



# Lo nuevo no tan nuevo: revisión histórica de la enseñanza de las ciencias

## The not-so-new new: historical review of science education

DOI: 10.7203/DCES.44.25596

**Carolina Pipitone**

*Universitat de Barcelona, cpipitone@ub.edu*

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-4008-8727>

**RESUMEN:** Este trabajo presenta una revisión histórica de la enseñanza de las ciencias en la que se recogen los principales acontecimientos en el ámbito nacional e internacional que fueron marcando las líneas y objetivos de abordaje de la enseñanza de las ciencias. Se pretende recuperar la historia para reflexionar sobre aquellas cuestiones asociadas a la enseñanza de la ciencia que suelen ser presentadas como nuevos objetivos de trabajo y no lo son.

**PALABRAS CLAVE:** Enseñanza de las ciencias, alfabetización científica, ciencia y sociedad, ciencia y cultura, revisión

**ABSTRACT:** This paper presents a historical review of science education in which the main national and international events that have marked the lines and objectives of science education are collected. The aim is to recover history to reflect on those issues associated with science teaching that are usually presented as new goals but are not.

**KEYWORDS:** Science education, science literacy, science and society, science and culture, science and culture, review

**Fecha de recepción:** diciembre de 2022

**Fecha de aceptación:** mayo de 2023

## 1. LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN EL TIEMPO

Un repaso por la historia de los cambios en la enseñanza de las ciencias se relaciona con cambios asociados al incremento de presencia de la ciencia en la sociedad y su importancia en la economía y, en consecuencia, a las necesidades de formación básica en este campo de conocimiento para toda la población. Como sociedad, se debe continuar desarrollando la capacidad de adaptación a dichos cambios y a la velocidad con la que se producen.

La didáctica de las ciencias, a lo largo de los años, ha ido desarrollando nuevos marcos teóricos para responder a las necesidades derivadas de estos cambios sociales. Los retos se relacionan tanto con la revisión de las finalidades de la enseñanza científica, como de sus contenidos y metodologías de aula.

Un recorrido histórico, tanto a nivel internacional como a nivel español, nos permitirá contextualizar las principales ideas que han inspirado las distintas reformas curriculares y los procesos más relevantes que se han sucedido, incidiendo especialmente en los aspectos relacionados con la configuración de una enseñanza de las ciencias orientada a desarrollar la capacidad del alumnado para comprender, actuar, y decidir en su entorno. También con el objetivo de evidenciar que las nuevas propuestas curriculares llevan décadas siendo reclamadas y propuestas; por tanto, podríamos decir que lo nuevo no es tan nuevo.

### 1.1 Educación científica del siglo XX

A finales del siglo XIX se introduce en España la idea de la utilidad de la ciencia en la vida para los primeros grados de enseñanza (Bernal Martínez y Comas Rubí, 2005). Una de las grandes impulsoras de la didáctica de las ciencias fue Margarita Comas Camp (1892-1973), quien promulgó la importancia de trabajar a partir del conocimiento del entorno natural y próximo del alumno.

A principios del siglo XX, España estuvo marcada por la necesidad de una reforma y una modernización del sistema educativo. En este período la enseñanza de las ciencias estaba limitada por ley, al grado superior de niños (Bernal Martínez y Delgado Martínez, 2004). Las horas dedicadas a la enseñanza de las ciencias se concentraban en los cursos de maestros y de niños, mientras que en el caso de las clases de maestras y de niñas, esas horas eran dedicadas a labores, costura o remendado.

#### *La II República*

A principios de los años 30 se constituye la II República cuyo gobierno lleva a cabo una importante reforma educativa. La formación de la ciudadanía para la democracia se convertiría en la finalidad de la educación. El sistema educativo tenía como ejes centrales el ideal de Escuela Única con dos aspectos fundamentales la Escuela Activa y la Escuela Laica.

La Escuela Única, suponía entender la educación como un sistema en donde todas sus partes se integraban entre sí. Este planteo implicaba la posibilidad de facilitar la adquisición de cultura a la ciudadanía, intentando terminar con el desequilibrio en el acceso a los estudios y con la exclusividad de los niveles superiores de enseñanza por parte de las clases sociales altas.

La Escuela Activa tenía como objetivo que el alumnado fuera protagonista, y por tanto era importante que observara y manipulara objetos para fundamentalmente describirlos. La escuela se convertía en un medio facilitador para que el alumnado construyera su propio conocimiento, más que un lugar de transmisión de información (Benvenuty Morales, 1985).

La Escuela Laica fue establecida en la Constitución de la República, en donde se instauraba que la enseñanza haría del trabajo su actividad metodológica y se inspiraría en ideales de solidaridad humana.

