprescindibles para que el proceso sea útil.

Pero no debemos olvidar que todo ello tiene como finalidad que los estudiantes aprendan y, para ello, deben jugar un papel activo, y no sólo en la realización de las actividades, sino también en la elaboración del conocimiento. Deben ser los estudiantes los que elaboren las respuestas a las preguntas planteadas, en un proceso orientado que es a la vez individual (el que aprende finalmente es el individuo) y social (lo hace participando en un grupo y gracias a las interacciones que se producen a lo largo del proceso entre los estudiantes, entre ellos y el profesor o profesora, entre las ideas del alumnado y las informaciones que se van obteniendo en las distintas actividades, etc.). Esta elaboración de conocimientos requiere, pues, de un esfuerzo personal y colectivo de todos los implicados. Es decir, no se defiende el aprender sin esfuerzo, sino que ese esfuerzo tenga un sentido claro para el alumnado, y no sólo para el profesor o la profesora.

Es imprescindible potenciar la comunicación multidireccional en el aula

Aprender es un acto creativo para el que es necesario preguntar, hablar, hacer, comparar, analizar, inventar, concluir, escribir, etc. Todos estos procesos se deben facilitar creando un contexto en las aulas en los que la comunicación fluya sin presiones, en un ambiente no sancionador, y facilitando el intercambio de puntos de vista y la negociación entre los estudiantes y entre ellos y el profesor o la profesora.

Es necesario el uso habitual de recursos didácticos muy diversos

Como decíamos anteriormente, tanto el alumnado como los saberes que tratamos en un aula son diversos. Por ello, los recursos didácticos que se usen deben serlo también, de manera que resulten los más adecuados posibles a las distintas finalidades perseguidas y a las personas a los que van dirigidos.

En cualquier caso, queremos destacar que los objetos de estudio reales son el recurso didáctico más valioso en cualquier etapa educativa (y sobre todo en las inferiores), ya sea de manera directa (salidas al medio, entrada de los elementos del medio –objetos, personas, etc.- en el aula, manipulación directa y experimentaciones sobre los mismos, etc.), o indirecta (experimentos, materiales audiovisuales, materiales de simulación, etc.).

Para favorecer la alfabetización científica de los estudiantes consideramos especialmente relevantes los siguientes recursos didácticos:

- *Bibliotecas de aula y/o de centro.*

Con libros de texto, manuales de ciencia para niños y adolescentes, recortes de prensa, materiales de divulgación científica (incluyendo ciencia-ficción, obras literarias con contenido científico, etc.), juegos didácticos, material audiovisual, etc., adaptados a los niveles del alumnado que en ella trabajan, enriquecidas también con sus propias producciones y abiertas a la consulta de los estudiantes y las familias. Además, las bibliotecas de los centros deben organizarse de manera que realmente puedan usarse con fluidez y deben adquirir cierto protagonismo en la vida de los centros (por ejemplo, organizar campañas de fomento de la literatura relacionada con la divulgación científica, etc.).

En las bibliotecas de centro sería útil la creación del rincón de la ciencia y la tecnología en el que organizar las publicaciones y el material correspondiente al área de conocimiento, así como un punto para búsqueda de información en Internet. La decoración de este espacio podría corresponder al alumnado, aludir expresamente a personajes de la ciencia, ingenios tecnológicos, imágenes del espacio o la biología, etc. y renovarse cada cierto tiempo.

La adquisición por parte de los centros escolares de libros de divulgación de ciencia y tecnología debería generalizarse, bien en base a los presupuestos propios o resultado de gestiones que pueden hacerse con empresas del sector tecnológico, casas comerciales, entidades bancarias, etc. Estas necesidades incluyen también juegos y juguetes para el desarrollo del interés por la ciencia y la tecnología, de los que el mercado nos ofrece una enorme gama y que deben tener en el aula, en la biblioteca o en el taller de tecnología un lugar relevante.

- *Aulas-laboratorio (sobre todo en Infantil y Primaria) y, además, laboratorios específicos (en Secundaria y Bachillerato)*

Bien dotados de los espacios, el mobiliario y los instrumentos necesarios para el desarrollo de experimentaciones de distinto tipo: observaciones sistemáticas de muestras, desarrollo de experimentos concretos, etc. (en función de la etapa educativa en la que se actúe).

- *Las tecnologías de información y comunicación.*

Que, por su relevancia, merecen una especial atención. Es muy importante incorporarlas al menos por dos razones: por un lado, por su enorme potencial para acercar al aula numerosas informaciones y recursos de todo tipo procedentes de muy diversos orígenes y, por otro, porque resulta absolutamente necesario formar a nuestros estudiantes en su uso y adecuada valoración, dado su papel en la configuración del mundo actual. Su introducción, sin embargo, no debe sustituir o anular el papel de los alumnos (como constructores del conocimiento a través de la investigación) ni el del profesor (como orientador de dicho proceso de construcción). Es decir, no debemos confundir información con formación al usar Internet, por ejemplo, y tampoco olvidar que el profesor o la profesora sigue siendo la clave para convertir un material, una situación o una herramienta en recurso didáctico valioso.

- *Espacios polivalentes.*

Tanto internos como externos. Son necesarios *amplios espacios exteriores al aula* donde poder disponer, si fuese necesario, la creación de un huerto o de una granja escolar, estructuras de distintas formas y utilidades donde poder realizar ciertas experiencias (o juegos,...), etc. Y también se necesitan en el interior espacios diversos y polivalentes, algunos fijos y otros que incluso puedan ir cambiando en función de las necesidades. Por ejemplo, son necesarios los laboratorios, los auditorios (para reunir a dos o más clases, o escuchar una conferencia, o proyectar una película, etc.), salas o aulas de distinto tamaño (para trabajos de grupos pequeños; para desdobles; para el trabajo con una clase completa), etc. A veces, los centros disponen ya de espacios de diverso tipo que, aunque inicialmente no estuvieran pensados para ello, se pueden usar para distintas actividades (por ejemplo el hall y los pasillos para exposiciones, el patio para la realización de algunas actividades, etc.).

- *La propia realidad que nos rodea.*

Es un recurso imprescindible para la alfabetización científica. Es preciso potenciar el contacto entre lo que se hace en los centros educativos y lo que ocurre en nuestro medio, en los dos sentidos (influencia de la realidad en los centros, e influencia de los centros educativos en la realidad circundante). De todo ello, se hablará con más detenimiento en otro apartado de este documento.

Son numerosos los lugares y actividades del medio que se pueden utilizar: lugares concretos del entorno próximo (un solar, un parque, el propio barrio, etc.), aulas de naturaleza y equipamientos de todo tipo, los museos, las fábricas y empresas de distinta actividad, instalaciones públicas de diverso tipo (tratamiento de agua, de residuos,...), etc. El uso de estos recursos debe estar ligado a las investigaciones que se estén realizando y ser útiles para obtener información nueva sobre las problemáticas investigadas, destacando el valor que tienen de conexión entre lo que

se trabaja en la escuela y los acontecimientos de nuestro mundo. El acceso a los mismos debe facilitarse y potenciarse decididamente por la administración educativa, sin olvidar otros posibles organismos que pueden intervenir: los ayuntamientos, los colectivos ciudadanos de diverso tipo, la universidad, las asociaciones de padres y madres, etc.

También es igualmente relevante potenciar la propuesta de actividades, de distinto alcance, organizadas desde el centro educativo y dirigidas hacia el entorno que nos rodea, tales como la realización de talleres de ciencia, ferias de las ciencias, colaboración con grupos ciudadanos, páginas web para el intercambio entre el alumnado y el trabajo extra-escolar, etc.

- *Materiales curriculares ejemplificadores diseñados y experimentados por equipos de profesores y profesoras.*

En los que no sólo se aporten los materiales para trabajar sobre un objeto de estudio concreto (posibles preguntas o problemáticas relacionadas, recursos didácticos diversos, informaciones de distinto tipo y distintas fuentes, etc.), sino en los que también se relate con detalle la experiencia concreta de sus autores (secuencia concreta de actividades desarrolladas, características del contexto donde se desarrolló la experiencia, materiales producidos por alumnos y alumnas, dificultades surgidas y soluciones propuestas, etc.). Estos materiales pueden ser de extraordinaria utilidad para el profesorado que quiera introducir innovaciones en sus aulas, pues aportan no sólo recursos concretos y diversos, sino el relato de cómo usarlos y sus posibles resultados en contextos concretos. Pueden ser, por tanto, una respuesta interesante a las imprescindibles “recetas”, tan demandadas y necesarias para que un sector del profesorado pueda modificar su práctica habitual.

- *Portal en Internet.*

Gestionado por la administración educativa y que permita el acceso a numerosos y distintos tipos de recursos didácticos de calidad. Muchos de esos recursos, elaborados por distintas empresas, instituciones, el propio profesorado, etc., ya existen, aunque con el inconveniente de encontrarse muy dispersos y, a veces, bastante inaccesibles. Una herramienta como ésta, por tanto, es necesaria y posible para facilitar a la mayoría del profesorado el acceso a dichos recursos.

Además, este portal debe facilitar y potenciar el intercambio de experiencias e incluso el trabajo conjunto entre distintos centros, así como con otros profesionales (por ejemplo científicos, divulgadores, etc.). En este sentido, son muy interesantes, por ejemplo, experiencias como “La main à la pâte” desarrolladas en Francia, donde han demostrado su gran potencialidad para movilizar al profesorado hacia la innovación y la experimentación curricular.

- *El cine científico, el cómic, etc.*

En las aulas y/o centros, tanto su visionado (cine-forum) o lectura, como su posible elaboración en aulas concretas, son excelentes recursos para acceder a conocimientos y experiencias concretas en un formato interesante para los estudiantes y propiciador del análisis y la crítica.

Los primeros pasos

El modelo deseable que acabamos de exponer representa un posible final del camino que consideramos que se debe recorrer en nuestros centros educativos para una mejora de la educación científica de la ciudadanía. Para empezar esta andadura, que puede ser larga, en función de los distintos puntos de partida, se pueden adoptar iniciativas del tipo:

- En cada curso, al menos en algún tema que consideremos adecuado, utilizar con los estudiantes otro recurso de fácil acceso además del libro de texto, por ejemplo, otros libros de texto, diccionarios, enciclopedias, revistas especializadas, videos, etc.
- Conectar al menos algún tema de estudio en clase con el análisis de ciertos elementos y acontecimientos de la realidad, en los casos en que nos resulte más evidente (por ejemplo las plantas – los árboles que hay en el centro educativo; dinámica terrestre -los terremotos o los huracanes; transmisión genética – gripe aviar, etc.), a través de la propia realidad próxima, recortes de prensa, programas de televisión, invitación de alguna persona “experta” a participar en clase –puede ser a veces un familiar de los estudiantes-, etc.
- Incorporar algún tipo de “trabajo práctico” al menos en algunos de los temas a tratar en clase: trabajos de observación, de predicción, de comprobación, de adquisición de habilidades y destrezas, de investigación, de campo, de ciencia recreativa, con material casero... Algunas orientaciones generales que podrían guiar su uso en las distintas etapas educativas podrían ser las siguientes:
 - En la *Educación Infantil* se pueden organizar los llamados “rincones de ciencia”, con materiales y juguetes de fácil manipulación que permita al alumnado ir desarrollando habilidades básicas como observación, seriación, clasificación, etc.
 - En la *Educación Primaria* sería preferente el uso de material “casero” de fácil adquisición (ollas, alimentos, material de limpieza, etc.) proporcionado por el alumnado y el centro, así como otro más estable radicado en el centro (sonómetro, microscopio, minerales, etc.), con los cuales se puede trabajar la descripción, la predicción, la verificación o la iniciación a la investigación.
 - En la *Educación Secundaria Obligatoria* se podría comenzar a diseñar experiencias más sistemáticas, tanto dentro como fuera del centro (análisis cualitativo de alimentos, construcción de un periscopio, participación en ferias de ciencia, etc.).
 - En el *Bachillerato* se pueden ya proponer experiencias más propiamente de laboratorio, otorgando mayor autonomía al alumnado (p. ej., elaboración de un mapa sonoro del barrio del centro educativo, utilización de kits de contaminación en un río, etc.), así como un uso del tratamiento y análisis de datos más riguroso.
- En algunas ocasiones se proponen prácticas en la que los estudiantes sólo tienen que seguir un protocolo muy detallado, común para todos ellos y en la que se saben de antemano las respuestas, pues ya han sido explicadas en “la teoría”. Estas experiencias se pueden modificar para que adopten un carácter más de indagación o investigación: preceder la experiencia (aunque sea de

cátedra) de una reflexión previa en la que se pronuncien acerca de qué esperan que ocurra (¿qué va a pasar?) y de una reflexión posterior (¿qué ha pasado y por qué?), en las que se compare el resultado de la experiencia con lo que se esperaba y se analizan las posibles causas que lo han provocado; tratar problemas un poco más abiertos que admitan cierta diversidad de respuestas; permitir que intervengan en el diseño de la experiencia o incluso permitir el desarrollo según diseños diferentes; hacer la práctica antes de la explicación en vez de al revés, etc.

- Realizar cada curso al menos una salida al medio, que debe ser más breve, próxima, “controlada” y apoyada al principio (visita a una fábrica o a algún centro de tratamiento, en compañía de otros profesores y profesoras, o miembros de las asociación de padres y madres, o monitores del ayuntamiento, etc.) y más numerosas y/o de mayor tiempo, o a lugares menos controlados, cuando las circunstancias lo permitan o a medida que el alumnado vayan aprendiendo a desenvolverse en los contextos extraescolares (salida a un lugar concreto –solar, río, parque...- para su estudio, etc.).

3.2.5. LA EVALUACIÓN

Caracterización de la situación mayoritaria.

La evaluación es un ámbito clave en la discusión sobre el estado y la mejora de la enseñanza de las ciencias, por un lado, por la influencia que ejerce en el desarrollo de los otros ámbitos discutidos y, por otro, porque es un indicador claro del modelo por el que se opta (finalmente, lo que se evalúa es lo que se considera importante y susceptible de mejora).

Nos podemos preguntar, entonces, qué y cómo se evalúa mayoritariamente en nuestros centros educativos y para qué. A este respecto, podemos afirmar que:

Se entiende la evaluación como un proceso que realiza el profesorado y que se refiere sólo a los estudiantes

Cuando se habla de evaluación en educación, los diferentes agentes y estamentos del sistema educativo (profesorado, administración, comisiones técnicas, inspección,...) se refieren mayoritariamente a la evaluación del alumnado y al papel que cumple en ella el profesorado.

Se evalúa principalmente al estudiante, provocando la imagen de que el resultado obtenido depende fundamentalmente de él y no de otros posibles factores, como la enseñanza propuesta, el contexto educativo y social en que se desarrolla, las disposiciones administrativas, etc. Y evalúa exclusivamente el profesor o la profesora, sobreentendiéndose que es el único que puede aportar un punto de vista válido sobre lo que ocurre en la clase y los resultados que obtiene el estudiante. Cuando se hacen valoraciones de otros aspectos que inciden en la educación científica (dotación de recursos -materiales, laboratorios, salidas al entorno- desarrollo de proyectos, organización,...) no suelen incluirse en la evaluación.

Se evalúa principalmente el “aprendizaje” de contenidos conceptuales

El objeto principal de la evaluación es el “aprendizaje” de contenidos conceptuales (en los cursos superiores de Primaria, en Secundaria y en Bachillerato), reforzando la idea de que la finalidad de la educación científica es enseñar los resultados más importantes que ha producido la investigación, y que los contenidos más importantes son los conceptuales. No obstante, en las sesiones de evaluación, el equipo de profesores puede tener en cuenta, a veces, otros elementos, por ejemplo, las actitudes mostradas por el alumno o alumna -sobre todo las que tienen que ver con la creación de un determinado ambiente y dinámica del aula-. De esta forma, un estudiante puede “entrar” en una sesión de evaluación, por ejemplo, con dos asignaturas con calificación de insuficiente y “salir” con las dos valoradas positivamente, o con las dos (o más) insuficientes.

Es necesario señalar que en los centros también es relativamente frecuente que el profesorado discuta sobre la marcha de algún curso concreto, o sobre problemas de aprendizaje detectados en algunos estudiantes, sobre posibles iniciativas a desarrollar, etc. Sin embargo, este proceso no se identifica con la evaluación y no suele tener una relación clara con la calificación que finalmente se hace del estudiante.

El instrumento más usado para la evaluación es el examen.

El instrumento de evaluación más utilizado y de mayor peso en la valoración final del alumnado es el examen, en el que se confía como instrumento válido para medir, con un alto grado de veracidad y objetividad, el aprendizaje. Y esto a pesar de que este proceso es bastante complejo y multidimensional y, por tanto, difícilmente medible con precisión, más aún si se usan tan pocos instrumentos.

Otros aspectos que consideramos necesario destacar en este diagnóstico, por su relativa frecuencia y especial relevancia, es, por un lado, que los exámenes no siempre se ajustan a la enseñanza realizada, incluyéndose a veces items que demandan de los estudiantes la utilización de estrategias en las que no se les ha formado explícitamente (por ejemplo, comparar y analizar resultados, aplicar las informaciones transmitidas para la resolución de situaciones novedosas, etc.). Por otro, el hecho de que en el caso de evaluar la resolución de problemas disciplinares de lápiz y papel (se da con frecuencia en algunas asignaturas, sobre todo en los niveles superiores), es frecuente dar mayor relevancia a los resultados que al proceso, aspecto especialmente incoherente con la naturaleza de la ciencia.

La evaluación suele tener un papel sancionador

La evaluación que, simplificada y resaltando sus aspectos más característicos, acabamos de describir, tiene fundamentalmente un papel sancionador y clasificador de los estudiantes, utilizándose –si se puede– como instrumento coercitivo y de poder en manos del profesorado. Es poco útil, sin embargo, para la mejora de la enseñanza, pues no aporta información relevante para reorientarla.

La promoción automática en las condiciones actuales distorsiona la dinámica habitual de los centros

Actualmente, la aplicación de la promoción automática tal como se está haciendo, sin medidas complementarias, genera distorsiones importantes en los centros educativos.

Por un lado, transmite indirectamente a los estudiantes la imagen de que no es importante su trabajo y dedicación (en último término, que no es importante si aprenden o no), pues de todas maneras van a continuar sus estudios en el siguiente curso. Por otro lado, se elimina un elemento de motivación, sin que en igual medida se hayan potenciado otros mejores para sustituirlo (contenidos más ligados a la vida cotidiana y más interesantes para los estudiantes; metodologías más activas; uso de recursos diversos y con clara potencialidad motivadora, etc.). El resultado es una incoherencia clara entre qué y cómo se enseña y se evalúa mayoritariamente, y los efectos de la evaluación, lo que está fomentando es una gran desorientación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que afecta tanto al profesorado como al alumnado

No se presta a la evaluación la atención que requiere

Las disposiciones administrativas sobre dedicación del profesorado a la evaluación son una muestra de la desconsideración hacia lo que implica realmente este proceso (es habitual, por ejemplo, disponer cuatro horas *mensuales* para la evaluación), además de que, en los documentos oficiales exigidos, sólo se hace referencia a la calificación del alumnado o se incide fundamentalmente en ella.

Por otro lado, en las condiciones actuales, en las que, como media, un profesor o profesora de ciencias en un Instituto de Educación Secundaria tiene asignados 6 grupos de diferentes etapas y ciclos -lo que supone unos 150 alumnos cada curso-, es difícil dedicar a este proceso la atención que requiere, dada su importancia para la mejora de la educación científica.

Propuestas para la situación deseable

La situación que consideramos deseable es otra. La evaluación debería tender a convertirse en un elemento articulador y mediador entre el proceso de enseñanza y el de aprendizaje y, además, ser coherente con el modelo propuesto como deseable en el resto de los ámbitos discutidos en este documento. ¿Qué implicaciones tiene esta afirmación?

La evaluación debe entenderse como un proceso de indagación o investigación sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La evaluación debe informar a todos los implicados sobre qué ocurre y por qué en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Así, debe facilitar la toma de conciencia de los alumnos y de las alumnas sobre su evolución, avances y dificultades; debe orientar a los docentes para la remodelación del diseño curricular propuesto y de su propia actuación, de manera que se produzca un mayor ajuste entre ellas y las necesidades – cambiantes- de los estudiantes y debe orientar a la administración educativa para proponer cambios en sus disposiciones.

Se deben evaluar los elementos más significativos que inciden directamente en los procesos de enseñanza-aprendizaje

Por tanto, deben ser objeto de evaluación:

1. La evolución de las capacidades de los estudiantes (de conocimientos, procedimientos y actitudes).
2. La capacidad del diseño curricular y de la actuación del docente de provocar cambios en ellos.
3. El clima y la dinámica del aula durante el proceso.
4. La organización del centro.
5. El papel de la administración en la mejora de la alfabetización científica de los estudiantes (como dinamizador o como obstáculo).