*A nivel internacional*

La renovación de la escuela en España era coherente con los cambios a nivel internacional. Uno de los grandes influyentes de las nuevas ideas pedagógicas fue John Dewey (1859-1952). Defendía que la educación tenía como finalidad proporcionar a la ciudadanía una formación para la vida en una sociedad democrática e impulsó la visión de que para aprender se tenía que practicar, experimentar y analizar las observaciones. También consideraba que no se tenía que orientar el trabajo en la escuela de forma prioritaria hacia la formación profesional, sino que debía tener sentido en la vida del alumnado. Ideas que más de 100 años después mantienen su vigencia en muchos aspectos, están en la base de las nuevas propuestas curriculares para la enseñanza de las ciencias.

En 1932 la Sociedad Nacional para el Estudio de la Educación (The National Society for the Study of Education USA) reexamina los objetivos curriculares para clarificar y profundizarlos. El reto consistía en encontrar un equilibrio entre la comprensión intelectual del mundo natural y el pensamiento científico, por un lado, y la utilidad de la ciencia para una vida efectiva en el otro. En esta época ya se planteaba que la ciencia debía ser estudiada no sólo por su utilidad para la sociedad y para favorecer la participación en la sociedad democrática sino también como una poderosa fuerza cultural en búsqueda de la verdad y la belleza del mundo (DeBoer, 2000).

En la misma línea, en Europa se sucedieron movimientos y propuestas de renovación pedagógica, especialmente para la escuela primaria. Cabe destacar a Maria Montessori (1870-1952), Ovide Decroly (1871-1932) y Celestin Freinet (1896-1966), entre otros. Sus propuestas tuvieron y aún tienen mucha influencia en el desarrollo de la enseñanza en general y concretamente de las ciencias.

El estudio de las ciencias tendió a concentrarse en las llamadas “lecciones de cosas” (en la línea del movimiento europeo). Se publicaron numerosos libros en los que cada lección era un objeto o un hecho cercano a la vida del alumnado (el viento, el agua, los peces...) que se describía.

**2. LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN LA POSTGUERRA***La postguerra española*

A nivel español todo el impulso del espíritu de renovación promovido por la II República se vio truncado por la Guerra Civil española. La cual fue sucedida por la dictadura franquista coincidiendo su comienzo con la Segunda Guerra Mundial.

En 1945 se promulga la Ley de Educación Primaria, una ley fundamentalmente católica. La educación científica pasó a formar del grupo de conocimientos “complementarios”, que completaban la cultura mínima primaria: Iniciación a las Ciencias de la Naturaleza, Música, Canto, Dibujo, prácticas de taller y labores femeninas (Bernal Martínez y Comas Rubí, 2005).

Durante la dictadura la actividad escolar era verbal y memorística, la motivación se centraba en la competitividad y el adoctrinamiento religioso y “patriótico” era una de las partes fundamentales del programa escolar (Codina i Mir, 2002).

*A nivel internacional*

La segunda guerra mundial marcó un antes y un después en la educación científica. Después de la guerra, en los países democráticos se promovió la democratización de la enseñanza, prolongándose los años de escuela obligatoria. Al sistema educativo se le asignaron nuevas funciones como: la consolidación del sistema político democrático; la nivelación social y la mitigación de las desigualdades sociales.

Es aquí cuando surge la necesidad de cambiar la forma de ver y entender la ciencia en relación con los impactos sociales, económicos y políticos. La preocupación por las actitudes del público hacia

la ciencia y su capacidad de entender de forma crítica y reflexiva, el papel de la ciencia en la sociedad deja como consecuencia el planteo de nuevas razones para modificar la enseñanza de ciencias.

El lanzamiento del satélite Sputnik en 1957, también implicó un replanteamiento de la enseñanza de las ciencias. Este avance científico logrado por la Unión Soviética conllevó que los EE. UU. se planteara la necesidad de una mejor formación científica de sus jóvenes.

Hurd (1958) introduce en un artículo por primera vez el término alfabetización científica como un nuevo objetivo de la educación científica y se inicia el diseño de nuevos “proyectos” para la educación científica. Los primeros se concretaron en la reforma del currículo de los últimos años de secundaria para cada una de las disciplinas científicas. Estos nuevos currículos se caracterizaron por (Sanmartí, 2002):

- Promover la enseñanza conceptual de las disciplinas científicas frente a los planteamientos centrados en la transmisión de un conocimiento descriptivo.
- Introducir en los programas contenidos fundamentales generados en la investigación científica de los últimos 50 años.
- Destacar la relación entre la teoría y los hechos, promoviendo el trabajo experimental.
- Diseñar diversos recursos para la enseñanza, en vez de centrarla sólo en el libro de texto.

Los proyectos generados para enseñar ciencias en secundaria consideraban la *alfabetización científica* en términos de comprender las ideas científicas y el modo de investigación de la ciencia. Fueron desarrollados de manera disciplinar y estaban orientados a formar la futura comunidad científica y no se relacionaban con contextos que facilitaran el uso del conocimiento científico en beneficio de las personas, el bien común, o el progreso social (Layton, 1973, capítulo 8) en Hurd, (1998). En la etapa de primaria y primeros años de secundaria, en general se tendió a priorizar la enseñanza de “procesos” de la ciencia, relacionados con lo que se consideraba característico del método científico, sin relacionarlos con el contexto social.