Es preciso diversificar los agentes que intervienen en la evaluación

Es evidente que la evaluación así entendida es algo muy complejo, y por eso es preciso diversificar tanto los agentes que, a distintos niveles, deben intervenir en la evaluación, como los instrumentos que se deben usar para realizarla.

En relación a los tres primeros aspectos citados como objeto de evaluación, deben estar implicados, al menos, el equipo de profesores y profesoras que interviene en cada grupo y los propios alumnos y alumnas. Los agentes que deben intervenir para valorar cómo la organización del centro incide en la enseñanza de las ciencias deben ser los Departamentos y los Equipos Directivos de los Centros, probablemente a través del órgano colegiado E.T.C.P. (Equipo Técnico de Coordinación Pedagógica) En la valoración del papel de la administración deben intervenir, además de personal de la propia administración (profesorado, inspección y asesores), diferentes agentes sociales con una labor destacada en el campo de la didáctica de las ciencias y de la educación científica.

Es preciso diversificar los instrumentos que intervienen en la evaluación

En cuanto a los instrumentos relacionados con los tres primeros puntos a los que nos hemos referido anteriormente, algunos de los que consideramos que pueden resultar especialmente útiles son: el diario de clase del profesor o profesora, el diario de clase del alumnado, la asamblea de clase, el cuaderno de trabajo personal de cada alumno y alumna, y los informes de investigación realizados por los equipos de estudiantes. En cualquier caso, es muy importante que los instrumentos sean diversos para que puedan expresar en las mejores condiciones posibles lo que saben y saben hacer. Es muy importante que los trabajos que realicen, seleccionados como instrumento de evaluación, sean revisados regularmente por el profesorado y contrastadas sus opiniones con las del alumnado, de manera que se puedan producir mejoras durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Una tarea ineludible de los profesores es convertir todo este proceso en un informe que se entrega a los alumnos y a las familias. Dichos informes, al menos durante la educación obligatoria, han de ser sencillos, descriptivos y semi-estructurados, resaltando los avances y los aspectos en que hay dificultades, informando del plan para superarlas y proponiendo, cuando sea necesario, al propio alumno o alumna y a las familias un plan de acción para colaborar en dicha superación.

La evaluación de la organización del centro y del papel de la administración deben realizarse mediante instrumentos específicos que, además de analizar su influencia en

la educación científica, resulten útiles para proponer orientaciones sobre posibles formas de organizar las enseñanzas más adecuadas que las actuales.

Cómo empezar a caminar

Este modelo deseable es difícil de desarrollar en las condiciones actuales. Sin embargo, podemos desarrollar algunas iniciativas que incidan en la mejora de la situación actual y que permitan algunas aproximaciones graduales al mismo, tales como:

- Establecer mayor coherencia entre qué y cómo se enseña y qué y cómo se evalúa; también entre lo que se dice que se va a tener en cuenta, y lo que se tiene realmente en cuenta. En definitiva, intentar ajustar la evaluación a los objetivos planteados expresamente en el currículum.
- Introducir algunas modificaciones en los exámenes habituales, por ejemplo, incorporar otros tipos de contenidos, ofrecer la posibilidad de que usen algunos materiales de clase para resolver algunas de las preguntas, que propongan algunos ítems, relajar de alguna manera la tensión propia de la aplicación de estas pruebas, ...
- Informarles de la valoración que hace el profesor o la profesora de sus aprendizajes, a través de los instrumentos que se consideren más adecuados: la discusión de los exámenes en clase, devolver informes escritos sobre alguna actividad realizada, etc.
- Proponer algunas actividades para que realicen una evaluación de su propio trabajo o del de los compañeros y compañeras: autoevaluación de algunos ejercicios o preguntas incluidas en el examen, corrección cruzada entre los estudiantes, etc.
- Proponer algunas actividades para que valoren la enseñanza recibida, en los ámbitos que se considere adecuado, y puedan proponer algunos cambios.

3.3. LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE CIENCIAS

Mejorar la educación científica de los andaluces y andaluzas en general, y del alumnado que está en nuestros centros educativos, en particular, es un reto fundamental para nuestra sociedad y es, como se ha expuesto reiteradamente, el interés central de este documento. No es, sin embargo, un objetivo nuevo, pues numerosas instituciones, colectivos, estamentos y personas se han planteado y han desarrollado iniciativas con esta misma finalidad en otros momentos.

En muchos de esos casos, se ha actuado bajo la premisa, consciente o inconscientemente, de que el profesorado va a comprender, asimilar y hacer suyas las nuevas propuestas, dado que suelen estar avaladas por algún tipo de legitimidad. Así, los procesos de reforma curricular emprendidos hasta ahora por las administraciones educativas, se han acompañado de procesos de actualización del profesorado en los que los expertos explicaban los nuevos enfoques, esperándose que el profesorado los asumiese con normalidad. Igualmente, los investigadores parecían pensar que sus hallazgos iban a ser entendidos como tales por el profesorado y que, por tanto, se

podía dar una transferencia casi directa entre investigación didáctica y práctica docente.

Se ha obviado, pues, por un lado, que el profesorado dispone de un conjunto de experiencias y creencias sobre la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje con las que interpretan selectivamente las informaciones y propuestas que les llegan desde el exterior. Por otro lado, que “saber” algo no es sinónimo de saber hacerlo en la práctica, pues ésta requiere del despliegue de otros muchos saberes, además del teórico. Por último, que “saber” algo, o incluso saber hacerlo, no es tampoco sinónimo de *poder* hacerlo.

Actualmente en los centros andaluces, el profesorado tiene un estrecho margen de maniobra para desarrollar su labor docente, y no nos referimos sólo al margen de maniobra legal, que también, sino a ese conjunto de pequeñas y grandes cosas: horarios, asignaturas, familias, selectividad, formación, tradición, etc., que configuran un contexto peculiar que hace fáciles unas prácticas y muy difíciles otras. Todo ello hace que la actualización del profesorado sea un proceso bastante complejo, que debe entenderse como gradual y progresivo, y no automático, como parecían esperar las propuestas anteriores. Esta es, en nuestra opinión, una de las razones importantes para explicar el poco éxito que han tenido otros intentos de mejorar sustancialmente la educación científica de nuestra ciudadanía.

Creemos, pues, que esta nueva iniciativa debe plantearse muy seriamente incidir en la formación del profesorado, porque sin su implicación activa, consciente e interesada, no es posible ningún cambio. Todo ello es de especial relevancia en el contexto actual de convergencia con el Espacio Europeo de Educación Superior, que pone en tela de juicio los currículos actuales de formación del profesorado y apuesta por un modelo de enseñanza mucho más centrado en futuro profesor.

Para desarrollar este ámbito, vamos a abordar separadamente la formación inicial y la formación permanente del profesorado de ciencias, presentando en primer lugar nuestro análisis de la situación actual y, posteriormente, las propuestas que creemos que se deberían desarrollar para su mejora.

3.3.1. LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO

Caracterización de la situación mayoritaria

Respecto a la situación actual en la formación inicial del profesorado creemos necesario resaltar las siguientes cuestiones:

La formación inicial no responde al perfil profesional que se necesita

La formación inicial tanto del profesorado de Educación Infantil, como del de Educación Primaria y el de Educación Secundaria, aunque por distintas razones, no es acorde con las exigencias que plantean la escuela actual a dichos profesionales. Resulta, por tanto, una formación altamente desprofesionalizada. Para ilustrarlo, nos permitimos usar la ingeniosa metáfora propuesta por Busquet¹¹ sobre la formación inicial:

¹¹ SANTOS GUERRA, M.A. (1993) Cultura profesional del docente. *Investigación en la Escuela* 26, 37-46.

“Imagínense una escuela de natación que dedicara un año a enseñar anatomía y fisiología de la natación, psicología del nadador, Química del agua y formación de los océanos, costes unitarios de las piscinas por usuario, sociología de la natación (natación y clases sociales), antropología de la natación (el hombre y el agua) y, desde luego, la historia mundial de la natación, desde los egipcios hasta nuestros días. Todo esto, evidentemente, a base de cursos magistrales, libros y pizarras, pero sin agua. En una segunda etapa se llevaría a los alumnos nadadores a observar durante otros varios meses a nadadores experimentados; y después de esta sólida preparación, se les lanzaría al mar, en aguas bien profundas, un día de temporal de enero”.

Esta situación se agrava aún más en la formación inicial de Secundaria, que es mucho más precaria. Siguiendo con la metáfora de Busquets, en el caso de Secundaria los cursos que reciben los estudiantes son desproporcionados (muchos sobre una materia –la disciplina científica de que se trate–, poquísimos sobre otras –relacionados con las ciencias de la educación–), para soltarlos en aguas mucho más profundas y revueltas.

La formación en ciencias y en ciencias de la educación es insuficiente o inadecuada en la formación inicial

La formación científica que necesita el profesorado no está resuelta en la formación del profesorado de Infantil y Primaria, donde es muy escasa, ni en la formación del profesorado de Secundaria, en la que no es la adecuada para un profesor o profesora de ciencias (es en una sola disciplina, es idéntica a la de un Biólogo, o Físico..., etc.). La formación en ciencias de la educación que necesita el profesorado no está resuelta en la formación del profesorado de Secundaria, donde es prácticamente inexistente, ni en la formación del profesorado de Infantil y Primaria, en la que es inadecuada.

La formación inicial es disciplinar y está fragmentada

El currículo de la formación inicial está fragmentado en una gran cantidad de asignaturas distintas de muy escasa duración, en las que están implicadas numerosas áreas de conocimiento diferentes. Se trata de una formación aditiva, donde cada asignatura está junto a otras, pero en la que no se ofrecen oportunidades para que los futuros profesores y profesoras establezcan relaciones significativas entre ellas, ni para que profundicen en los problemas básicos que la profesión plantea.

La organización del currículo es, además de sumativa, de carácter estrictamente disciplinar, por lo que no existen conexiones claras y directas entre los contenidos que se trabajan en cada asignatura y las situaciones y problemáticas profesionales prácticas y concretas en los que debe intervenir el profesorado, y ante las cuales se precisa un conocimiento integrado de distinta naturaleza. Esta desconexión se hace más evidente si tenemos en cuenta que en la formación de profesores intervienen científicos, pedagogos, psicólogos, sociólogos, didactas, etc. (la inmensa mayoría de los cuáles no tienen ningún contacto con los centros educativos), pero no intervienen, salvo en escasas excepciones, los propios profesores.

Las prácticas de enseñanza son insuficientes en la formación inicial

Las prácticas de enseñanza que realizan los futuros profesores y profesoras en los centros educativos son de insuficiente duración, se hacen a destiempo, y sin conexión con el resto de las asignaturas de la formación inicial. Además, no existen prácticamente relaciones entre el profesorado que supervisa las prácticas de enseñanza desde las universidades y el que tutoriza las prácticas en los propios centros, lo que coloca a veces al estudiante ante dos currículos claramente contradictorios. Esta situación ahonda aún más la preocupante brecha a la que ya hemos hecho referencia entre “teoría” y “práctica” en la profesión docente.

El alumnado de la formación inicial es muy diverso

La diversidad de intereses, expectativas, formación previa, etc., que tienen los futuros docentes es probablemente más alta que en otros estudios, lo que plantea diversos retos a la formación inicial, que no son atendidos en la situación actual.

Propuestas para la situación deseable

La formación inicial que hemos descrito no es la más adecuada para formar a los profesionales que tienen el encargo de alfabetizar científicamente a la ciudadanía andaluza. Los principales rasgos que deben caracterizar la formación inicial que consideramos deseable son:

La formación inicial se debe articular en relación a los problemas prácticos profesionales

El eje organizador de la formación inicial debe estar en función de los problemas prácticos profesionales y debe ayudar a que los futuros docentes reconozcan los problemas profesionales relevantes; los analicen desde un punto de vista práctico y teórico; diseñen alternativas cada vez más y mejor fundamentadas; las experimenten, evalúen y saquen conclusiones cada vez más amplias y con más poder generalizador. Se trataría, por tanto, de un currículo no aditivo, sino organizado en una especie de espiral de progresiva complejidad, que facilitase a los futuros profesores ir construyendo un Modelo Didáctico Personal fundamentado y útil para una práctica docente de calidad. Este modelo resultaría así de carácter teórico-práctico, pues se “alimenta” de saberes teóricos y saberes de la experiencia, que se van integrando a lo largo de un proceso en el que se van alternando momentos de reflexión, de estudio y de experimentación en torno a los problemas profesionales.

Las distintas materias o asignaturas deben, pues, estar claramente articuladas en torno al tratamiento de dichos problemas prácticos. Las Didácticas Específicas pueden y deben actuar como ejes vertebradores de dicha articulación, entre las aportaciones psico-socio-pedagógicas y las de las materias relacionadas con los contenidos curriculares concretos (las distintas disciplinas científicas).

Es necesario aumentar el tiempo dedicado a las prácticas de enseñanza y mejorar su articulación con el resto de las materias de la formación inicial

Las Prácticas deben estar presentes, en diferentes períodos de distinta duración, a lo largo de toda la formación inicial, con distintas finalidades en cada período establecido. Por ejemplo, consideramos necesario un primer período de inmersión, observación y análisis de la realidad escolar, del alumnado, de las estrategias de enseñanza que se utilizan, así como de detección de situaciones problemáticas; otros períodos deben implicar la experimentación curricular de los futuros docentes, pero en cuestiones concretas y muy parciales, tales como coordinar pequeños grupos de trabajo, desarrollar una actividad, etc.; otros períodos deben ser más largos y en los que los estudiantes desarrollen experimentaciones más amplias, como el desarrollo de al menos una unidad temática completa, etc.).

Estas prácticas deben estar claramente articuladas con el resto de las actividades de la formación inicial, permitiendo el feed-back entre ellas. Además, es muy importante la adecuada selección y coordinación con los tutores y las tutoras en los centros educativos, dada la enorme influencia que ejerce dicho período en la formación de los estudiantes, como atestiguan numerosos estudios.

Es imprescindible mejorar la formación científica de los futuros profesores y profesoras

El conocimiento de y sobre la ciencia que necesita un profesor o una profesora debe permitirle seleccionar adecuadamente los contenidos provenientes del conocimiento científico que puede aportar significados para la mejora y complejización del conocimiento del alumnado, en función de las problemáticas o situaciones que se estén trabajando. Es decir, se trata de un conocimiento específico y profesionalizado. Además, debe ser integrador, ya que en las distintas etapas educativas en las que interviene, el currículo no está fragmentado en distintas disciplinas científicas (salvo en cursos bastante avanzados de la Secundaria y el Bachillerato).

Es necesario pues, que durante la formación inicial el profesorado acceda a un conocimiento de y sobre la ciencia que incorpore aspectos como los siguientes¹²: estructura básica de las disciplinas (conceptos y relaciones más significativos), teorías estructurantes, historia y cambios paradigmáticos, filosofía y epistemología de las disciplinas, interacciones entre disciplinas (conocimiento metadisciplinarios, transdisciplinarios, fronterizos, conceptos “puente” entre unas y otras, etc.), los procedimientos científicos, el espíritu científico, relaciones ciencia, tecnología y sociedad, etc.

Se trata de acceder a un conocimiento generalista y complejo que permita al profesorado seleccionar, formular y organizar con rigor los contenidos de enseñanza en los ámbitos y áreas en que tiene que educar.

¹² PORLAN, R. y MARTÍN, J. (1995). El saber práctico de los profesores especialistas. Aportaciones desde las didácticas específicas. *Investigación en la Escuela* 24, 49-58.

La enseñanza en la formación inicial debe ser coherente con la enseñanza que se propone para la Educación Infantil, Primaria y Secundaria

La formación inicial de los futuros profesores debe ser un ejemplo del modelo de enseñanza que se propugna, porque, en este caso tan peculiar (el profesor de profesores enseña a enseñar y lo hace enseñando), el medio (las actividades propuestas, los recursos utilizados, los contenidos seleccionados, etc.) constituyen también el mensaje para los futuros profesores, de gran incidencia en su formación.

La formación inicial del profesorado debe mantener relaciones estrechas con los centros educativos de Infantil, Primaria y Secundaria

Es necesario mejorar sustancialmente las relaciones entre la universidad y los centros educativos en distintos aspectos: se deben incorporar a los profesores y profesoras en activo como formadores de futuros profesores, favoreciendo la movilidad del profesorado; se debe potenciar la formación de equipos inter-niveles para la innovación/investigación educativa; es preciso mejorar la coordinación entre la universidad y los centros donde se desarrollen las prácticas de enseñanza de los futuros profesores, mediante acuerdos de diverso tipo; se deben organizar actividades conjuntas, etc. Estas medidas resultan imprescindibles para aproximarnos a una formación inicial más profesionalizadora que la existente actualmente.

3.3.2. LA FORMACIÓN PERMANENTE

Caracterización de la situación mayoritaria

Son numerosas las instituciones que, de alguna manera, intervienen en la formación permanente del profesorado, que es voluntaria.

La formación permanente del profesorado es una actividad atendida por diversas instituciones de carácter público (Centros del Profesorado, Universidad, ICEs, Entidades Locales, etc.) o privado (asociaciones de profesores y profesoras, entidades sin ánimo de lucro o con ánimo de lucro, etc.) y tiene carácter voluntario para el profesorado (aunque está premiado participar en ella). Se trata, pues, de un ámbito muy diverso, abierto y poco reglado.

La participación en la formación permanente no suele llevar aparejados cambios importantes en la práctica docente

Numerosos estudios muestran que la participación en actividades de formación permanente no suelen conllevar cambios importantes y profundos en las prácticas docentes de los participantes. Algunas de las razones que lo explican están relacionadas con las condiciones estructurales de los centros educativos y la profesión docente, que dificultan muchos de los cambios, y otras, con las propias características de la formación permanente actual.

Las actividades tipo “cursos temáticos” son las más numerosas

En la oferta formativa actual, y a pesar de la diversidad mencionada anteriormente, son muy numerosas las actividades tipo curso, normalmente de carácter informativo,

en el que la componente meritocrática tiene mucha importancia para el profesorado que accede a los mismos. Las ofertas formativas más relacionadas con la creación de grupos de trabajo o formación de redes, más orientadas a los equipos docentes (y no tanto a los individuos aislados) y contextualizadas en un centro y/o en problemáticas prácticas profesionales concretas, es todavía escasa comparativamente.

La formación permanente adolece de una estrategia diversificada adaptada a los diferentes niveles de desarrollo profesional del profesorado

Existe una heterogeneidad considerable en los niveles de desarrollo profesional del profesorado, si bien es cierto que los niveles iniciales son mayoritarios respecto a los más avanzados. En el nivel inicial se encuentran aquellos profesores y profesoras que no consideran necesario para el desarrollo de su actividad docente recurrir a procesos de formación distintos a los que en su día tuvieron en la Universidad (Educación Infantil y Primaria, licenciaturas en Biología, Geología, Física, Química, Farmacia, Matemáticas, etc.). Existen otros grupos de profesores y profesoras que se muestran receptivos a propuestas de formación que aborden la mejora de aspectos concretos de su práctica educativa (cómo realizar prácticas de laboratorio, los problemas de lápiz y papel, etc.). También, en un nivel más avanzado, hay profesores y profesoras que se cuestionan su trabajo cotidiano en el aula de manera más general y que suelen trabajar en equipo con otros profesores (del mismo centro o de otros centros, pero con intereses comunes) a través de los Grupos de Trabajo o ligados a ciertos Proyectos de Innovación. Minoritariamente nos podemos encontrar con algunos profesores y profesoras que han llegado a ser expertos en una determinada temática, y en algunos casos, buenos investigadores en ese campo.

Esta heterogeneidad de niveles demanda una diversificación de las actividades formativas que sea útil para responder a las necesidades de cada uno de ellos y que potencie decididamente el paso de unos a otros. Sin embargo, en la formación permanente actual, se realizan muchas actividades que pueden ser útiles para los niveles iniciales, mientras que los niveles más avanzados se encuentran bastante desatendidos.

La formación permanente está atomizada

Las actividades de formación permanente que se proponen actualmente desde cualquiera de los organismos que intervienen en ella, no suelen estar organizadas entre sí de alguna manera que no sea simplemente aditiva. Falta una perspectiva sistémica e interactiva que establezca ciertos itinerarios flexibles entre unas actividades y otras (en función del avance en el desarrollo profesional) y el aprovechamiento de unas por las otras (a través de sus resultados, a través de la actuación de los profesores y profesoras que participan en algunas de ellas en las otras, etc.), todo ello en función de una estrategia general para la formación del profesorado.

No existe un modelo estratégico de referencia que oriente la formación permanente

En la formación permanente actual no parece existir un modelo estratégico (pedagógico-político) de referencia que de sentido a las distintas actuaciones e iniciativas tomadas en este ámbito. En su lugar, estas actuaciones e iniciativas parecen estar más gobernadas, a veces, por los problemas que generan más "alarma social inmediata" (como la religión, la violencia escolar, las TIC, etc.), o que atañen a

los principios más elementales de la educación pública (centros concertados, equidad, etc.). Siendo estos asuntos de indudable importancia, no son los únicos que deben configurar el citado modelo, que también debe tener en cuenta qué cultura queremos para los ciudadanos y ciudadanas, cuál es el modelo curricular deseable, cuál es el modelo organizativo de los centros más adecuado, el perfil profesional necesario, etc. y cómo ir aproximándonos a dichos referentes.

Propuestas para la situación deseable

La formación permanente que hemos descrito no puede incidir significativamente en la formación del profesorado para la alfabetización científica de la ciudadanía andaluza. Los principales rasgos que deben caracterizar la formación permanente que consideramos deseable son:

La formación permanente debe vincularse siempre a la práctica profesional

El objetivo básico de la formación permanente ha de ser la mejora del trabajo docente y el incremento del aprendizaje del alumnado. Por tanto, debe estar vinculada directamente a la práctica profesional de aula y/o centro: a la detección de los problemas más relevantes y al desarrollo de estrategias fundamentadas más útiles que las iniciales para intervenir en ellos.

Es necesario dirigir la formación a la creación y consolidación de equipos docentes

La práctica docente es muy compleja, a pesar del extendido estereotipo social de que enseñar es una tarea fácil, por lo que su análisis, planificación y desarrollo debe realizarse en el marco de equipos docentes. La formación permanente debe orientar y consolidar estos equipos y facilitar que sus componentes avancen en su desarrollo profesional. Especialmente, es necesario potenciar la formación de equipos mixtos con implicación en la innovación y la investigación, es decir, equipos vinculados a la experimentación de proyectos curriculares, de proyectos de formación y a la producción de materiales curriculares (tanto para la formación del alumnado como para la formación del profesorado).

Los Centros del Profesorado deben tener mayor protagonismo en la formación permanente

Los Centros del Profesorado deben considerarse las instancias articuladoras e impulsoras de la formación permanente del profesorado. Es necesario redefinir su función, su organización y definir legalmente la figura del asesor. Los asesores y las asesoras deben reunir el doble perfil de generalistas y especialistas, ya que deben trabajar con una visión didáctica global, pero también deben atender problemas particulares, muchos de ellos relacionados con la enseñanza-aprendizaje de los contenidos concretos. Los Centros del Profesorado deben constituirse en un modelo en cuanto a dotación de recursos que, por su costo, no puedan generalizarse a todos los centros, prestando un servicio de asesoramiento y uso a los equipos de profesores y profesoras que los soliciten.

A través de ellos se debe garantizar el establecimiento de relaciones significativas entre todas las figuras y organismos relacionados con la formación permanente del profesorado mediante, por ejemplo, la creación de redes profesionales mixtas, convenios de distinto tipo, etc.

Es necesario definir una Estrategia General para la formación permanente del profesorado

La organización y desarrollo de la formación permanente debe estar orientada por una estrategia general que tenga en cuenta, por un lado, las finalidades educativas perseguidas y, por otro, los distintos niveles de desarrollo profesional del profesorado, las posibilidades de evolución de unos a otros y las posibles interacciones que pueden establecerse entre ellos. El desarrollo de dicha estrategia debe ir acompañado y apoyado por un cambio decisivo y gradual (en función de su relevancia) de todos aquellos aspectos estructurales, organizativos, económicos, legislativos, etc. que influyen en el desarrollo de los procesos educativos. A este respecto, queremos destacar las aportaciones que se hacen ya en el II Plan Andalúz de Formación Permanente del Profesorado y la necesidad de un desarrollo real y decidido del mismo.

En el marco de esta estrategia general, queremos destacar dos elementos que consideramos muy significativos para ayudar al cambio educativo:

Debe prestarse especial atención a los equipos (o centros completos) de profesores y profesoras muy comprometidos con la mejora de la enseñanza de las ciencias y que estén realizando procesos de experimentación curricular. Es necesario apoyar a estos equipos (con recursos, con formación, etc.) y facilitar la elaboración de materiales y productos de calidad, que puedan ser difundidos después a otros centros o equipos.

Debe prestarse especial atención a la formación del profesorado novel, de manera que, manteniendo su actual consideración de “profesorado en prácticas”, se otorgue un apoyo específico a su formación e inserción profesional. Este profesorado debe entrar a formar parte de equipos docentes involucrados en el diseño y experimentación curricular que tutoricen su actividad (al estilo de los MIR en medicina) y deben gozar de una situación especial que les permita compatibilizar docencia y formación.

4. CONDICIONES NECESARIAS PARA EL DESARROLLO ADECUADO DEL CURRÍCULO DE CIENCIAS

Las distintas propuestas que han aparecido a lo largo de este documento para mejorar la educación científica de la ciudadanía andaluza, no se pueden desarrollar de una manera amplia y efectiva si no se producen ciertos cambios, que consideramos totalmente imprescindibles, en la organización y estructura de los centros educativos andaluces y en la profesión docente. La organización y estructura actual es acorde con unas necesidades sociales y una concepción de la enseñanza totalmente distintas a las expuestas en este documento. Si se modifican las condiciones que nombramos a continuación, creemos que es posible que mejore la educación científica de los andaluces; si no se hace, resultará baldío el esfuerzo realizado por todos los participantes en la redacción de este documento.

Consideramos imprescindible:

SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DE LOS CENTROS

Proporcionar mayor autonomía a los equipos docentes en la planificación y desarrollo del currículo, de manera que éste sea coherente con las finalidades educativas generales acordadas y, a la vez, ajustado a las características y posibilidades de su propio contexto. Esto hace necesario que los currículos propuestos por las administraciones no sean detallados ni cerrados.

Flexibilizar la organización de los centros. La jornada escolar, los horarios, la organización de las asignaturas, ... deben ser acordados en cada centro en función de sus propias características (dentro de unos márgenes determinados) y debe permitir el trabajo en equipo del profesorado, el desarrollo de determinados proyectos, facilitar la coordinación con materias que trabajen contenidos afines (caso de la Tecnología por ejemplo), etc.

Reducir el número de alumnos por aula (en aquellos casos en que siguen siendo numerosos) o/y ***reducir el número de grupos*** (o asignaturas, o niveles) distintos a los que debe atender un profesor o profesora. La ratio debe entenderse de forma contextualizada pues no son iguales las necesidades educativas de unos centros que de otros, ni siquiera las de unos grupos que las de otros. Por tanto la Administración debe establecer normas y dotar a los centros de recursos que les permitan aplicar criterios flexibles para establecer la ratio en función de las características y necesidades educativas del alumnado.

Tanto para la realización de actividades experimentales como para atender a la diversidad de necesidades educativas que plantea una enseñanza como la propuesta a un alumnado tan heterogéneo como el de los niveles obligatorios (especialmente en la ESO), es necesario ***realizar desdobles en algunos grupos para la realización de determinadas actividades*** y contar en ocasiones con la presencia ***de dos profesores trabajando con el mismo grupo de alumnos***. Estas medidas no hay que aplicarlas de manera generalizada, pero hay que potenciarlas y facilitarlas siempre que sean necesarias, especialmente cuando un centro presente un proyecto de actividades en el que se justifique. En todo caso esto supone unas mayores necesidades de profesorado en los centros para impartir materias de ciencias, por lo que la Administración debe contemplar los correspondientes aumentos de cupo o de

plantilla.

Establecer mecanismos para que el profesorado de Educación Infantil y Primaria tenga la preparación científica necesaria, y que en el Ámbito de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural reciba la atención que merece y demande la necesidad de mejorar la cultura científica y tecnológica de los estudiantes.

Dotar a los centros de recursos humanos suficientes para que no se superen los límites legalmente establecidos en cuanto a número máximo de alumnos y alumnas por grupo, en ninguno de los centros de nuestra comunidad.

Dotar a los centros de **espacios polivalentes**, con potencialidad para usos diversos en función de los proyectos del centro y con los recursos necesarios para conseguir la alfabetización científica de los estudiantes. En este sentido, es prioritario que los centros cuenten **con recursos materiales e instalaciones adecuadas para la realización de trabajos experimentales**.

Las actividades experimentales no deben entenderse necesariamente ligadas al **laboratorio**, pero sí hay que tener en cuenta que necesitan un mínimo material y a veces instalaciones adecuadas, además de un tiempo para prepararlas, poner de nuevo el material en condiciones de ser usado, etc. No debe por tanto existir un horario fijado para laboratorio, aunque sí deben ser contempladas **horas lectivas destinadas a esa actividad**, con desdobles si es necesario. Se propone como referencia una hora de desdoble por cada 4 ó 5 de clases. Los laboratorios no deben ser utilizados para otra cosa que para actividades propias de las clases de Ciencias.

Diversificar la dotación de recursos que se hace a los centros. No tiene sentido intentar dotar a todos los centros educativos andaluces con idénticos recursos, pues no son iguales todas las necesidades, ni tampoco las posibilidades de hacer un uso adecuado de los mismos. La dotación de los recursos, una vez cubiertos los mínimos necesarios, debe estar en función de los proyectos concretos que los departamentos, o el centro en su conjunto, deseen desarrollar.

Exigir que **los libros de texto** y materiales curriculares de amplia difusión **adopten un enfoque coherente** con lo que se ha propuesto en este documento para el currículo escolar.

RELACIONADAS CON LA ORGANIZACIÓN DE LAS ASIGNATURAS EN CADA ETAPA

Son necesarias más horas dedicadas a clases de Ciencias en Secundaria Obligatoria

Aun reconociendo las dificultades existentes para aumentar estas horas, por ser una petición generalizada en todas las materias, es opinión de este Comité que, si se quieren conseguir los objetivos propuestos en la Conferencia de Lisboa en cuanto a la enseñanza de las ciencias y se quiere fomentar el interés del alumnado por los estudios de ciencias, tarde o temprano será necesario tomar la decisión de asignar más horas a las clases de ciencias, especialmente en Educación Secundaria y en Bachillerato. La justificación de esta petición se sustenta en distintos argumentos, entre los que merece la pena destacar:

La elaboración de conocimientos por parte del alumnado y el trabajo en la línea que se propone, requiere contar con tiempo suficiente para que el alumnado pueda reflexionar, discutir, realizar y analizar experiencias, comunicar sus conclusiones, revisarlas en función de los resultados obtenidos o de las opiniones de los demás, etc. En las condiciones en que actualmente se trabaja en la mayoría de los centros ese tiempo es insuficiente.

Bien es cierto que el aumento de horas dedicadas a las ciencias sin mejorar las condiciones en que se desarrollan las clases, los recursos disponibles, etc. sería poco efectiva, salvo posiblemente en Bachillerato y en 4º de ESO. También es cierto que no todo el alumnado necesita el mismo tiempo para aprender, por lo que es difícil hacer aquí una propuesta concreta sobre el tiempo necesario, pero habrá que tener en cuenta estas diferencias para organizar actividades, asignar horas a las asignaturas de cada curso, etc.

Otro aspecto importante que justifica la petición de tiempo es la cantidad de contenidos transversales presentes en la actualidad en las materias del ámbito científico y tecnológico, a las que corresponde la responsabilidad de formar al alumnado en multitud de aspectos como los relacionados con la salud, hábitos saludables, prevención de la drogadicción, seguridad vial, respeto al medio ambiente, conservación del patrimonio natural, problemas éticos relacionados con la actividad científica, etc.

No hay acuerdo sin embargo a la hora de marcar cuál debería ser el incremento de horas asignadas a las ciencias en ESO y en Bachillerato ni en cuanto a la distribución de ese tiempo en los distintos cursos y asignaturas. Tampoco tendría mucho sentido fijar ahora esa distribución cuando hay a la vista un posible cambio de Ley de Educación que podría modificar algunos de los planteamientos actuales.

En algunas de las subcomisiones se acordó fijar en 12 el número de horas que cualquier estudiante al terminar la ESO debería haber cursado en Ciencias Experimentales, sin incluir en ese cómputo las dedicadas a Matemáticas y Tecnología, y que esas horas deberían ser más para quienes tuviesen la intención de cursar el Bachillerato de Ciencias o ciclos profesionales relacionados con materias científicas. Esta propuesta no es apoyada por otros miembros del Comité, que, además de las dificultades ya citadas para fijar un número de horas, consideran contradictorio que, en un informe como éste, relacionado con la formación científica en general, incluyendo por tanto aspectos relativos a las Matemáticas y a la Tecnología, se excluyan de forma explícita las horas dedicadas a esas áreas.

Todo ello no debe hacernos olvidar que hay un acuerdo generalizado sobre la necesidad de asignar más tiempo a la enseñanza de las ciencias.

Las asignaturas obligatorias de ciencias deben tener al menos tres horas semanales para garantizar la continuidad necesaria en el desarrollo de las propuestas.

Las asignaturas con una asignación semanal de dos horas son poco útiles, en primer lugar porque eso supone que el alumnado tenga que cursar un número excesivo de asignaturas, y sobre todo porque en ocasiones pasa demasiado tiempo entre una clase y otra, lo que dificulta notablemente el aprovechamiento del tiempo para realizar un trabajo basado en la discusión, el análisis de situaciones, etc. Esto dificulta que el alumnado mantenga el interés por los temas que se trabajan, de los que, tras terminar una clase, no vuelven a hablar en ocasiones hasta 8 ó 9 días

después.

Son necesarias más horas dedicadas a clases de Ciencias en Bachillerato

La necesidad de más horas se hace más clara en Bachillerato, una etapa de sólo dos cursos en cuyos currículos se aprecia una gran cantidad de contenidos que suponen con frecuencia un salto muy importante con respecto a los de 4º de ESO.

Pueden servir todos los argumentos utilizados para la ESO, pero habría también que plantearse la posibilidad de que se incluyeran temas científicos en el currículo de materias como Lengua o Filosofía (abordando análisis de textos científicos, estudio de problemas éticos relacionados con la ciencia y sus aplicaciones, etc.) y por supuesto en Matemáticas, en la que tendría cabida la posibilidad de plantear problemas contextualizados en situaciones que se estudian en otras materias de ciencias.

Es necesario mejorar las posibilidades de elección de ciertas opciones por el alumnado de ciencias de Bachillerato, de forma que se garantice siempre la posibilidad de realizar ciertas materias básicas para un itinerario científico completo.

Hay opiniones diversas sobre esta cuestión, según se haga más énfasis en la posibilidad de que el alumnado pueda elegir libremente las materias que más le interesen o bien en la necesidad de que al terminar un bachiller de ciencias tenga una formación científica básica sobre diversos temas científicos relevantes.

De todas formas había acuerdo en que se deberían separar Física y Química en dos materias diferentes, igual que Biología y Geología, y en que se hiciese al alumnado una oferta amplia de materias, por ejemplo Matemáticas, Física, Química, Biología, Geología y Dibujo para que cursase las cuatro primeras y una más a elegir entre Biología y Dibujo, con posibilidad de elegir alguna de las materias no estudiadas en 1º como optativa de 2º.

En cuanto al 2º de Bachillerato se plantea la posibilidad de que el alumnado cuente con una amplia oferta de materias para elegir, pero que se oferte de forma obligatoria en todos los centros la posibilidad real (lo que requiere ciertas condiciones en cuanto a horarios, profesorado, etc) de cursar una opción en la que se incluyesen Matemáticas, Biología, Física, Química y Ciencias de la Tierra. Quien no esté interesado en esta opción podría sustituir alguna de estas materias por otras optativas.

Modificar los contenidos de las pruebas de Acceso a la Universidad de forma que sean coherentes con lo establecido en los currículos de las asignaturas de bachillerato en aspectos como objetivos, contenidos, metodología, evaluación.... Es un requisito indispensable, dado el poder que tienen estas pruebas para orientar el trabajo real que se desarrolla en las clases. De esta forma podría evitarse la excesiva operativización que se observa en la forma de tratar las ciencias en las asignaturas que son objeto de examen en dichas pruebas (algo que, como se ha comentado no ocurre en las materias optativas).

RELACIONADAS CON LA PROFESION DOCENTE

Redefinir la jornada laboral del profesorado para hacer compatible el trabajo dentro del aula con la necesaria planificación y evaluación -en equipos- de dicho trabajo y con el acceso a la formación permanente.

Favorecer y potenciar de manera decidida la formación del profesorado inicial y permanente, capacitándolo para desarrollar propuestas curriculares acordes con las expuestas en este documento.

Promover la formación de equipos mixtos vinculados a la experimentación de Proyectos Curriculares, de Proyectos de Formación y a la producción de Materiales Curriculares, tanto para la formación del alumnado como para la formación del profesorado. Dichos materiales curriculares -diseñados y experimentados por estos equipos-, deben ejemplificar con detalle y con argumentos prácticos propuestas curriculares coherentes con el enfoque propuesto en este documento, bien para trabajar en relación a una problemática concreta, bien para un curso o ciclo completo, etc.

Garantizar la **amplia difusión de los materiales curriculares producidos por los equipos docentes** mediante diferentes estrategias (publicación de libros, publicación de artículos en las revistas institucionales, creación de apartados específicos en el portal de la Consejería, organización de encuentros profesionales, etc.).

Establecer algún tipo de **reconocimiento al profesorado que elabore materiales curriculares** ejemplificadores u otros productos de interés, por ejemplo, mediante el establecimiento de un “contrato” en el que se intercambie dicho material (o el compromiso de los autores de participar en distintas actividades de divulgación de las experiencias realizadas, o el de realizar “tutorías” a otros profesores y profesoras de menor nivel de desarrollo profesional, etc.) por apoyos concretos de la Administración (económico, en materiales, en recursos humanos, en flexibilidad organizativa, en estabilidad de los equipos, etc.).

Facilitar la movilidad del profesorado e incentivar su participación en actividades con potencialidad formativa (asistencia a congresos, intercambios entre centros, etc.).

Potenciar el papel de los Centros del Profesorado como impulsores y articuladores de la formación permanente y del planteamiento de una verdadera y atractiva oferta formativa vinculada a la práctica profesional.

Reforzar la figura del asesor especialista en ciencias (en los CEP y en los departamentos de orientación).

Mejorar sustancialmente las relaciones entre la universidad y los centros educativos en distintos aspectos: se debe incorporar al profesorado en activo como formadores de futuros profesores, favoreciendo la movilidad del profesorado; se debe potenciar la formación de equipos internivelares para la innovación/investigación educativa; es preciso mejorar la coordinación entre la universidad y los centros donde se desarrollen las prácticas de enseñanza de los futuros profesores, mediante acuerdos de diverso tipo, etc.

Adecuar los mecanismos de acceso a la profesión docente (oposiciones, cursos de especialización para profesorado de secundaria, formación inicial, etc.) y las pruebas del actual **sistema de oposiciones al perfil profesional** que se demanda.

5. RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE FUERA DE LA ESCUELA

*“El primer deber del hombre de ciencia es la comunicación.
Sólo es ciencia la ciencia transmisible”.*

(Leonardo da Vinci)

5. 1. LA DIVULGACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA COMO APOYO A LA LABOR ESCOLAR

El ámbito de la divulgación en ciencia y tecnología se concibe como un conjunto de estrategias, recursos y acciones que, además de cubrir objetivos culturales, de formación e información ciudadana en sentido amplio en el conjunto de la sociedad, debe auxiliar a los procesos de enseñanza y aprendizaje que tienen lugar en el ámbito escolar, tanto en su dimensión de alfabetización científica y tecnológica como en el desarrollo de los conocimientos y valores que han de preparar a nuestras alumnas y alumnos para futuros estudios de áreas profesionales diversas. Creemos asimismo que la responsabilidad de activar y mejorar la eficacia de este auxilio al desarrollo de la cultura científica dentro y fuera de las aulas corresponde no sólo a docentes y a científicos, sino a la comunidad educativa en su conjunto y a todos aquellos actores sociales que en sus lugares de trabajo o de responsabilidad tengan una opción para contribuir a tal objetivo. Desde esta perspectiva consideramos útil no únicamente aquellos recursos que se utilizan en la actualidad con formatos, diseños y estrategias diversas como pueden ser exposiciones, museos, producciones audiovisuales, prensa, o las adaptaciones para la interpretación de determinados fenómenos o lugares, sino también otras muchas situaciones, hechos, fenómenos o instalaciones que sin tener en su origen una finalidad estrictamente educativa ni de comunicación, pueden ser de utilidad en procesos de aprendizaje de aspectos científico-técnicos o simplemente estimulantes para la aparición de inquietudes hacia el saber y el saber hacer. Hablamos de utilizar todos los recursos de la sociedad a modo de activos útiles para el conocimiento, para el desarrollo del espíritu crítico, constructivo y participativo.

Las estrategias de divulgación científica, por sus características no formales, activas, participativas e incluso lúdicas, deben 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 escolares tradicionales. El reto al que nos enfrentamos se plantea pues desde una doble perspectiva: en la escuela estudiando y proyectando las condiciones necesarias que permitan hacer de ella una institución con capacidad para difundir cultura científica y tecnológica y capaz de aprovechar para sus objetivos educativos los procesos externos de divulgación científica; en el ámbito extraescolar, incorporando orientaciones didácticas específicas 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.

Los destinatarios de la divulgación de la ciencia y la tecnología deben ser, reiterando lo dicho anteriormente, el conjunto de la ciudadanía sin distinción alguna, incluyendo pues todas las edades, nivel de estudios y situaciones de diversidad posibles. No obstante en este documento se enfatizan aquellos aspectos de la divulgación que tienen que ver con los ciudadanos y las ciudadanas en su condición de personas escolarizadas, es decir relacionados directamente con el sistema educativo en cualquiera de sus posibilidades y las interacciones que este pueda tener con el resto

de la población, tratándose de manera tangencial otros aspectos de la divulgación científica y técnica dirigida al gran público desde instituciones, organismos, etc., aún siendo conscientes de la incidencia de estas sobre el colectivo escolar. Esta distinción tiene sentido en cuanto que en la enseñanza formal ya sea en el aula o fuera de ella, existe una clara intencionalidad educativa más o menos planificada y dirigida, ausente en situaciones de enseñanza informal de tipo familiar, donde los procesos de aprendizaje obedecen a otras pautas.

La educación de la ciudadanía y la cultura científica de los escolares es un objetivo compartido desde dentro y fuera de las aulas a cuya consecución debieran converger todas las oportunidades posibles. Cada contexto tiene sus características específicas, esto es: objetivos concretos, organización y presentación de contenidos, metodologías, recursos, lenguajes, agentes implicados, financiación, estructura política, etc., por lo que no se trata de hacer de las clases parques de ciencias ni de convertir los museos en centros escolares, sino de analizar ambas situaciones y avanzar en la optimización de los necesarios puntos de complementariedad y encuentro. El análisis se centra fundamentalmente en la interacción entre lo escolar y lo extraescolar, implicando por ello cambios o ajustes en ambos sentidos:

En el ámbito escolar:

- Sobre las características que debiera tener el currículum escolar, entendiendo este en sentido amplio, para aprovechar lo mejor posible las múltiples oportunidades de aprendizaje que se ofrecen desde los ámbitos extraescolares, incidiendo a la vez en su diversificación y optimización.
- Sobre el sentido y el funcionamiento de la institución escolar en su conjunto para ser capaz de incidir en la mejora de la cultura científica y técnica de la población, ser un elemento dinamizador del conocimiento entre la ciudadanía y ser protagonista en la mejora de la calidad de vida a través de la información, la participación responsable y acción.

En los ámbitos extraescolares:

- Sobre la oferta de actividades y productos que se generan desde los sectores institucionales, empresariales, sociales, etc., que tienen entre sus fines la comunicación y la divulgación científico-tecnológica, para ajustarse a las necesidades de la población escolar, ya sean alumnos y alumnas o profesores y profesoras.
- Sobre aquellos hechos, situaciones, espacios, instalaciones o infraestructuras, etc. que sin tener fines específicamente educativos, suponen oportunidades de interés para generar o potenciar la cultura científica y técnica de los escolares y el profesorado.
- Sobre todas aquellas iniciativas y recursos extraescolares, en la medida en que puedan interactuar con las producciones intelectuales y materiales procedentes de la actividad escolar, ofreciéndoles oportunidades de exhibición, apoyándolas, dándoles acogida, utilizándolas, enriqueciéndolas, adaptándolas a sus ofertas, etc.

Si consideramos que la ciencia es en sentido amplio una producción humana, resultado de la creatividad intelectual, difícilmente la podemos considerar exenta de subjetividad aunque determinados conceptos científicos y procedimientos de trabajo o algunas producciones tecnológicas consideradas de manera aislada, puedan calificarse de neutrales. 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 tendencia de los medios periodísticos a resaltar lo trágico, el conflicto o el sesgo informativo hacia intereses específicos.

Por otro lado no hay que obviar la 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. Estas reflexiones nos llevan a resaltar la importancia de una cultura científica amplia y sólida que debe construirse en el complejo y permanente proceso de aprendizaje en todos los ámbitos, utilizando todos los recursos posibles, para conformar esquemas de pensamiento rigurosos, precisos y, sobre todo, decididos libremente desde la percepción, la discusión, el contraste y la participación.

La amplitud aludida nos lleva a plantear un problema respecto a qué temas son los más idóneos o convenientes de cara a al diseño de políticas y acciones en materia de divulgación, es decir establecer una serie de temas prioritarios sobre los que llamar la atención a la población escolar desde el objetivo básico de conseguir una cultura científico-técnica general. En este sentido podrían establecerse cuatro amplias áreas de contenidos para la divulgación, entendidas no como compartimentos, sino como conjuntos relacionados y compartiendo probablemente tiempos, metodologías, recursos, etc.:

- Un área de contenidos o temas que debe dotar a los escolares-ciudadanos de criterios para tomar decisiones positivas en sentido amplio, es decir relacionadas con aspectos relevantes que deben mejorar la calidad de vida de nuestras sociedades. Aquí cabría tratar los aspectos fundamentales de salud, energía y medioambiente, transporte, comunicaciones, alimentación, etc.
- Otra referida a aquellos aspectos de la ciencia y la tecnología que, por cuestiones esencialmente coyunturales y de oportunidad, son de interés para la población y útiles para interpretar los acontecimientos que suceden en un tiempo y espacio concretos, o son necesarios para comprender la información que circula en una situación dada. Se trata, por ejemplo, de acciones de divulgación en torno a catástrofes de origen natural, a eventos científicos, sucesos noticiables de carácter tecnológico, celebraciones o efemérides etc.
- Divulgación científica de los avances en ciencias básicas y disciplinas más fundamentales como la biología, la Física, la Química o las Matemáticas lo que requiere una búsqueda de información más especializada. Esta divulgación debe cuidarse especialmente en el alumnado de ciencias para generar vocaciones científicas.
- Divulgación científica en otros campos que pueden ser más alejados: macroeconomía, sociología, etc., ligados a otras disciplinas del currículo escolar.

5.2. CULTURA CIENTÍFICA Y EDUCACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD

Los problemas ambientales planetarios, regionales y locales tienen en la educación parte de las herramientas necesarias para solucionarlos, o al menos para encontrar el camino adecuado. Solucionar y prevenir los impactos ambientales que ocasiona el consumo desaforado de recursos naturales por una pequeña parte de la población del planeta o las consecuencias que acarrearán en los ecosistemas la actividad de miles de comunidades con difícil acceso a tecnologías básicas en su vida diaria, no se consigue

sólo con el conocimiento ni siquiera global de los procesos y la toma de conciencia, hay que adentrarse en el ámbito de la comunicación social, la discusión ética, la interiorización de los problemas y las situaciones, la búsqueda de soluciones consensuadas y en este proceso educativo el trabajo de la escuela sigue siendo fundamental pero debe apoyarse en otras instituciones, otros medios y recursos para lograr un acercamiento a estos objetivos. La ciencia y la tecnología han mostrado con frecuencia, en sus análisis y producciones, una posición ambivalente, a veces bienhechoras por dar soluciones eficaces, otras generadoras de riesgos o responsables de conflictos. La sociedad elogia sus progresos en el bienestar de la humanidad, pero también la acusa por sus implicaciones en el 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 se llama 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 posición de la ciencia ante conflictos sociales y humanitarios, su incertidumbre ante determinadas situaciones o las relaciones ciencia-política-capital, deben ser tratadas desde la cultura científica en la escuela 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.

En este sentido, el Manifiesto por una Educación para la Sostenibilidad¹³ señala que *“...las estrategias y recursos de divulgación en ciencia y tecnología deben prestar atención de forma sistemática a la situación de los problemas ambientales a diferentes escalas, con el fin de proporcionar su percepción correcta y fomentar actitudes y comportamientos favorables para el logro de un desarrollo sostenible. Se trata de aprovechar todas las oportunidades para contribuir a formar ciudadanas y ciudadanos conscientes de la gravedad y del carácter global de los problemas y preparados para participar en la toma de decisiones adecuadas”*.

5.3. 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.

¹³ Compromiso por una Educación para la Sostenibilidad, manifiesto consensuado y aprobado como parte de las conclusiones del III Seminario Ibérico CTS en la Enseñanza de las Ciencias, celebrado en la Universidad de Aveiro (Portugal) los días 28, 29 y 30 de junio de 2004.

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.

El uso escolar de los medios de comunicación y de la información que estos ponen a disposición, exige adecuar ambos ámbitos para que el resultado de la interacción vaya en la dirección del aprendizaje y de la cultura científica, lógicamente con consecuencias enriquecedoras en ambas direcciones como caracteriza a toda interacción. El sector de población escolar es muy específico y no cabe esperar que los medios, diversos y heterogéneos como ya se ha comentado, se impliquen en divulgación científica infantil y juvenil, y menos aún que exista una revista o un programa especializado para una banda de edad en la que son otros temas los que atraen y en definitiva son los que avivan el mercado. Sin embargo los medios públicos sí creemos que deben atender este aspecto de la cultura, como servicio público que son, y provocar desde su calidad la incorporación paulatina de este tipo de secciones o programas en los medios privados. *Se constata la escasez de programas educativos con contenido científico en la televisión destinados a los jóvenes y sobre todo a los más pequeños.* Con respecto al sector juvenil e infantil, salvo algún “dominical” suelto o un programa educativo general emitido a horas impropias, *los medios siguen sin plantearse la importancia que tiene la información de corte científico en la educación de los más jóvenes.*

Por ello, en las discusiones del Comité se apuesta por la defensa del la televisión y la radio andaluza públicas como canales para la divulgación de la ciencia y la tecnología, cumpliendo sus cometidos de medios de comunicación de calidad al servicio de la cultura y por encima de sus competencias en audiencia con otros medios privados. En la misma línea pensamos que el recién creado Consejo Audiovisual de Andalucía abre una buena oportunidad para llegar a acuerdos con la administración educativa sobre la necesidad de mejorar la divulgación y educación científica y técnica, erradicar la pseudociencia, en base a programas rigurosos, de calidad y emitidos en horario adecuado.

Hay que valorar muy positivamente los esfuerzos que realizan distintos profesionales para mantener programas divulgativos de ciencia, medio ambiente, salud, etc. en los medios de comunicación públicos y las posibilidades que ofrecen al sistema educativo para su utilización. Destacar los programas de Espacio Protegido y Sierra de Canal Sur TV. y el programa de radio El Observatorio. Asimismo el vehículo escrito y digital de ciencia y tecnología Andalucía Investiga. Además de excelentes medios de información y divulgación son potentes recursos para el aprendizaje con los que, a pesar de las dificultades expuestas en apartados anteriores, podemos llevar al aula multitud de temas para la discusión y el aprendizaje.

Con carácter general se cree necesario:

- Al menos en los canales de TV pública, la inclusión en horario adecuado de programas educativos y de divulgación de ciencia y tecnología específicamente diseñados para las edades de adolescencia e infancia, que tengan en cuenta las necesidades y exigencias de información, de comunicación y aprendizaje de estas franjas de edad.

- La presencia de un mayor número de divulgadores científicos y de periodistas especializados en los medios de comunicación, así como la creación de equipos multidisciplinares para el asesoramiento en materia de información y divulgación de ciencia y tecnología en los principales medios de comunicación.
- El fomento de la promoción pública de las agencias de prensa especializadas en temas de divulgación científica que garanticen la presencia de esta clase de noticias en los medios de comunicación.
- Crear canales de comunicación estables entre el ámbito de la ciencia y el periodismo, facilitar encuentros periódicos, investigaciones conjuntas.
- Promover la creación de equipos de trabajo mixtos, formados por profesionales de la enseñanza, del periodismo y divulgadores de ciencia y tecnología con el fin de profundizar en las condiciones para mejorar el uso de los medios de comunicación en el aula, el uso de las nuevas tecnologías para la información, el trabajo periodístico como procedimiento de aprendizaje, etc. La producción de recursos audiovisuales desde la escuela es otra de las cuestiones complejas que tendría en estos equipos el tratamiento idóneo.
- Profundizar en aquellos elementos que hacen de la información en los medios de comunicación recursos útiles para el aula: terminología adecuada, rigor científico, claridad, conectar con el currículo, creando interrogantes, planteando dudas. Adecuar al nivel del alumnado, no se trata de emplear un lenguaje coloquial, sino todo lo contrario, totalmente científico, pero con un carácter didáctico: explicando cada término y cada concepto,...
- Las empresas de información, y sobre todo las de carácter público (RTVE, RTVA) deberían ofrecer gratuitamente todas las producciones y emisiones científicas, de divulgación, etc. enviando catálogos, cubriendo pedidos, colgándolos en la red, etc.

También puede ser interesante:

- Utilización de figuras relevantes en el campo de la ciencia o la tecnología a modo de modelos publicitarios, entendido en el sentido noble del término, es decir utilizar el atractivo personal del científico para centrar la atención del público hacia la actividad creadora e investigadora, para publicitar una tarea profesional y los logros que esta trae consigo. Es evidente el peso mediático que generan los premios literarios, cinematográficos o en diseño y moda, respecto de los hombres y mujeres que se dedican a la investigación, la innovación o la creación tecnológica, desequilibrio al que quizás habría que hacer frente con propuestas imaginativas en el ámbito de la publicidad, el protagonismo de personalidades concretas, hechos ligados a historias vitales, etc.
- Ampliar los contenidos temáticos que mayoritariamente tratan los programas documentales de las cadenas de televisión, equilibrando los temas de naturaleza con otros de tecnología, historia de la ciencia, ciencias experimentales, biografías, medicina y salud, etc.
- Valorar la inclusión de secciones didácticas en la prensa, resolución de actividades, juegos sencillos, experimentación, montaje de artefactos, etc.
- Creación de estructuras (departamentos, gabinetes, oficinas, etc.) de mediación entre el saber científico o la producción investigadora de la

universidad y las necesidades de información de la población, en las que profesionales de la información y la comunicación especializados en ciencia y tecnología dan a conocer las líneas o los resultados de las investigaciones que se llevan a cabo en los departamentos universitarios, al menos de aquellos que se prestan, y transmiten opiniones desde la universidad cuando se produce una demanda social de información en torno a un suceso o un tema de actualidad. Algunas universidades tienen su propio gabinete de comunicación que prepara la información científica para su uso en el campo periodístico.

Los medios en la escuela

Hay total acuerdo en que los medios de comunicación aportan una gran cantidad de información en diferentes formatos y que constituyen un conjunto de recursos de enorme trascendencia, por ello, con independencia de lo anterior y para que los medios de comunicación y la información que estos generan sea útil en el aula el Comité considera que:

- Es importante que los inicios en el tratamiento de la información desde una perspectiva educativa, optemos por noticias contextualizadas en lo geográfico, cuya cercanía o ubicación geográfica no sólo sea fácil sino que exista posibilidad de conocerla. Es también conveniente poder poner cara a las informaciones, humanizarlas, reconocer aún en el anonimato a los protagonistas. Ganar significatividad a través de la cercanía y la proximidad social.
- Utilizar algunas noticias y el tratamiento de los acontecimientos para poner de manifiesto la incertidumbre de la ciencia respecto de la solución de los problemas, los procesos de búsqueda que encierran determinadas secuencias hasta ofrecer una solución, la riqueza que supone contar con opiniones diferentes o encontradas, etc...o por el contrario la debilidad de afirmaciones tajantes, soluciones definitivas o respuestas inequívocas.
- Tratar los 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.
- La escucha en el aula del programa de radio El Observatorio es un buen modelo para organizar en el aula o en el centro emisiones de radio escolar no solamente para uso interno, sino para unir a las programaciones de radio locales. *“desde una asignatura llamada Información y Comunicación adscrita al Departamento de Lengua y Literatura se realiza una experiencia de radio que además de divulgar temas literarios a nivel local, es un poderoso elemento de conocimiento, pues los alumnos, para salir bien, lo preparan concienzudamente y así lo asimilan mejor, además de que se acostumbran a hablar en público... ¿por qué no se hace en ciencias?...”*

- Se plantea la necesidad de que la revista Andalucía Investiga debe llegar a todos los centros escolares, pues es en la actualidad un buen recurso informativo en este campo.
- Promover investigaciones sobre el uso de los medios de comunicación en el aula, con distintos formatos y estrategias, etc. Los Centros del Profesorado podrían alentar en este sentido creando marcos atractivos, invitando a profesionales de los medios para asesorar equipos de trabajo,...
- Mejorar los sistemas de información que llegan a los centros educativos sobre ofertas y recursos de ciencia y tecnología. Mejorar en su conjunto las redes y la distribución de la información científica y técnica, y sobre todo de actividades educativas.
- Un ejemplo puntual de querer y no saber o no poder... el uso de los equipos de medición y control ambiental que existen en algunos lugares de las grandes ciudades. ¿dónde está la información relacionada con estos equipos?, ¿cómo acceder a la misma y utilizarla...?
- Edición de un boletín en soporte electrónico y papel que aglutine la información en al campo de la divulgación

Sobre la publicidad como recurso

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 científismo 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.

5.4. 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 muy amplia y diversa, 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 calidad y potencial didáctico. Los juegos para ordenador, consola o en red son otro laberinto lleno de posibilidades en este sentido.

Otro ámbito a tener muy en cuenta es el del juguete educativo o “científico”, en el que existe igualmente la variedad propia de un mercado en auge: kits para la “investigación” en ciencias de la naturaleza, anatomía o arqueología, equipos de microscopía, observación celeste, maquetas, arquitecturas, colecciones de minerales, conchas o mariposas de tipo “escolar”, puzzles y otros entretenimientos con “soporte científico y tecnológico” como el cubo de Rubik, el yo-yo, el caleidoscopio, mecanos, maquinarias, etc. son oportunidades muy apropiadas para facilitar de una manera atractiva el acercamiento al conocimiento científico.

El sector profesional de la enseñanza debe profundizar y mejorar su incidencia en estos ámbitos, no sólo ***a nivel de diseño y producción*** (es muy escasa la producción española en este sector en comparación con otros países europeos), sino también en la presentación de los productos, las operaciones de mercadotecnia, etc., creando espacios técnicos específicos en base a formación e investigación adecuadas, ***ampliando la proyección educativa de las iniciativas comerciales*** (sobre todo en las fechas claves), etc. Una iniciativa interesante es la puesta en marcha por algunas grandes superficies, basadas en la creación de lugares específicos en los que se presentan juegos, juguetes y libros de divulgación a modo de talleres de aprendizaje, en los que, a horas de fuerte entrada, un monitor o una monitora desarrolla programas de animación que tienen lógicamente fines comerciales pero que además inciden en los intereses y ocupación del tiempo de los niños y niñas que se acercan a él. Otra en sentido contrario es la invasión de colecciones de animales o recreaciones paleontológicas (“dinosaurios” en sentido amplio) que no sólo son reproducciones de escasísima calidad sino que están desprovistas de cualquier información respecto de la especie y otras características zoológicas o ecológicas y que podrían ser una buena oportunidad para facilitar a las familias o a los propios niños y niñas conocimientos básicos sobre biodiversidad, problemas de extinción, características ecológicas, etc. (en las navidades de 2005 una simple pero exhaustiva observación en centros comerciales, puso de manifiesto que sólo una marca alemana incluye una pequeña ficha con información del animal en cuestión).

En cualquier caso desde aquí planteamos la necesidad de ***valorar lo existente y en lo posible incidir desde lo educativo en la producción, comercialización y utilización de estos recursos***.

Por parte de las editoriales se deberían elaborar materiales de apoyo didáctico, orientaciones para el uso escolar de aquellas publicaciones que se presten a ello, al menos insertar unas páginas dirigidas al profesorado en este sentido.

5.5. 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 al desarrollo de la cultura científica y técnica de la población y concretamente de la población escolar. Vamos a centrarnos en algunos de ellos que si bien no tienen entre sus objetivos la divulgación ni la alfabetización, sí pueden y deben en un estado general de necesidad como el que tenemos contribuir a estos fines:

- Centros de Investigación e Innovación.
- Las universidades
- Instituciones y empresas públicas.
- Intervenciones en el territorio.
- Ferias y Exposiciones Profesionales.
- Investigaciones de campo, otro recurso útil.

Centros de Investigación e Innovación

Los centros de investigación no son siempre proclives a la divulgación de sus tareas y producciones, salvo las propias de comunicación e intercambio de información dentro del colectivo social e institucional específico. Entre las excepciones hay que destacar las actividades de los centros de investigación del CSIC que mediante exposiciones itinerantes, jornadas de “puertas abiertas”, conferencias, etc., devuelven a la sociedad en forma de cultura científica el apoyo que esta ofrece a la investigación pública.

Sería de gran interés la ***generalización de estas actividades en todos los centros de investigación incluyendo los privados***, avanzando en su dimensión didáctica, ***incorporando expertos en educación y divulgación a los equipos de investigación, evaluando y dando a conocer resultados, mejorando la coordinación con los destinatarios, abriendo líneas de investigación en los campos de la comunicación y la divulgación, incorporando espacios educativos en sus páginas web***, etc.

En su máxima expresión organizativa y urbanística, los ***Parques Tecnológicos*** ya sean generalistas o específicos (agroalimentarios, de nuevas energías, de automoción y transporte, ambientales, etc.), suponen excelentes oportunidades para apoyar y generar instalaciones e iniciativas de orientación divulgadora y educativa, centradas en aquellos aspectos de ciencia y tecnología más cercanos al sector o sectores en cuestión. En este sentido hay tímidos ejemplos en Andalucía y ***sería deseable que en el desarrollo de los ya proyectados o en el diseño de los venideros, la variable educativa estuviera presente en las decisiones a tomar.***

Las universidades

En la actualidad son todavía escasas las experiencias de divulgación científica y técnica desde las universidades ya que no es frecuente que la cultura científica sea percibida como objetivo fundamental. Sin embargo los fines sociales de estas instituciones debieran traspasar las acciones ya consolidadas de formación e investigación, incidiendo de manera más atrevida y eficaz en el desarrollo de una cultura científica para todos. Además de ***la divulgación de sus líneas de investigación por medio de los distintos medios de comunicación o la celebración de jornadas temáticas, ciclos de conferencias o días de puertas abiertas***, existen otras opciones quizás no tan espectaculares pero que pueden incidir favorablemente en los procesos educativos escolares.

Planteamos aquí unos ejemplos que tienen como única condición la buena disposición de las partes en relación, es decir la universidad y el sector educativo y un mínimo reconocimiento de los agentes implicados, ya sea cubriendo créditos de formación para profesorado o de libre configuración para alumnado, estimulando a los alumnos y a las alumnas de enseñanza no universitaria en los procesos de evaluación, o empleando otras fórmulas semejantes de reconocimiento académico.

Una opción factible es la ***movilización de equipos de alumnos y alumnas de segundo ciclo para realizar tareas de divulgación en centros educativos***, en formato taller u otro similar que permita las relaciones humanas entre niveles educativos tan diferentes y la proyección de los conocimientos universitarios a prácticas escolares en un ambiente de intercambio entre iguales: alumnado de arquitectura desarrollando talleres de maquetación en una escuela, alumnado de Física monitorizando unas jornadas de observación celeste, o de ingeniería montando un laboratorio agrícola en un instituto.

Otra opción atractiva es ***utilizar las parcelas de experimentación o las instalaciones de prácticas de universidades o centros de investigación, como campos temporales de aprendizaje para niveles educativos escolares e incluso como lugares de visita con fines divulgativos para el gran público***. (parcelas de prácticas e investigación de I. Agrónomos, I.T. Agrícolas, I. De Montes, Veterinaria, Ciencias del Mar, etc.)

Instituciones y empresas públicas

Este conjunto de recursos tiene entre sus objetivos u obligaciones la generación de bienes o prestación de servicios públicos y con frecuencia utilizan distintas aplicaciones tecnológicas -a veces alta tecnología- para desarrollar sus cometidos. 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, etc., un enorme patrimonio público que debería contribuir de forma mucho más activa, intencionada y planificada a la formación científica básica de la población.

Las experiencias existentes en este sentido pertenecen casi exclusivamente al ámbito local, a empresas municipales que desarrollan programas educativos de tipo ambiental relacionado con la actividad o servicio que prestan a la ciudadanía: recogida domiciliar de residuos, abastecimiento y tratamiento de agua, mercados de abastos, etc., experiencias en todo caso minoritarias en el contexto andaluz, sesgadas hacia objetivos muy restringidos y de resultados poco contrastados.

Entre los obstáculos existentes para hacer de estas empresas verdaderos recursos para el aprendizaje, se aducen cuestiones de tipo presupuestario, organizativo, ausencia de formación pedagógica en sus organigramas, riesgos en las instalaciones y procesos, etc., pero sobre todo la percepción de que los temas educativos son responsabilidad de otras instituciones y organismos. Un ejemplo que puede ilustrar estas dificultades es el uso educativo de las instalaciones del ciclo del agua urbano, concretamente las estaciones de tratamiento para potabilización o depuración (ETAP y EDAR), infraestructuras tradicionales en los programas educativos de las ciudades medias que ya han superado el debate sobre la idoneidad o no de recibir visitas, generalmente grupos de escolares y universitarios, pero siguen sin superar deficiencias evidentes en lo pedagógico: no disponen de material didáctico específico, los programas adolecen de ajuste curricular (conexión escolar, planificación conjunta, evaluación, etc.), las instalaciones no disponen de adaptaciones educativas (los procesos son cada vez más ocultos, falta accesibilidad física y cognitiva, no hay elementos de interpretación, etc.), las empresas no disponen de personas con formación específica en comunicación y educación, las visitas están descontextualizadas respecto del funcionamiento urbano e incluso del conjunto del ciclo hidrológico.

La recomendación básica en este apartado se centra en el ***análisis pormenorizado de cada caso con la consideración general de hacer de los servicios, instalaciones, procesos, etc. recursos para apoyar el trabajo educativo de los centros educativos y mejorar la cultura científica y técnica de la población en general.*** Algunas orientaciones comunes pueden ser:

- ***Incorporar a la estructura técnica de la empresa (recursos humanos) personal cualificado, del ámbito de las ciencias de la educación, para que en coordinación con los cuadros técnicos (químicos, ingenieros, etc.) puedan abordar los aspectos educativos y divulgativos con ciertas garantías.***
- ***Aplicar estrategias, instrumentos, técnicas, diseños, etc. para hacer accesibles los procesos, las instalaciones y los elementos con relevancia educativa, accesibilidad Física y cognitiva, considerando de forma equilibrada las normas básicas de seguridad, secreto industrial y accesibilidad.***
- ***Implementar en el diseño de los programas educativos los mecanismos necesarios que aseguren la coordinación con las necesidades curriculares de los centros escolares, sus perspectivas de aprendizaje, sus posibilidades y limitaciones administrativas y de organización, las opciones profesionales del profesorado, etc.***
- ***Acceder a, o crear por iniciativa propia, sistemas de información ágiles que permitan conocer experiencias similares en otros ámbitos geográficos, de otras empresas, manteniendo frescura y actualidad en las ofertas que se pongan en marcha. Igualmente en el campo de la investigación didáctica, buscando la coherencia de las estrategias educativas con las investigaciones que se van sucediendo sobre los procesos de aprendizaje, la comunicación y la participación social, el diseño de recursos didácticos, etc.***
- ***Incorporar a los programas instrumentos didácticos que permitan conocer la marcha de las actividades, obtener información para tomar decisiones sobre los propios programas, los materiales empleados, la participación y percepción de los destinatarios, etc.***

- ***No perder la perspectiva de complejidad y globalidad de los procesos en los que se encuentra la actividad técnica o científica de la empresa o del servicio en cuestión, es decir contextualizar en el conjunto de la ciudad, del ciclo del agua, del sistema de comunicaciones, de los movimientos de mercado nacional, etc., según los casos.***
- ***En el caso en que la actividad educativa se lleve a cabo con intermediación de una empresa de servicios educativos, un colectivo de monitores o similar, concretar en el pliego de condiciones exigencias de tipo pedagógico que garanticen la coherencia y la calidad de los programas, al menos en las cuestiones relacionadas con las cuatro últimas orientaciones.***

Intervenciones en el territorio

Las administraciones bajo cuya responsabilidad e iniciativa se realizan intervenciones de cierta importancia en el territorio (v.g. grandes obras), a distintas escalas, y en las que se ponen en juego y se “visualizan” conocimientos científicos y técnicos relevantes, deberían ***acometer planes y programas para la elaboración de recursos educativos variados y flexibles relacionados con dichas intervenciones***, que sirvieran de apoyo a los procesos educativos en contextos formales y también para la mejora de la cultura científica y técnica de la población en general.

Hablamos de ***documentos informativos con proyección didáctica, pequeñas guías para la interpretación, aplicaciones informáticas, etc., o sitios específicos en las páginas web correspondientes, de las que el profesorado y el alumnado pudieran extraer la información necesaria para ampliar las oportunidades de aprender en base a los acontecimientos que transforman y mejoran el territorio..***

Sería también de gran interés abrir la posibilidad de que las propias ***intervenciones se conviertan en recursos educativos que se puedan visitar, al menos en sus fases de ejecución menos arriesgadas o mediante la habilitación de zonas específicas, instalaciones especializadas***, etc. Concretamente y a modo de ejemplos nos referimos a situaciones como:

- Construcción de grandes infraestructuras (autovías, líneas de energía, ferroviarias,...)
- Complejos industriales, portuarios, logísticos, macromercados,...
- Planeamiento urbanístico, grandes operaciones urbanas,...
- Instalaciones y equipamiento ambiental como depuradoras, plantas de tratamiento de residuos, actuaciones correctoras como restauraciones paisajísticas, reforestaciones, etc.
- Obras singulares como recuperaciones patrimoniales, demoliciones, construcción de complejos comerciales, culturales, deportivos o de ocio.

Desde nuestro punto de vista, dadas las carencias de interés y motivación del alumnado y la dificultad de hacer atractivo el aprendizaje en determinados ambientes escolares, creemos que estas intervenciones, que a menudo adquieren el formato de obras espectaculares, no deben pasar desapercibidas para el mundo educativo. El “derroche” de ciencia y tecnología que suponen la construcción de un túnel en una autovía, las canalizaciones para regadío de una comarca o la ampliación de un estadio de fútbol, debe tener una proyección social más allá de los beneficios que conlleva ya la propia intervención.

En relación a los presupuestos que se manejan en estas intervenciones, la elaboración y edición de recursos educativos y divulgativos suponen un coste insignificante, y no

sólo publicitan las actuaciones de las administraciones, único objetivo que se cubre en el mejor de los casos, sino que abren la posibilidad de motivar a los jóvenes hacia el campo de las tecnologías y las ciencias, aplicadas a situaciones concretas de evidente beneficio social.

Ferias y Exposiciones Profesionales

Son eventos donde se expone directamente ciencia y tecnología, normalmente de carácter temático y circunscritas al ámbito empresarial correspondiente. Su objetivo es básicamente comercial y demostrativo de los avances que cada sector realiza en el tiempo que media entre una feria y la anterior, en ellas se buscan clientes, intercambio de información, posiciones en el mercado, etc. Es frecuente la celebración de jornadas técnicas complementarias a la exposición, en las que se actualizan conocimientos científicos, tecnológicos, publicitarios, económicos, ...

La proyección educativa se circunscribe al estricto ámbito empresarial, no obstante creemos que constituyen otra interesante oportunidad para extender sus consecuencias de aprendizaje 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 aceite o del agua,..., se prodigan en el territorio andaluz, siempre con la participación de la administración cuando no es la administración misma por medio de las distintas Consejerías, la que toma la iniciativa.

Se trataría de ***incorporar sesgos educativos dirigidos a la población escolar y a la ciudadanía en general***, quizás en un principio a nivel experimental y con profusión publicitaria para ganar la confianza del sector empresarial en cuestión, pues parece estar ahí uno de los principales escollos. Algunas de las actividades en este sentido podrían ser:

- ***Sesiones informativas y formativas para el profesorado.***
- ***Edición de materiales educativos específicos.***
- ***Visitas guiadas para alumnado y profesorado.***
- ***Demostraciones experimentales a escala escolar.***
- ***Montaje de stand de atención preferente a la población escolar.***

Investigaciones de campo, otro recurso útil

El Comité recoge y toma en consideración en este apartado una propuesta de interés centrada en las múltiples investigaciones que se llevan a cabo en entornos abiertos y que podrían, con sencillos programas de coordinación con la tarea escolar, servir como acciones de divulgación y educación científica y técnica, ya sea en base a visitas a los lugares de trabajo, utilización de los técnicos como recursos complementarios en el aula, elaboración de material didáctico, etc. De entre los muchos ejemplos queremos destacar algunos más o menos populares que pueden servir de referente:

- Campañas o programas de excavaciones arqueológicas. En la mayoría de los casos pasan desapercibidas y sólo trascienden a la población cuando los hallazgos son de excepcional interés científico o son susceptibles de convertirse en reclamo turístico. En cualquier caso ***los procedimientos de trabajo que se ponen en práctica en una excavación por muy simple que sea y los resultados, pueden ser muy útiles en el terreno educativo***, y la mayoría de las veces este uso solamente requiere contactar con la administración competente y los investigadores directores del estudio. ***Las Delegaciones de Cultura o los departamentos universitarios en***

cuestión –o en su caso los Gabinetes de Bellas Artes- podrían también dar los pasos necesarios en esta dirección.

- Campañas o programas de control e inspección veterinaria. Son acciones profesionales más o menos rutinarias que se ciñen a objetivos de sanidad animal, visitando explotaciones agropecuarias para el cumplimiento o vigilancia de determinados requisitos sanitarios: vacunas, análisis, plagas, control alimentario, etc. ***La visita en nuestro centro escolar de los técnicos que realizan estas tareas o la visita de nuestro grupo-aula a una de las granjas y laboratorios donde se llevan a cabo las inspecciones y posteriores análisis son sin duda actividades que faciliten las necesarias conexiones entre el saber científico y la solución de problemas ambientales básicos.***
- Investigación ambiental en espacios naturales. De la importancia de esta faceta de la investigación da cuenta el elevado número de grupos de investigación y convenios con universidades y otras instituciones que firman cada año las distintas Consejerías, sobre todo la de Medio Ambiente, proyectos de investigación de muy distinta índole centrados en problemas o cuestiones relacionadas con el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, la protección de la fauna y la flora o el impacto ambiental, por poner algunos ejemplos. En cualquier caso ***constituyen excelentes oportunidades para la divulgación científica, concretamente dirigida a la población escolar,*** oportunidades que se aprovechan en contadas ocasiones y priorizando objetivos publicitarios sobre los educativos.

5.6. LA DIVULGACIÓN AMBIENTAL: USO PÚBLICO EN ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS, EQUIPAMIENTOS AMBIENTALES Y JARDINES BOTÁNICOS, EL PATRIMONIO GEOLÓGICO

Nuestras leyes básicas de protección de la naturaleza son la 2/89 y la 4/89. La primera establece los espacios naturales sometidos a protección ambiental y determina los instrumentos para su gestión, en ella se manifiesta de manera explícita la necesidad de conectar estos espacios con la sociedad mediante una serie de programas que deben definirse en los Planes Rectores de Uso y Gestión propios de cada espacio protegido. Dentro de estos, los programas de Uso Público son los que recogen en sentido amplio las funciones sociales de los espacios protegidos, funciones que aglutinan usos culturales, recreativos, de ocio, de divulgación y educación ambiental, etc. Para su desarrollo la Consejería de Medio Ambiente acometió hace dos décadas un vasto plan de dotación de instalaciones y equipamientos muy diversos en las que apoyar el desarrollo de las actividades de Uso Público, instalaciones que en la actualidad superan el millar repartidas entre los 127 espacios protegidos que existen en Andalucía, entre Parques Naturales, Parajes Naturales, Reservas, Monumentos y otras modalidades de protección. Los equipamientos son muy variados, desde senderos o miradores a jardines botánicos, aulas de la naturaleza, centros de visitantes, ecomuseos o centros de recuperación de aves.

Las actividades de esta red de equipamientos, conectada a la red de espacios naturales protegidos de Andalucía (RENPA) se dirigen a todo el público con la finalidad de *“acercar a los visitantes a sus valores naturales y culturales de una forma ordenada, segura y que garantice la conservación y la difusión de tales valores por medio de la información, la educación y la interpretación ambiental”*¹⁴. Son por tanto instalaciones muy importantes en el conocimiento de los aspectos ambientales (ecológicos, geográficos, etnológicos, etc.), no sólo de los espacios protegidos, sino de

¹⁴ Consejería de Medio Ambiente (2003) Gestión del Uso Público en la RENPA. Estrategia de Acción.

las áreas territoriales más amplias en los que se insertan, y las actividades que se realizan en ellos son con frecuencia las únicas experiencias de acercamiento al entorno natural que tienen los escolares en los contextos de la educación formal. Las características de tipo logístico y curricular que rodean a las visitas y actividades educativas en los espacios protegidos o en las instalaciones de uso público son muy variadas, desde la iniciativa del profesorado que dirige y desarrolla directamente la actividad apoyada en material elaborado por el propio equipo de profesores y profesoras, hasta la utilización de monitores y empresas del sector privado en cuyas manos se deja toda la organización y desarrollo de la actividad.

En general en estas situaciones las relaciones entre los escolares y la realidad ambiental está mediada, entre otros aspectos, por una serie de recursos: los materiales divulgativos y didácticos (folletos, cuadernillos, guías impresas, aplicaciones informáticas, etc.), el profesor o la profesora cuando hace de guía, los guías contratados o propios de la instalación equipamiento, y los elementos específicamente diseñados para facilitar el aprendizaje y la interpretación como son los elementos expositivos, módulos interactivos, objetos diversos en exposición, multimedia, modelos y recreaciones, etc.

El aprovechamiento educativo de las instalaciones y equipamientos de uso público y con ello de la información científica, técnica y ambiental en sentido amplio que estos ofrecen, depende en gran medida de los recursos ajenos al profesorado ya que dados los problemas y obstáculos vistos en los apartados anteriores, el profesorado o no dispone de las herramientas necesarias para diseñar y desarrollar acciones de enseñanza-aprendizaje idóneas para rentabilizar las visitas o estancias en los mencionados equipamientos, o no las puede poner en práctica.

Por ello ***la planificación, diseño y gestión del uso público, al menos en sus aspectos más relacionados con la educación y la interpretación ambiental dirigida al ámbito escolar, deberá tomar conciencia de los problemas y necesidades de este sector de población usuaria y ajustar sus acciones a esta demanda.*** Este ajuste implica ***incorporar el factor pedagógico a todos los elementos del uso público o bien desarrollar programas específicos para la educación, la divulgación ambiental, la interpretación,*** etc. inexistentes en la actualidad en los espacios naturales protegidos.

Los documentos consultados, tanto de la administración como de expertos independientes, no coinciden en la definición de las relaciones entre educación y uso público, para unos las infraestructuras de uso público sólo deben ser facilitadoras del desarrollo de la educación ambiental que debe ser diseñada y ejecutada por agentes externos: profesorado de los centros escolares, guías de empresas, intérpretes, etc., para otros el uso público debe ser en sí mismo una estrategia dinamizadora y generadora de iniciativas para el público que visita el espacio protegido y sus instalaciones o equipamientos. En cualquier caso resulta en este sentido esperanzador que uno de los instrumentos para la gestión del uso público establecidos en su Estrategia de Acción por la RENPA¹⁵ es la educación y la interpretación ambiental, y entre sus directrices establece la necesidad de *“diseñar equipamientos, servicios y actividades bajo objetivos y técnicas educativas previamente definidas...”* y que *“considerando que los contenidos educativos son inherentes al uso público, en todos los equipamientos y no sólo en los informativos, se dispondrá de medios para cubrir la función educativa, ya sea mediante medios interpretativos, programas específicos o servicios especializados”*. En cuanto al material didáctico se señala que *“los colectivos*

¹⁵ Consejería de Medio Ambiente (2003) Gestión del Uso Público en la RENPA. Estrategia de Acción.

educativos podrán disponer de una Guía de explotación didáctica de cada espacio protegido”.

La misma Estrategia de Acción asume la necesidad de actualizar y formar al personal que realiza las tareas de guía e intérprete, así como la colaboración de la Consejería de Medio Ambiente y la Consejería de Cultura para realizar trabajos conjuntos de difusión y puesta en valor del patrimonio cultural natural. Resulta sin embargo sorprendente que no se haga mención a una colaboración con la Consejería de Educación que probablemente podría aportar información de interés en cuanto al diseño, funcionamiento y evaluación de estas propuestas educativas.

Con independencia de la evolución que sigan los programas de uso público en los espacios protegidos y a tenor de las evaluaciones que se han manejado para la redacción de este documento¹⁶, este Comité ve necesario:

- ***Incorporar en los equipos técnicos de la Dirección General competente en la gestión del Uso Público a personas con formación y experiencia en los ámbitos de la educación e interpretación, conocedoras de las dinámicas de aprendizaje y de las características del sistema educativo.***
- ***Reforzar las relaciones con las áreas técnicas y de gestión de la Consejería de Educación, activando programas de acción conjunta que superen y mejoren las puntuales colaboraciones que se dan actualmente.***
- ***Implementar y desarrollar programas dirigidos específicamente al sector educativo basados en la participación de los docentes, la elaboración de materiales adecuados, promoción de actividades de apoyo a la tarea escolar, creación de estructuras útiles para la discusión y el aprendizaje de alumnado y profesorado.***
- ***Desarrollo de instrumentos de apoyo técnico y económico a los centros escolares y al profesorado para la realización de actividades educativas en los espacios protegidos de forma sostenida y sometida a evaluación.***
- ***Potenciar la participación del sector educativo en los órganos de representación y participación de los espacios protegidos, dando entrada a los Centros del Profesorado, colectivos de docentes, Consejos Escolares, y otras entidades relacionadas con la educación.***
- ***Incorporar en el diseño de instalaciones y recursos la perspectiva pedagógica, referenciada en las informaciones y conclusiones que aporta la investigación del campo educativo.***
- ***Abrir líneas de investigación acerca de la incidencia de las actividades del Uso Público en la mejora de los conocimientos, los procesos de aprendizaje escolar, la actitud y compromiso de los escolares respecto del espacio protegido y el medio natural en general, sobre las estrategias docentes del profesorado, etc., todo ello para poder tomar decisiones tanto en los diseños, como en la gestión.***

¹⁶ Guerra, F.J. (2001). Estudio Diagnóstico Estrategia Andaluza de Educación Ambiental. Uso Público e Interpretación de los Espacios Naturales Protegidos de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente (2001)

- ***Potenciar los instrumentos de formación y actualización de las personas que realizan de forma directa las actividades con los escolares, tanto a nivel de empresa pública, como en el sector privado.***

Centros de educación ambiental

Son recursos del medio que por sus características particulares hemos preferido tratarlos de forma individualizada ya que si bien forman parte en buen número de los programas educativos y de divulgación de los espacios naturales, también los hay que realizan su actividad en otros ámbitos territoriales y en general siguen líneas de trabajo diferenciadas del conjunto del uso público. Nos referimos en este apartado a las aulas de la naturaleza, aulas del mar, granjas escuela y jardines botánicos, instalaciones en las que un equipo de personas desarrolla en base a un programa más o menos definido actividades de conocimiento de la naturaleza y concienciación ambiental, y en los que priman metodologías lúdicas, de participación y convivencia.

Son equipamientos en su mayoría privados, excepto los jardines botánicos, cuyos programas se ofertan fundamentalmente a la población escolar. Como en el caso anterior, también las visitas a estos equipamientos forman parte sustancial de las experiencias extraescolares del alumnado en las áreas de conocimiento del medio de Educación Primaria y en menor medida de las ciencias de la naturaleza en Educación Secundaria, lugares en los que la interacción de la realidad natural con los escolares suele ser, además de directa, profunda y llena de significatividad, y en muchos casos las únicas experiencias de carácter dinámico, activo e investigativo que realizan los niños y niñas a lo largo de su formación escolar.

En esta situación es obvia la ***importancia del tipo de programas y actividades que se ofertan y la formación de las personas que las realizan***, siendo ***fundamental el sistema de relaciones entre el equipamiento y el centro escolar***. Es aquí donde se plantean muchos de los problemas para avanzar en la mejora de las ofertas educativas de los equipamientos, en cómo ajustar los programas y recursos que se ofrecen desde el aula de la naturaleza o la granja escuela, a los centros educativos para hacer de las visitas y estancias, actividades insertas en el trabajo curricular y no convertirlas en tiempos y tareas descontextualizadas de las necesidades y expectativas tanto del alumnado como de su profesorado.

El tema es objeto de debate permanente pues por un lado es exigencia de la administración que apoya económicamente las visitas escolares y por otra es un reto de los equipos que diseñan y desarrollan programas educativos desde los equipamientos. Las soluciones que se plantean pasan por ***mantener programas de colaboración y trabajo conjunto de profesorado y equipamiento***, soluciones que por su envergadura organizativa y costes exceden con frecuencia los recursos económicos disponibles para este capítulo de la educación ambiental y las actividades extraescolares. En este sentido y de forma complementaria a las consideraciones anteriores, el Comité comparte la necesidad de:

- ***Establecer de forma conjunta administración-sector empresarial líneas de seguimiento de la calidad e idoneidad de los programas y actividades que se ofertan al Sistema Educativo desde los centros de educación ambiental, incidiendo en las necesidades de ajuste entre exigencias educativas de alumnado y profesorado, y posibilidades de aprendizaje del equipamiento en cuestión.***

- **Crear una red básica mínima de equipamientos educativos en el entorno, de ámbito provincial y de carácter público, es decir de iniciativa, titularidad, gestión y equipos profesionales públicos, que cubra las necesidades educativas de los centros escolares (con independencia del sector privado y otras ofertas de tipo deportivo, recreativo, turístico, etc.).**
- **Desarrollar líneas de investigación sobre la incidencia de los centros de educación ambiental en el aprendizaje de los escolares y los profesores y profesoras, ya sea en el ámbito de la educación ambiental como en los ámbitos de las habilidades y competencias cognitivas y sociales, y los conocimientos disciplinares relacionados.**
- **Mejorar las condiciones organizativas y normativas de los centros escolares para facilitar el trabajo conjunto con estos equipamientos, así como la realización de visitas y estancias de forma contextualizada y significativa.**

Los Jardines Botánicos

Son equipamientos públicos constituidos en una red íntimamente relacionada con la red de espacios protegidos que, además de objetivos de tipo cultural, recreativo y divulgativo, persiguen otros de carácter educativo y de investigación en cuyos ámbitos desarrollan múltiples actividades de gran interés. Entre sus técnicos suelen contar con personal especializado en el diseño de programas educativos dirigidos tanto al gran público como al sector escolar de diferentes niveles.

La diversidad botánica de Andalucía así como los problemas derivados de su conservación determinan la riqueza de los contenidos sobre los que se centran tanto los espacios de exposición y colecciones, específicos de cada zona donde se ubica el Jardín, como los programas de investigación, conservación y manejo de especies amenazadas, bancos genéticos y otras líneas de trabajo (etnobotánica, agricultura, experimentación en regadío, biodiversidad..) que se llevan a cabo en las instalaciones.

En la actualidad se están desarrollando programas dirigidos específicamente a escolares, con actividades de formación del profesorado como estrategia para acercar las actividades del jardín al currículum, se han editado materiales didácticos en diferentes formatos, se están mejorando las instalaciones y creando otras nuevas en aquellos espacios que aún no están dotados, etc.¹⁷

No obstante aún queda mucho camino por recorrer en cuanto a la **necesaria coordinación entre las Consejerías implicadas (Educación y Medio Ambiente) y el apoyo de otras instituciones a la red (universidades, diputaciones, Consejería de Agricultura,..)**, asimismo son muy necesarios **programas de seguimiento y evaluación, mejorar la formación de monitores dentro de los propios jardines, desarrollar estrategias de aprendizaje en viveros, semilleros y laboratorios, crear instrumentos de divulgación sobre los trabajos de investigación de alto nivel y todo lo relativo a la dotación de infraestructura que facilite la interpretación y el aprendizaje en los senderos y colecciones.**

¹⁷ Rodríguez, C.; Vilches, J.; Renal, S.M^a. (2001). Red de Jardines Botánicos. Espacios para la Conservación de la Biodiversidad. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla.

El patrimonio geológico andaluz

Andalucía tiene un importante **patrimonio geológico** suficientemente explorado y conocido desde el punto de vista de la ciencia geológica pero muy marginado desde la práctica educativa e ignorado con frecuencia desde la investigación didáctica.

El patrimonio geológico se define como un conjunto de lugares que merecen una atención preferente por poseer información relevante para entender la historia geológica regional, es además parte del patrimonio cultural y natural porque aporta claves para comprender no sólo la historia de la Tierra, sino de la vida que en ella se ha desarrollado y la propia historia de la humanidad.¹⁸

La protección de los georrecursos se lleva a cabo desde la legislación ambiental, de patrimonio y del suelo, siendo la primera la que parece ofrecer mayor agilidad en base al uso de los decretos que desarrollan la figura de Monumento Natural (Ley 2/89, Ley 4/89, Decreto 225/1999 y 226/2001), o bien en el marco de los PORN de parques, parajes o reservas naturales. Se trata de un aspecto de la naturaleza en general infravalorado respecto de la fauna y flora y que es representado de manera marginal y deficiente en los diferentes equipamientos de divulgación e interpretación ambiental existentes en la red de uso público de estos espacios¹⁹.

Los casos de Sorbas en Almería, las icnitas de Cambil en Jaén, el museo de paleobotánica de Córdoba o el complejo minero de Río Tinto pueden ser ejemplos que ilustran distintas formas de abordar la interpretación de patrimonio geológico andaluz, todos ellos con importantes debilidades en cuanto a su proyección hacia el sector educativo.

Los aspectos de divulgación científica en torno a la interpretación del patrimonio geológico andaluz y, sobre todo, los aspectos tecnológicos más directamente relacionados con la dimensión socioeconómica del conocimiento geológico como la minería, las aguas subterráneas, el riesgo geológico, el uso de los recursos energéticos, la sismología, etc., debieran formar parte de las preocupaciones de las administraciones y las empresas del sector e incorporarse sin demora a las actividades de publicidad, de divulgación, de educación, etc.

En este sentido el Comité hace suyas las consideraciones ya expuestas en otros foros a la vez que plantea nuevas propuestas:

- ***Incorporar el espíritu de la geoconservación en los programas escolares y de educación ambiental con la misma intensidad con que se realiza en materia de bioconservación, utilizando los mecanismos establecidos para tal fin***²⁰.
- ***Impulsar la componente geológica en la formación y capacitación en el campo profesional de la interpretación ambiental***⁷.
- ***Impulsar el diseño de parques educativos en instalaciones mineras abandonadas, en las que se muestren las características geológicas del lugar,***

¹⁸ Palacio, J. (1999) Patrimonio Geológico: significado e importancia. En Durán, J.J.; Nuche, R. (Editores), *Patrimonio Geológico de Andalucía* (pp. 17-19). ENRESA, Asturias.

¹⁹ Cuello, A. (2000). Tratamiento de los aspectos geológicos en los equipamientos de uso público de espacios naturales protegidos, dos casos en la provincia de Cádiz: Sierra de Grazalema y Los Alcornocales. *Actas del XI Simposio sobre la Enseñanza de la Geología*. Universidad de Cantabria.

²⁰ Villalobos, M. (2001) Estrategias en la protección del patrimonio geológico andaluz. *Revista Medioambiente* 37, 36-41. Sevilla. Consejería de Medio Ambiente

los procesos de extracción y aprovechamientos de los recursos, maquinaria, etc., implicando al sector empresarial correspondiente y a las administraciones competentes.

- ***Promover líneas de investigación tendentes al desarrollo de estrategias didácticas, de comunicación, divulgación e interpretación, que faciliten la toma de decisiones a aquellos sectores implicados en este campo.***
- ***Desarrollar líneas de formación inicial y permanente para el profesorado, teniendo en cuenta que el conocimiento geológico está muy poco presente en la formación obligatoria y bachillerato y ausente en sus aspectos didácticos en todas las opciones de formación universitaria (facultades de Ciencias de la Educación, Ciencias Ambientales, Geológicas, Escuelas de Ingeniería de Minas y Geológica, etc.).***

5.7. 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 los centros escolares. 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 tienen en la escuela.

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, de demostración y manipulación donde los contenidos giran en torno a experiencias científicas realizadas por el alumnado y con 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.

Son acciones educativas y divulgativas que se generan a partir de procesos de aprendizaje en la propia escuela y que toman cuerpo expositivo en la medida en que este proceso tiene lugar, hasta que se muestran a la sociedad en el formato considerado más adecuado por los partícipes en la aventura, es decir alumnado y profesorado. Según el número de expositores o grupos participantes -puede ser un solo centro, varios centros de una provincia... o un certamen convocado por varios Centros del Profesorado- se suelen utilizar distintos espacios más o menos abiertos como las galerías o el patio del centro, un pabellón de deportes..., etc., para la presentación de las experiencias. En ellas alumnado y profesorado comparten con la ciudadanía sus hallazgos y conocimientos... también sus dudas, de algún modo devuelven en forma de conocimientos la oportunidad de formación personal que les brinda la sociedad y al mismo tiempo permiten que esta les reconozca su tarea profesional y el esfuerzo de ambos por enseñar y aprender.

Desde la planificación de las experiencias hasta el diseño del stand, su presentación y evaluación acontecen una serie de sucesos que en ocasiones constituyen investigaciones escolares de cierta envergadura, constituyendo un campo de investigación educativa de gran importancia. La motivación que se logra entre los alumnos y las alumnas implicados en los proyectos es muy superior a la de otro tipo de actividades, dada la responsabilidad de tener que exponer y hacer demostraciones de su aprendizaje al público (compañeros, familias,...), motivo este para incorporar

objetivos de aprendizaje escolar no sólo científicos y tecnológicos, sino de organización, planificación, diseño, habilidades sociales, evaluación, etc.

En Andalucía se viene celebrando desde hace unos años la denominada Feria de la Ciencia, con la participación de numerosos centros escolares (34 proyectos en la edición de 2005), sobre todo de la provincia de Sevilla, y el apoyo de las administraciones autonómica, nacional y empresas privadas del sector científico, tecnológico y de comunicación. Se define así misma como *“punto de encuentro en el que se dan cita centros escolares, universidades y centros de investigación y que tiene como finalidad difundir y compartir la cultura científica con toda la población... el alumnado tiene un protagonismo especial, al convertirse en los divulgadores de conceptos científicos, ambientales y/o tecnológicos desarrollados en cada uno de los stand”*²¹.

Este diseño formal y extenso no es el único posible, pueden plantearse otros niveles más modestos en cuanto a participación y contenidos, centrándonos en un centro escolar, abarcar el ámbito municipal, comarcal, etc., e indagando otras formas expositivas y de participación.

Para la mejora de este tipo de eventos en el seno del Comité se considera de interés:

- ***Implementar dinámicas de trabajo escolar que faciliten y potencien el diseño y la participación de estas formas de divulgar y compartir el conocimiento.***
- ***Favorecer, desde la administración educativa en su conjunto y específicamente desde los Centros del Profesorado, la generación de estas formas de enseñar y aprender.***
- ***Potenciar la participación del sector privado, no sólo en los aspectos de financiación sino también con soportes técnicos, de infraestructura, de conocimiento, de recursos humanos, etc.***
- ***Alentar desde las administraciones locales el desarrollo de dinámicas culturales centradas en la divulgación del conocimiento científico y tecnológico en las que tengan protagonismo las realizaciones escolares.***
- ***Sería muy bien acogido por la comunidad educativa la creación de un sistema de reconocimiento profesional para aquellos profesores y profesoras que se aventuran a participar en una experiencia de este tipo, pues si bien pudiera considerarse que forman parte de sus quehaceres como docente, no es menos cierto que el nivel de exigencia que suponen merece un tratamiento especial.***

En otra dimensión se encuentran las exposiciones temáticas promovidas por empresas tecnológicas o financieras, en las que se muestran aspectos diversos de ciencia o tecnología en base a diseños y formatos más o menos espectaculares. Los continentes son habitualmente carpas u otras estructuras de arquitectura efímera que recorren las plazas y parques de nuestras ciudades y suelen acompañarse de otras actividades como conferencias, talleres, día de puertas abiertas en algún centro de investigación que colabora con el evento, etc. Frente al despliegue de diseño, calidad y vistosidad expositiva de estas iniciativas suele contrastar una débil atención a la población escolar que son en la mayoría de los casos los visitantes mayoritarios, siendo muy escasas las actividades dirigidas específicamente al alumnado y más aún

²¹ Guía de Actividades y Proyectos de Divulgación. (2005). III Feria de la Ciencia. Sociedad Andaluza para la Divulgación de la Ciencia. Centro del Profesorado de Sevilla. Sevilla.

al profesorado. Las personas que guían a los grupos adolecen de la formación pedagógica necesaria, los materiales didácticos son escasos o inexistentes, así como el asesoramiento personal especializado.

Otras actividades que debemos considerar son las exposiciones organizadas por colectivos y asociaciones especializadas (entomología, mineralogía, astronomía,...) a las que también acompañan talleres, seminarios, excursiones, etc., con las que forman conjuntos de recursos de gran potencial educativo.

Recogemos aquí, al hilo de informaciones diversas y reflexiones del Comité, una modalidad itinerante de exposición, que supone una variante simplificada de las anteriores al reducir los contenidos a tratar y las características de diseño y circulación. Se trata de un recurso extensible y de préstamo generado por un equipamiento de más envergadura, ya sea museo o centro de ciencia, o resultado de una campaña, programa o actividad de un colectivo e incluso de un centro escolar. Su eficacia reside, más allá del diseño y el tratamiento de la información, en su versatilidad y movilidad, permitiendo el montaje en sitios muy diversos como galerías, salas, patios, etc., y las relaciones directas con el público destinatario. Hay experiencias en las que la coordinación entre profesorado y promotores de la exposición favorece la asunción de responsabilidades de determinados alumnos y alumnas en la monitorización de las exposiciones, mejorando la proyección de los mensajes de la exposición.

En esta línea de divulgación en formatos informales, destacar las celebraciones de eventos divulgativos en la calle, ocupando escenarios urbanos no habituales, donde se extiende un programa de actividades dirigido al gran público pero con especial atención al sector infantil y juvenil. Se trata de propuestas multiformato en las que se entrelazan exposiciones, talleres, representaciones, pasacalles, demostraciones, etc..., todo sobre contenidos de carácter científico y tecnológico. A veces se funde este montaje con el anterior conformando todo un acontecimiento científico-cultural de gran efecto.

Las líneas de profundización o ideas de mejora en este campo son muy abiertas, se trataría en general de **analizar los diferentes modelos de interacción que pudieran potenciar los procesos de aprendizaje en todas direcciones**, profesorado, alumnado, expertos, población, etc., pero en una primera aproximación, consideramos que:

- ***Es fundamental, y desde nuestro punto de vista bastante simple, prever y anunciar con suficiente antelación la llegada a la localidad de la exposición, su montaje o la realización de una actividad de este tipo, para dar opción a los centros escolares de preparar las visitas o las actividades posibles.***
- ***Es también relativamente fácil, en coordinación con los Centros del Profesorado, programar actividades de presentación y preparación para el profesorado de la zona en las que se de a conocer el recurso, el material disponible, las estrategias de uso más interesantes, etc.***
- ***Ello exige que las exposiciones lleven consigo programas de proyección educativa que, como mínimo, cuenten con personas con formación adecuada, materiales soporte y una serie de actividades de apoyo.***
- ***Las administraciones locales y autonómica deben apoyar estas iniciativas, mediante convocatorias abiertas, considerándolas en las programaciones***

culturales y educativas de los municipios, promoviendo ideas y proyectos entre las asociaciones y colectivos de este ámbito, etc.

5.8. MUSEOS Y CENTROS DE CIENCIA

De la tradición academicista y decimonónica hemos heredado un amplio y rico patrimonio en edificios y colecciones resultado de una actividad investigadora, entre científica y aventurera, que desembocó en el movimiento museístico del siglo XX. A través de un permanente proceso evolutivo que aún persiste, los museos de ciencias debaten su actualización y futuro en foros y congresos, entre las nuevas demandas culturales de la sociedad, las nuevas tecnologías y los avances en las ciencias de la educación, la comunicación, el diseño o la economía.

En Andalucía, a partir de señeras colecciones-museo de ciencias naturales relacionadas con institutos de enseñanza media o cátedras universitarias, nos hemos incorporado directamente, sobre todo a través del Parque de las Ciencias de Granada en 1995, a la generación de museos contemporáneos en la que las colecciones estáticas dan paso al dinamismo y la interactividad, a las complejas instalaciones de divulgación y cultura científica donde se desarrolla y ofrece una amplia diversidad de actividades y ofertas educativas, propuestas de acción, espacios de ocio, etc. *“...Los nuevos museos interactivos son pequeñas ventanas abiertas, de par en par, al laberinto...(al caos del mundo) al que se accede a través de la curiosidad y participación inteligente.”*²²

*“La característica básica de los modernos museos de ciencia es el estímulo, deben crear dudas, obligar al visitante a volver a entrar y a investigar por su cuenta para resolver cuestiones que la visita al museo le ha planteado”*²³. La interactividad de los museos debe plantarse desde una triple perspectiva, respecto de la acción manual (accionar palancas, botones, mover objetos, etc.), con la inteligencia (comprender, razonar, interrogar...) y con la cultura (dar sentido al saber social, verse reflejado, o acercarse a otra cultura...). Desde esta perspectiva los museos no son ya sólo espacios de exposición sino que cada vez más lo son de aprendizaje y divulgación de sus fondos y por ello la dedicación a los sectores de población relacionados directamente con la enseñanza, escolares, universitarios, profesorado, etc., es en toda instalación que se precie, un área de gran importancia y a la que se dedican importantes recursos. *“La educación es uno de los objetivos asumidos por la mayor parte de los profesionales del entorno museístico, pero tenemos que ser conscientes de que estamos aún lejos de que todos los museos tengan una oferta educativa organizada y de que el personal que los diseña y desarrolla tenga una formación adecuada. También en los últimos años se ha producido una diversificación de formatos de los programas,... mientras que hace unos años la oferta se limitaba a guías, fichas temáticas y talleres, poco a poco se van viendo centros que incluyen otro tipo de formatos.”*²⁴. *“Muchos museos de ciencia han revisado sus declaraciones de objetivos para reafirmar y reconocer su compromiso institucional en la educación del público en general. Esto debe impulsar un compromiso en la formación de equipos de educadores del museo que estén actualizados en la didáctica de las ciencias y que realicen investigación en el marco de la enseñanza de las ciencias no reglada e*

²² Páramo, E. (2000). El Parque de las Ciencias de Granada. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*. nº 26. Graó. Barcelona.

²³ Wagensberg, J. (2000). <http://www.museudelaciencia.com>

²⁴ Asensio, M (2003) Aprender en el museo. *Íber. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*. 36, 62-77. Graó. Barcelona.

*informal...*²⁵, no obstante todavía se debe profundizar en las estrategias expositivas, de interacción y comunicación, sobre todo en cuanto a los procesos de la ciencia, la imagen del científico, el papel de la ciencia en la sociedad, los aspectos éticos, etc., y sobre todo en los instrumentos de evaluación.

El modelo Museo-Parque se está generalizando en toda España, no sólo como conjunto de instalaciones de generación de cultura científica y técnica, sino también como atractivo turístico y de desarrollo económico de las ciudades donde se construyen, en las que son referente obligado de visita como es en Andalucía el caso del Parque de las Ciencias de Granada.

No obstante el modelo puede generar desequilibrios territoriales en la dotación de este tipo de servicios culturales y educativos, por ello, sin menoscabo de las realizaciones singulares y destacadas, ***se plantea la necesidad de crear otros modelos de equipamientos cuya dimensión tanto en inversión como en contenidos facilite una distribución homogénea por la Comunidad Autónoma, en el marco de un Plan de Dotación de instalaciones para el desarrollo de la cultura científica y técnica en la sociedad*** y, especialmente en la población escolar. Un ejemplo en esta dirección puede ser el Centro de Ciencia Principia (Málaga 1994), centro con fuerte proyección pedagógica en cuanto que se genera en el contexto educativo como resultado de un proceso en el que un grupo de profesores y profesoras experimenta nuevas formas de abordar la enseñanza y aprendizaje de las ciencias con sus alumnos y alumnas.

Ambas instalaciones, pioneras en Andalucía, constituyen además de centros de divulgación científica para el gran público, recursos de enorme importancia para el aprendizaje de las ciencias y la tecnología entre los escolares ya que aúnan la rigurosidad científica y la transmisión de conocimientos con el placer de descubrir y comprender los fenómenos de la naturaleza de forma lúdica y autónoma.

Otras instalaciones a considerar junto a los modernos Centros de Ciencia son los museos temáticos. Son instalaciones de menor envergadura y de muy diversa tipología que tienen, sin embargo, enorme peso en la socialización del conocimiento científico: planetarios, 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, reptilarios, insectarios, etc., que han desarrollado áreas de interacción entre visitantes y las especies a través de las que se potencia el aprendizaje y las conductas de tipo respetuoso y conservacionista.

En resumen disponemos de un vasto e interesantísimo espacio de diálogo entre las necesidades de la cultura científica y técnica de nuestro alumnado y una amplia gama de oportunidades externas que incluyen grandes centros de ciencia, discretos museos e incluso colecciones estáticas, todas ellas susceptibles de utilizar bajo diferentes metodologías y sistemas de organización. El Comité, en este conjunto de recursos, valora muy positivamente las experiencias del Parque de las Ciencias y el Centro

²⁵ Guisasaola, J.; Intxausti, S. (2000). Museos de ciencia y educación científica: una perspectiva histórica. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 26, 7-14. Graó. Barcelona

Principia en Granada y Málaga respectivamente y considera conveniente tomar en consideración con carácter general las siguientes recomendaciones:

- **Mejorar la información que se envía a los centros escolares, indicando las opciones de tipo educativo, los contenidos que pueden tratarse, los apoyos, las formas de conectar con las tareas docentes, etc... Preparar un dossier de materiales con un ejemplar de las unidades didácticas, fichas de trabajo, orientaciones para el trabajo en el museo y en el aula, preparación, etc. Una opción sería poder bajar de la página web del Centro de Ciencias todo el material necesario para preparar la visita, imágenes, planos, actividades posibles, etc.**
- **Lo anterior no anula la conveniencia de un encuentro previo, una sesión de preparación conjunta profesorado y equipo educativo de los centros de ciencia como ya vienen haciendo los más avanzados, en la que se presentan las posibilidades que ofrecen las instalaciones, se asesora para un aprovechamiento eficaz e incluso se pactan determinadas cuestiones relativas a participación, colaboración, logística, etc.**
- **Crear equipamiento móvil destinado a acercar la ciencia y la tecnología a aquellos lugares y sectores de la población que no visitan los grandes centros de divulgación, descentralizando con ello la oferta expositiva y potenciando la difusión geográfica. Las experiencias basadas en exposiciones-bus, carpas transportables, talleres itinerantes, etc., han dado buen resultado, sobre todo cuando van unidas a programas específicos de dinamización educativa dirigidos a la población escolar. Los circuitos de este tipo de recursos debieran apoyarse en criterios de oportunidad y actualidad científica, social o educativa, superando la lógica comercial que con frecuencia prevalece y centrarse en la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía, en favorecer el contraste de ideas, en la discusión participada de los problemas, las acciones, etc.**
- **Crear equipos mixtos, centros de ciencia/museo-sistema educativo, para mantener vivo y fértil el intercambio de ideas, apoyos y necesidades en ambas direcciones. Este grupo de trabajo podría considerar el diseño de materiales, actividades, módulos interactivos, estrategias de asesoramiento a grupos visitantes, formación de guías, mantenimiento de redes con equipos de otras instalaciones, contactos con la universidad, divulgación dirigida al sistema educativo, evaluación, investigación en aspectos didácticos, etc.**
- **Incorporar instrumentos y estrategias de comunicación que faciliten el conocimiento y la concienciación de los problemas básicos que tiene hoy planteada la sociedad y el planeta respecto a la salud de la población, las reservas y el uso de los recursos, las relaciones humanas, etc. En esta línea tratar igualmente el carácter ambivalente de la ciencia, equilibrando en el tratamiento excesivamente optimista de los adelantos científicos y tecnológicos que suele dominar los centros de ciencia**
- **En cuanto al programa educativo, que consideramos básico e imprescindible en toda instalación de divulgación científica o tecnológica, se consideran cuestiones como:**
 - **Que sea explícito y público, resultado de procesos de elaboración técnica basados en el conocimiento de la realidad educativa.**

- *En coherencia con las aportaciones de la investigación didáctica, los programas deberían tener en cuenta la triple perspectiva: la de la ciencia y el conocimiento científico, la de la didáctica de las ciencias y el punto de vista del profesional de la docencia.*
 - *Que los talleres y actividades estén relacionados con los contenidos y discurso del museo a la vez de conectados con las demandas de aprendizaje que sugieren el profesorado y el alumnado, todo ello sin perder el carácter atractivo y lúdico propio de este tipo de actividades.*
 - *Aun considerando el apoyo e incluso la dirección de los guías de enorme interés, el programa debería permitir la realización libre de ciertas actividades por parte del grupo, incluso la realización de actividades nuevas propuestas por este. Los ajustes entre el “programa libre” y el guiado debería ser el resultado de acuerdos entre ambas partes en las sesiones previas de preparación.*
 - *La formación de los guías, su reciclaje y actualización, son básicos para el buen desarrollo de las visitas, deben poseer no sólo conocimientos respecto de los contenidos expositivos y de los procesos de enseñanza-aprendizaje contextualizados (edad y demás características grupales), sino también habilidades y competencias de comunicación, mediación, habilidades sociales, etc.*
 - *El programa educativo del centro de ciencia/museo debe poseer unas características diferentes al de los contextos en los que se realiza normalmente el aprendizaje de los visitantes: aula, centro de trabajo,... debe ser original. Claridad en el recorrido, estructurado aunque sea abierto. Centrado en el contenido del museo y conectado al currículo, rigurosos, coherentes con los procesos de aprendizaje. Prever y diseñar estrategias de aprendizaje en la interacción no sólo con los elementos (módulos, objetos, información...) sino también entre iguales que discuten o interpretan juntos una experiencia, y entre el alumnado y el guía, el profesorado o las personas expertas que en un momento dado acompañan al grupo.*
 - *Debe dar la oportunidad a alumnado y profesorado para poder realizar en el aula módulos interactivos, experiencias, maquetas, etc., basadas en parte en las que los alumnos y las alumnas van a ver o han tenido oportunidad de ver en el propio centro de ciencia. El material a disposición de los usuarios debe incluir kits de materiales, orientaciones, secuencias prácticas, etc, para facilitar estas actividades.*
 - *Los programas educativos deberían llevar implícitos sistemas de evaluación cuyos resultados harían públicos las instituciones implicadas. Asimismo el museo o centro de ciencia podría intervenir en la evaluación del grupo visitante, valorando con alumnado y profesorado el resultado de las actividades, orientando hacia nuevas visitas o experiencias similares en otros contextos.*
- ***Ya se ha avanzado la necesidad, puesta de manifiesto en el Comité, de crear una red de equipamientos equilibrada en su distribución geográfica y en su especialización de tal forma que en conjunto ofrezca una visión coherente y organizada del conocimiento científico y tecnológico, aprovechando además iniciativas locales o parte del patrimonio existente (industrias, parques tecnológicos, fábricas, explotaciones mineras, infraestructuras, etc.). La diversidad y el equilibrio de la red permite seleccionar el uso en función de las necesidades de los usuarios (profesorado y alumnado), la organización de itinerarios en viajes de estudios, por criterios históricos, temáticos, de complejidad, etc., y la participación del sector educativo en el diseño y gestión de los centros dada la escala de los mismos. Quizás la organización de esta red de pequeños centros de ciencia y tecnología a nivel provincial o comarcal debe insertarse en los objetivos de la Estrategia Andaluza para la Cultura Científica y Técnica planteada en el documento.***

5.9. RECOMENDACIONES Y PROPUESTAS

Con independencia de las propuestas que se han ido realizando el hilo del desarrollo de los recursos externos para la cultura científica y tecnológica, exponemos aquí con un poco más de profundidad una serie de ideas sobre las que el Comité ha debatido de manera reiterada, llegando a considerarlas básicas para la mejora de la cultura científica en el ámbito extraescolar:

1. Elaborar un catálogo que permita conocer y actualizar los recursos para la mejora de la cultura científica y tecnológica

Las iniciativas dedicadas a la divulgación científica y técnica son cada día más numerosas y diversas, a las que debemos unir otros recursos no educativos de origen pero susceptibles de ser utilizados. Todo ello conforma un conjunto de enormes posibilidades pero a la vez genera no pocas dificultades a la hora de tomar decisiones dada la variedad tipológica existente. Ya hay precedentes de trabajos realizados para la catalogación y caracterización de este amplio espectro de recursos educativos, pudiendo servir de referente para abordar en Andalucía esta necesaria tarea.

El objetivo básico es conocer los recursos y facilitar el uso. El instrumento propuesto es un catálogo apoyado en una base de datos que ofrezca información del recurso y distintas orientaciones para su utilización.

Dada su complejidad el proceso de catalogación debe centrarse en un primer momento en aquellos recursos que ya están en uso y en su mayoría estructurados en torno a redes, ofertas organizadas, modalidades o sectores muy especializados, catalogaciones preexistentes, etc., y de los que es posible obtener con facilidad la información necesaria (administraciones, equipamientos de educación ambiental, centros de investigación, parques de ciencia y tecnología, centros educativos, experiencias relevantes, revistas de divulgación, portales de Internet, fondos editoriales y de documentación, etc.). En un segundo momento se tratarían aquellos otros recursos educativos más o menos dispersos y accesibles sólo desde el conocimiento que da la especialización y el rastreo con cierto detalle (pequeños museos y colecciones, boletines de colectivos y asociaciones, experiencias y recursos escolares, instalaciones industriales que se pueden visitar, empresas de servicios educativos, etc.), y en una tercera fase aquellos recursos que sin una finalidad educativa expresa, pueden ser interesantes recursos didácticos mediante las adaptaciones y gestiones oportunas (empresas de tecnología, laboratorios públicos o privados, empresas de servicios públicos, infraestructuras, instalaciones agropecuarias, etc.).

Para que este enorme conjunto de información sea de utilidad debe apoyarse en una herramienta informática adecuada, amplia y flexible, que permita su constante actualización, distintas líneas de acceso para distintas opciones de búsqueda, posibilidades de enlace con otros catálogos y servicios de información similares y/o complementarios, su fácil manejo, etc. Por otra parte el contenido de cada elemento no debe limitarse a la información básica que lo caracteriza, es decir la típica ficha de datos, sino que debe aportar orientaciones didácticas, organizativas y los contactos necesarios que faciliten las decisiones de tipo curricular al profesorado usuario.

2. Crear equipos de atención y asesoramiento al profesorado. Mejorar la formación en el uso de los recursos externos

La importancia del conocimiento científico y tecnológico para la ciudadanía es tan relevante como el desinterés del alumnado por el mismo, llegándose a una situación que sobrepasa los instrumentos y capacidades del profesorado. Se da la circunstancia por otra parte de que nunca ha habido tanta información disponible, tan heterogénea y en tantos formatos. En los centros educativos es el profesorado el que debe acercar al alumnado a la información, desarrollar herramientas para la gestión de la misma y ponerlos en disposición de valorarla, reelaborarla y utilizarla en diferentes contextos. Además sobre el profesorado recaen también otras responsabilidades de tipo socializador y formativo en sentido amplio, junto a otras administrativas y organizativas, a las que debe hacer frente desde un bagaje formativo y profesional con múltiples limitaciones.

Por ello, en sintonía con el objetivo fundamental del desarrollo de la cultura científica y tecnológica del alumnado y del propio profesorado, se plantea la necesidad de crear equipos de recursos humanos que apoyen en su labor profesional a los profesores y profesoras, pues si bien existe un programa de asesoramiento y apoyo a la formación permanente desde la red de los Centros del Profesorado, la realidad pone de manifiesto que esta labor no es la más adecuada para las necesidades que demanda el colectivo profesional en este campo, ni acorde con la situación de emergencia respecto del nivel de conocimiento científico y tecnológico entre los escolares y el bajo interés existente.

La propuesta se sustenta en el modelo de los Gabinetes Pedagógicos de Bellas Artes, extrapolando y ajustando la experiencia al terreno de la ciencia y la tecnología, de ámbito provincial, e integrados en el organigrama técnico de las Delegaciones Provinciales de Educación. Los equipos, de dos a tres miembros, constituidos por docentes con experiencia profesional en este campo tendrían entre sus fines el apoyo y asesoramiento al profesorado en aquellas actividades que tengan que ver con el aprendizaje, la educación, la comunicación y la divulgación del conocimiento científico y tecnológico, tanto en el ámbito del aula, del centro, como en espacios y acciones extraescolares.

Entre las posibles tareas de estos equipos se indican:

- *Mediar entre aula o centro y equipamiento, instalación, empresa, etc., a la que se quiere cursar una visita de trabajo.*
- *Asesorar en el diseño, desarrollo y evaluación de proyectos de investigación, comunicación o divulgación científico-técnica.*
- *Facilitar acciones de formación y actualización científica, tecnológica y didáctica en el ámbito de la enseñanza de las ciencias y la tecnología.*
- *Búsqueda de información, rastreo en Internet, contactos y materiales diversos.*
- *Elaborar material didáctico y generar recursos.*
- *Dinamizar procesos para la utilización de recursos locales y provinciales.*
- *Provocar la coordinación necesaria para la potenciación de los recursos existentes.*
- *Gestionar la presencia y circulación de diferentes recursos provenientes de instalaciones y equipamientos regionales y/ o nacionales.*

Para la mejora de la formación del profesorado en el uso de los recursos externos, muchos de ellos analizados con anterioridad, el Comité cree necesario:

▪ **Creación de equipos mixtos Sistema Educativo y sector empresarial**, ya sea en base a acuerdos a nivel puntual entre las Delegaciones Provinciales de las Consejerías de Educación, Innovación, Ciencia y Empresa y empresas específicas, o a nivel autonómico entre las propias Consejerías y las Organizaciones Empresariales, en cualquier caso equipos que pusieran en común sus expectativas y recursos de cara al diseño y desarrollo de acciones conjuntas para el alumnado de los diferentes niveles educativos. El proceso podría cubrir objetivos de formación hacia ambos sectores, de actualización científico-técnica para el profesorado y de sensibilización pedagógica en el ámbito empresarial. Los ejemplos de comunicación e intercambio de intereses ya existentes en el terreno de la formación en empresas, contratos de prácticas, etc., pueden ser extrapolables a estas nuevas experiencias.

▪ **Incorporar en formación inicial herramientas didácticas para el uso de los recursos externos.** A las deficiencias de la formación inicial en ciencia básica y tecnología, que a veces son la continuación y culminación de déficits acumulados a lo largo de toda enseñanza no universitaria, se le unen aquellas del ámbito didáctico relacionadas con la utilización de los múltiples recursos que ofrece el entorno. El profesorado novel termina sus estudios sin haber trabajado las habilidades mínimas necesarias para diseñar una visita a una industria, una salida de campo o un proyecto didáctico en un centro de ciencia. En la formación del profesorado de secundaria la ausencia de estas habilidades es notable y no se remedia tampoco en los programas para la aptitud de la docencia (experto en educación secundaria, CAP, u otras denominaciones) que deben cursar los titulados en ciencias o tecnologías antes de adentrarse en el terreno de la enseñanza. Habría que incidir en aquellos aspectos curriculares más básicos para cubrir estas exigencias... Incorporación de profesorado novel a equipos de trabajo ya experimentados, del ámbito de la enseñanza o de la divulgación, la investigación, el periodismo, etc. de forma que adquiriesen progresivamente las habilidades precisas para ir logrando un adecuado desarrollo profesional.

3. Cultura científica y tecnológica en el ámbito local

Basta una rápida mirada a la legislación básica del ámbito municipal o las justificaciones de los programas en política local de las distintas formaciones políticas, para conocer las vastas competencias y responsabilidades que en materia cultural, educativa, de dinamización social o dotación de servicios tienen los ayuntamientos. Es en este marco donde se insertan las iniciativas, quizás con un nivel de obligatoriedad similar a las demás, que pueden llevarse a cabo desde los gobiernos municipales para el desarrollo de la cultura científica entre la ciudadanía.

Hay muchas poblaciones en nuestra Comunidad Autónoma que pueden ser referentes en este sentido, sobre todo aquellas con más recursos económicos y en las que existe demanda por parte de instituciones o colectivos sociales relacionados con la educación, la cultura o la ciencia y la tecnología.

En la mayoría de las ciudades sobre todo de pequeño y mediano tamaño no es frecuente que la ciudadanía exija a su ayuntamiento la oferta de servicios culturales y educativos más allá de los considerados usuales o aquellos que por su permanencia y tradición parecen más obligados o propios de las competencias municipales. Una dotación cultural básica llevada con normalidad suele ser suficiente para que la mayoría de la población apruebe la gestión municipal en éste área, es decir cumpliendo sus responsabilidades en el mantenimiento de los centros educativos, desarrollando los programas culturales del verano y fiestas, creando algún

equipamiento multiuso, un museo, manteniendo los servicios de biblioteca e Internet, la casa de la cultura y poco más.

Sin renunciar a estas obligaciones ineludibles, cualquier población ya sea pequeña o mediana –más aún las de gran tamaño–, pueden generar dinámicas culturales de enorme importancia para el desarrollo de la cultura científica y tecnológica con sólo activar ciertos mecanismos y recursos en esta dirección, contribuyendo positivamente al bienestar de los ciudadanos y ciudadanas y, probablemente, en la cultura de la identidad tan necesaria en la actualidad.

Con carácter genérico, salvando la multiplicidad de factores que inciden en las posibilidades de cada municipio para desarrollar políticas culturales y educativas, vamos a señalar aquí algunos de los puntos fuertes en los que podrían cimentarse procesos de alfabetización científica y tecnológica a nivel local e incluso comarcal.

- *El patrimonio cultural, arqueológico, monumental, natural, industrial y etnográfico.*
- *La existencia de “hijos” e “hijas” de la ciudad relacionados de algún modo con el conocimiento, la ciencia o la tecnología (la memoria histórica debe recuperarse también en este sentido).*
- *El patrimonio humano ligado a conocimientos concretos, ya sean técnicos municipales, de empresas, de centros culturales o tecnológicos, de instituciones científicas, etc., o jóvenes estudiantes o tituladas en diferentes áreas del conocimiento.*
- *Empresas de servicios, algunas de ellas directamente relacionadas con la tecnología.*
- *Equipamientos sociales y culturales muy variados, en uso o en proyecto, bien en formato museo, casas de la cultura, bibliotecas, casas de la juventud, centros de barrio o distrito, centros de naturaleza o de ciencia...*
- *Trama social y empresarial más o menos estructurada: asociaciones, colectivos específicos, clubes, asociaciones empresariales, colegios profesionales, sindicatos, peñas,... algunos de ellos directamente relacionados con el ámbito científico o tecnológico.*
- *Un fondo documental y de información de gran potencial, desde el archivo hasta los proyectos e informes técnicos pasando por la cartografía, bancos de imágenes o los modernos instrumentos de gestión y análisis de procesos básicos: agua, tráfico, contaminación, etc.*
- *Una dinámica diaria de gestión y de realizaciones (proyectos, análisis de procesos, planes, resolución de problemas, obras,...) que son con frecuencia procesos de elaboración y aplicación de conocimiento científico y tecnológico.*

Estos recursos son utilizados en distintos programas educativos y culturales municipales, sin embargo en la mayoría de las ocasiones faltan sistemas de coordinación que den eficacia a las acciones que se ponen en marcha, capaces de rentabilizar los esfuerzos que se realizan en direcciones distintas y, a veces, opuestas; otras veces la debilidad está en la ausencia de apoyos técnicos necesarios para llevar a cabo actividades concretas y poner en valor nuevos recursos o los ya existentes, o simplemente la elaboración de un discurso práctico que de coherencia a la acción educativa y cultural que desarrolla el gobierno municipal.

Por ello, desde la idea de que las competencias en la mejora de la cultura científica y tecnológica de la ciudadanía no es exclusiva de la institución escolar, sino que es un proceso en el que deben converger todos los ámbitos y deben aprovecharse todas las situaciones, se plantea la necesidad de desarrollar instrumentos que potencien las

acciones municipales en este sentido y en esta dirección se adelantan algunas propuestas:

- *Catalogar recursos susceptibles de ser utilizados.*
- *Incorporar la perspectiva de la alfabetización científica y técnica en todos aquellos programas de desarrollo y mejora del municipio, tales como agendas 21, planes estratégicos, programas de sostenibilidad, etc.*
- *Incorporar en los programas culturales periódicos, actividades de divulgación científica.*
- *Diseñar y desarrollar expresamente acciones en este sentido: ferias de ciencia, ciencia en la calle, talleres, demostraciones, conferencias, ciclos de cine científico o de divulgación, jornadas, encuentros.*
- *Impulsar la creación de Clubes de Ciencia, Talleres de Ciencia a nivel local o de barrio –según el tamaño de la población-, o bien proponer su desarrollo a asociaciones, colectivos, empresas, mediante sistemas de colaboración, acuerdos, etc. Las visitas organizadas a Centros de Ciencia o de Investigación podrían ser, entre otras, actividades propias de este tipo de talleres.*
- *Potenciar y dinamizar las iniciativas y la participación de asociaciones, colectivos y personas a título individual que se mueven en este ámbito.*
- *Divulgar la información científica y sobre todo técnica, existente, tendiendo puentes hacia la utilización por la ciudadanía: exposiciones, guías de interpretación, publicación de folletos divulgativos, etc.*
- *Utilizar todos aquellos hechos urbanos que puedan desencadenar aprendizajes e intereses en este campo, como ejecuciones y desarrollos del planeamiento, obras de infraestructuras o matrimonio, ferias de muestras,.. una inundación, etc.*
- *Promover y coordinar el desarrollo de programas educativos en todas aquellas instalaciones y equipamientos de carácter público relacionadas con la tecnología y la ciencia: agua, residuos, energía, transporte, espacios verdes, mercados, investigación, agricultura, ecología, etc.*
- *Promover y coordinar acciones de divulgación y de conocimiento científico y tecnológico en aquellos equipamientos e instalaciones de carácter privado, sobre todo las empresas que investigan y elaboran productos tecnológicos.*
- *Incorporar en los Parques Tecnológicos y Logísticos, equipamientos dedicados a la educación ciudadana y a la cultura científica y tecnológica.*
- *Crear equipamientos específicos: museos temáticos, pequeños parques de ciencia, planetarios, jardines botánicos, centros de interpretación.*
- *Dedicar especial atención a la puesta en valor del patrimonio industrial y tecnológico.*

En un ámbito más amplio, sería enriquecedor destacar la aportación “andaluza” al conocimiento científico y tecnológico. No es objeto de este documento ensalzar las aportaciones que hicieron y siguen haciendo en la actualidad los científicos y científicas andaluces a la construcción y evolución de la ciencia y la tecnología a nivel general, pero sí llamar la atención sobre iniciativas para apoyar acciones de cultura científica en este sentido. Creemos que sería de interés utilizar biografías destacadas, acontecimientos sobresalientes e incluso anécdotas documentadas, relacionadas con científicos, investigadores e investigadoras de Andalucía, preferiblemente de poblaciones cercanas al alumnado con el que estamos realizando nuestra labor docente, con el fin de familiarizarlos con lo más próximo y abrir la posibilidad de relacionar sucesos o personas con espacios conocidos o hechos cercanos (una calle o plaza, un monumento, un descubrimiento, una historia popular..., etc.). Es también una

manera de reconocer nuestras capacidades, nuestro patrimonio y reforzar la identidad con nuestra comunidad y cultura.

4. Aprovechar situaciones puntuales para el acercamiento o para la profundización respecto de hechos científicos o tecnológicos

- En base a efemérides personales. Seleccionar cada año un personaje bien por conmemorarse su nacimiento, muerte, un descubrimiento, algún premio, etc. y organizar en su entorno propuestas educativas concretas. Desde la administración o equipos específicos, podrían confeccionarse listados de personas, sitios de información, relación de materiales, para facilitar las tareas.
- Aprovechando la ocurrencia de un suceso extraordinario en el ámbito tecno-científico con proyección social y mediática susceptible de generar oportunidades de aprendizaje: un desastre natural, un avance científico relevante, la presentación de un desarrollo tecnológico, una amenaza sanitaria, etc. Habría en este caso de disponer de información específica y rigurosa del tema en cuestión y orientaciones metodológicas para su tratamiento didáctico que aproximara al alumnado al análisis crítico e integrado.
- Diseñar y desarrollar acciones de aprendizaje en torno a temas de actualidad que por su relevancia social y moral exigen la construcción de conocimiento serio y riguroso para interpretar con la mayor libertad de criterio las distintas informaciones que nos aportan los medios de comunicación, foros de debate, opiniones en múltiples escenarios, etc. Nos referimos a temas de biotecnología (clonación, alimentos transgénicos, reproducción asistida, etc.), exobiología, energía, consumo, gestión del agua, etc.
- 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 emblemáticos 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– pueden ser situaciones atractivas para nuestros alumnos y alumnas y despertar motivaciones e intereses que debemos aprovechar.

Se trataría 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.

5. Aprovechar las oportunidades que nos brinda la tecnología doméstica

Queremos destacar aquí una serie de elementos de la vida cotidiana que son o pueden ser relevantes en el desarrollo de la cultura 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.

En este sentido sería de interés el desarrollo de acciones de divulgación científica y tecnológica de cara al uso racional de los numerosos y avanzados electrodomésticos del hogar, aprovechando los principios en los que se sustenta su funcionamiento para dar a conocer conceptos científicos, procesos tecnológicos, consecuencias en el entorno, sugerencias de buen uso, etc. Otra línea de trabajo es utilizar los electrodomésticos como recursos de aprendizaje en el aula, mediante estrategias didácticas basadas en la investigación y la resolución de problemas, tomando como base los manuales de instrucciones, material elaborado por el profesorado y electrodomésticos en desuso.

6. Desarrollar líneas de investigación en el campo de la divulgación científico-técnica y su implicación escolar

Deficiencias o necesidades por las que avanzar:

- *Formatos de comunicación, estrategias culturales, técnicas de divulgación, etc. de aquellos aspectos morales de la generación de conocimiento científico y la producción tecnológica, relaciones ciencia, técnica y sociedad y su proyección en el medio ambiente, en la gestión y uso de los recursos naturales, la sanidad, la calidad de vida, la biodiversidad, etc. Diseño de recursos en este ámbito desde la epistemología y filosofía de la ciencia.*
- *Esta deficiencia es extensible a la divulgación de los procesos de la ciencia, no sólo a los métodos denominados científicos más o menos experimentales y empíricos sino a los procesos de gestión de las ideas (construcción y evolución de teorías, procesos creativos, generación de paradigmas, relatividad de las ideas, representación de la incertidumbre..) a los que se dedica poca atención en todas aquellas instalaciones y formatos tradicionales como parques, centros, exposiciones, producción audiovisual, etc. y que precisan probablemente del desarrollo de nuevas técnicas de comunicación, exposición o concreción práctica.*
- *Sobre diseños y técnicas de divulgación y aprendizaje en el área de conocimientos de Química, muy desequilibrada en relación a otros ámbitos como la Física, la Astronomía o la Geología donde la construcción de equipamiento, material interactivo o montajes expositivos y, en general, divulgativos, ofrece menor dificultad.*
- *En el plano didáctico se hace necesario el desarrollo de experiencias de investigación escolares sobre la incorporación de técnicas periodísticas en los procesos de enseñanza-aprendizaje. El uso de la prensa de divulgación científica, de las noticias de carácter puntual, la entrevista, el montaje de paneles de prensa, la composición y edición de boletines, el diseño y emisión de programas de radio y TV, etc. son algunas de las estrategias didácticas sobre las que es preciso profundizar.*
- *Las nuevas tecnologías ofrecen en este sentido un amplio campo en el que sólo se están haciendo incursiones superficiales y donde es necesaria la inversión de*

recursos y conocimiento que permitan aumentar la eficacia de estos medios. La edición de páginas web como escaparate de nuestros aprendizajes e investigaciones, las redes de intercambio de información y experiencias, los espacios de debate sobre temas de actualidad, la construcción de aplicaciones informáticas multimedia sobre procesos tecnológicos o el seguimiento en tiempo real de las actividades de los científicos y de las científicas, son sólo algunas de las líneas de trabajo en este sentido.

- Existe un importante déficit en la generación de productos de divulgación científico-técnica respecto del resto del País y de este en el contexto europeo y mundial, lo que nos lleva a la dependencia externa y a la importación con los problemas que ello genera, relegando nuestra capacidad e inventiva a niveles muy por debajo de nuestras capacidades. La cultura científica en la sociedad del conocimiento y de la información necesita variedad y cantidad de recursos mediadores entre los avances del saber y la sociedad, no sólo para su mejor conocimiento, sino también para construir criterios de forma autónoma como ha quedado patente en capítulos anteriores. Por ello sería muy necesario incluir en los objetivos de I+D+I líneas de investigación en esta dirección, desarrollando estrategias de comunicación, diseño modular, museografía, realidad virtual, modelización, lenguaje multimedia etc., dirigidas a la divulgación de ciencia y tecnología. Es urgente Potenciar las estrategias educativas, técnicas, económicas y comerciales para la producción de recursos de divulgación científica.
- En el ámbito de los materiales didácticos es manifiesta la ausencia de guías para el aprovechamiento educativo de determinados recursos científicos y tecnológicos, que faciliten la labor del profesorado. Instalaciones fabriles, infraestructuras de transporte y comunicaciones, parques tecnológicos, centros logísticos, centros de investigación, instalaciones ambientales, etc., son recursos de gran interés que en la mayoría de los casos sólo son una posibilidad y no una opción real. La dificultad radica en la falta de disponibilidad del propio recurso (normas de seguridad, dificultades técnicas, ocultación de los procesos, falta de acuerdos, etc.) pero también la falta de material didáctico adecuado que facilite la "lectura" de la información científica o técnica que tiene lugar en cada caso. Habría que fomentar la producción de recursos tipo maquetas, modelos a escala, kits, etc. más allá de las grandes producciones de empresas que se distribuyen entre los centros escolares de forma masiva con poca participación del profesorado. Crear bancos de recursos, de equipos de préstamo... con base en los CEP, en los equipamientos de ciencia municipales, etc.

Con carácter general se recomienda en coordinación con la FECYT la realización de un estudio sistemático sobre la situación real de la enseñanza de las ciencias en el conjunto de los centros de enseñanza de niveles no universitarios. Se trata de disponer de un informe descriptivo preciso sobre la realidad de las prácticas de enseñanza que se están desarrollando en las aulas de ciencias con referencia a todos los elementos relevantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje (contenidos, relaciones en el aula, metodologías, materiales y recursos, sistemas de evaluación, relaciones con el entorno...) Dicho informe podría tener la forma de un libro blanco sobre la enseñanza de las ciencias en España que permita un diagnóstico preciso de la situación y sirva de punto de partida para la toma de decisiones a distintos niveles. Para la elaboración de dicho informe habría que establecer los oportunos cauces de colaboración con el Ministerio de Educación y Ciencia y las Consejerías de Educación de las Comunidades Autónomas. Dicho informe podría realizarse cada cierto tiempo para conocer la evolución de la situación y servir de referente para la reorientación de las decisiones en el ámbito de la enseñanza de las ciencias. A nivel más inmediato,

desarrollar investigaciones centradas en niveles educativos, áreas de muestreo (áreas geográficas relacionadas con algunos CEP) sondeos aleatorios, etc.

6.- PROPUESTAS DE MEJORA.

Las condiciones actuales de la educación científica en Andalucía exigen, si realmente se desea una mejora sustancial de la misma, la propuesta de una Estrategia General que dinamice y evalúe la puesta en marcha de las distintas iniciativas que se han ido presentando a lo largo de este documento. En este sentido, proponemos la creación de una “**Estrategia andaluza para la mejora de la cultura científica y tecnológica**”

Hace falta diseñar una estrategia ambiciosa y de largo alcance para desarrollar la percepción social de la ciencia y la tecnología como elementos cruciales de la cultura, con todo lo que éste objetivo conlleva: información y formación en base a una mejora de la divulgación científico-técnológica en la sociedad, debate público sobre su vertiente axiológica y política, etc.

En el marco de dicha estrategia este Comité **propone:**

Propuestas de primer nivel:

1. Crear una entidad u organismo (bien directamente por la administración competente, o a través de un convenio con la universidad) ágil, poco burocratizado y muy profesionalizado que coordine, oriente y dinamice la “Estrategia andaluza para la mejora de la cultura científica y tecnológica”
2. Crear un Observatorio encargado de la evaluación de la cultura científica y tecnológica en nuestra comunidad (independiente o en el marco de la Estrategia propuesta), que permita detectar problemas y proponer medidas correctoras con precisión y agilidad.

Una de las carencias del sistema educativo en Andalucía es la falta de conocimiento puntual sobre lo que realmente se hace en los centros en materia de divulgación científica y tecnológica. La carencia de inspectores en la materia agravan este desconocimiento y, a pesar de que la mayoría de las actividades programadas, tanto escolares como extraescolares, figuran en los documentos planificadores de los centros (programaciones didácticas, plan y memoria anual, informes de evaluación interna y externa, etc) la Administración no tiene constancia detallada de lo que se hace en los centros, de sus resultados y valoraciones. Conscientes de que conocer la realidad es el primer paso para poder transformarla, urge la creación de un observatorio sobre la cultura científica en la escuela y en la sociedad, que realice estudios periódicos sobre este asunto y un seguimiento de la Administración en los desarrollos normativos encaminados a la consecución de una mejora significativa en este campo.

3. Desarrollar un proceso gradual de incorporación de la alfabetización científica al sistema educativo andaluz a partir de una red de equipos de docentes que se comprometan voluntariamente.
4. Establecer convenios con dichos equipos que básicamente regulen el intercambio entre sus producciones curriculares experimentadas (materiales curriculares,

audiovisuales, recursos de aula, etc.) y el apoyo de la administración (financiación, disminución horas lectivas, incorporación de estudiantes de prácticas, colaboración con departamentos universitarios, asistencia a eventos, etc.).

5. Revisión en profundidad de los libros de texto en la línea de ir incorporando las conclusiones de este informe. Incentivar y apoyar la producción de libros de texto de “interés preferencial” (bien por las editoriales más fuertes, bien por editoriales andaluzas con más compromiso educativo) por su mayor vinculación al modelo de cultura científica.
6. Revisión de los contenidos y estructura de las pruebas de Acceso a la Universidad para mejorar su adecuación a lo que realmente se trabaja, o se debe trabajar en los centros.
7. Promover en los nuevos planes de estudio para la formación inicial del profesorado de Infantil, Primaria y Secundaria, una visión de la enseñanza de las ciencias como proceso de alfabetización científica.
8. Establecer y potenciar líneas de investigación prioritarias, por su especial interés para el desarrollo de esta estrategia: formación del profesorado, comunicación y divulgación científica, recursos para la cultura científica, etc.

Propuestas de segundo nivel:

1. Consolidar y ampliar la red de equipos docentes. Creación de una página web específica e interactiva (similar a “la main à la pâte”) que vaya generando progresivamente un currículo presentado y organizado de manera alternativa al actual basado en metacimientos y problemas, con materiales de aula experimentados, actividades, catálogo de recursos escolares y extraescolares, etc.
2. Establecer un plan de formación de docentes en la cultura científica a partir de la red de equipos docentes y de la página web. Dicho plan ha de basarse en enfoques prácticos y en el diseño y experimentación de propuestas de aula.
3. Diseñar y llevar a la práctica un Plan de Difusión Social de la Estrategia y sus resultados con objeto de influir en la visión social de la ciencia y de la enseñanza de la ciencia, tratando de superar creencias simplificadoras y estereotipadas. Este Plan también tendrá como objetivo incrementar la valoración social del profesorado

y del alumnado comprometido en estos procesos. Aquí se podrá colaborar con iniciativas ya existentes (Ferias de la Ciencias, Museos de Ciencia, etc.).

4. Realizar un estudio de las contradicciones internas presentes en la normativa educativa a sus distintos niveles (incluidos los de formación del profesorado), ofreciendo como resultado un catálogo de actuaciones que permitiera dotar de coherencia administrativa al proceso.

Propuestas de tercer nivel:

1. Reformar la legislación vigente en materia de enseñanza de las ciencias, desarrollando un currículo basado en metaconocimientos y problemas. Promover una implantación gradual del mismo.
2. Promover, apoyar e incentivar la creación de redes de profesores (en colaboración con departamentos universitarios) que trabajan en torno a diversos Proyectos Curriculares para la Cultura Científica. Dichas redes podrán tener sus web propias y seguirán enriqueciendo la web compartida. La Formación Permanente del Profesorado irá vinculada al funcionamiento de estas Redes y Proyectos.
3. Incrementar el Plan de Difusión Social a través de reportajes, documentos, etc. en la prensa, radio y TV de manera que se haga visible ante la ciudadanía que otra enseñanza de las ciencias es necesaria y posible.

**Este Documento ha sido encargado por la Dirección General de Ordenación y Evaluación Educativa de la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía.*

EQUIPO DE REDACCIÓN:

Enrique Castaño González
Agustín Cuello Gijón
Natalia Gutiérrez Luna
Ana Rivero García
Carlos Sampredro Villasán