## 2.1 Los cambios en los años 70

### *La didáctica de las ciencias comienza a consolidarse como campo de investigación*

En los años 70 a nivel internacional, tanto la comunidad científica como la de sociólogos y economistas reconocían la importancia de la ciencia y la tecnología en estos cambios, cosa que llevó a un re-pensamiento del papel de la ciencia en la escuela (Fensham y Harlen, 1999).

En esta época la didáctica de las ciencias se fue configurando como una nueva área de estudios. Consecuencia de todo ello fue la aparición de nuevas y diversas revistas de investigación en este campo (Sanmartí, 2002).

La aplicación de los proyectos y currículos propuestos no daban los frutos deseados. Todo esto implicó propuestas de nuevas líneas de trabajo, y entre las que más influyeron fue la propuesta de Ausubel que en 1968 publicó en su libro de psicología educativa. Todo esto dio origen a estudios para identificar las ideas previas a los procesos de enseñanza. Estos estudios demostraron que el alumnado, al comenzar a aprender un tema, parte de concepciones construidas en su entorno cotidiano, que generalmente no son coincidentes con las aceptadas por la ciencia en el momento actual, y que no se cambian fácilmente.

Al final de los años 70, ya se había demostrado que la aplicación de metodologías basadas en el “descubrimiento” no funcionaban. A partir de aquí se empezó a defender la necesidad de promover un cambio conceptual, un modelo didáctico que se planteaba a partir de promover la insatisfacción del alumnado con sus conocimientos previos y de reconocer que tiene a su disposición una nueva idea más inteligible y plausible (Posner et al., 1982; Strike y Posner, 1992).

En estos procesos de cambio también tuvieron influencia diferentes corrientes epistemológicas, como eran los trabajos de T.S. Kuhn, S. Toulmin y I. Lakatos, ya que el paralelismo entre la génesis del conocimiento científico a través de la historia de la ciencia y en el alumnado posibilitaba explicar algunas de sus dificultades de aprendizaje.

Es aquí cuando en la investigación en Didáctica de las Ciencias se va consolidando el llamado paradigma constructivista, que daba origen a nuevas propuestas curriculares. Sus principales ideas-base fueron (Sanmartí, 2002):

Los conceptos se construyen. Las ideas de la ciencia son teorías construidas para explicar la realidad, pero no son la realidad.

- Cuando se “empieza” el estudio de una teoría o de un concepto, el alumnado ya tiene construidas ideas sobre el mismo. El aprendizaje de la ciencia es una consecuencia de la actividad mental del que aprende más que de una acumulación de información.
- Se debe partir de las concepciones previas y se deben proponer actividades que ayuden a cuestionar dichas concepciones, para así provocar su evolución.
- Los errores del alumnado deben considerarse como etapas normales del desarrollo de sus ideas. El aprendizaje es un proceso de cambio de ideas y no la repetición de conceptos y procedimientos.

Con el tiempo se fue dando importancia a los aspectos relacionados con la construcción social del conocimiento, a partir del redescubrimiento de los trabajos de Vigotsky. Sus estudios ofrecían un marco explicativo del aprendizaje que tenía lugar en el aula, en la que son fundamentales las interacciones entre los distintos participantes y con la cultura propia del contexto social en la que se ubica.

En España se vivían los últimos años del franquismo y todas estas nuevas propuestas se concretan en 1970 en una profunda reforma del sistema educativo a partir de la Ley General de Educación (LGE). Esta ley incorporaba presupuestas de la renovación pedagógica y afectó a diversos campos del sistema educativo: formación inicial y permanente de los maestros, ordenación del sistema, programas y metodología (Mata, 1985).

La LGE extendió de la enseñanza básica hasta los 14 años; con respecto a la enseñanza científica debía tener como finalidad “*el desarrollo en el alumno de una actitud de curiosidad respecto al mundo que le rodea, que le lleve a una serie de conocimientos adquiridos por observación y experimentación y a intentar buscar explicación a sus observaciones*” (LGE, 1971).

Respecto a los contenidos a enseñar, se diferenció entre “conocimientos, habilidades y actitudes”.

Se estimuló el uso de una metodología de trabajo fundamentada en el método científico. Se animaba a la observación directa de los fenómenos y a la experimentación “*como único modo de adquirir racionalmente los conocimientos en el campo de las Ciencias*” (LGE, 1971). Se puede afirmar que los planteamientos eran muy coherentes con el conocimiento didáctico de la época, pero eso no quiere decir que se aplicaran.

Paralelamente, con el paso de la formación de maestros de las Escuelas Normales a la Universidad (1971), se empezaron a crear grupos de investigación en Didáctica de las Ciencias, cosa que llevó a la realización de doctorados y a la publicación de revistas. La primera fue *Enseñanza de las Ciencias*, en el año 1983.

### *Los llamados temas transversales y la enseñanza científica*

Los nuevos currículos comportaron que en los años 70 se empezara a dar importancia a las llamadas temáticas transversales, que en buena parte conectaron con conocimientos científicos, especialmente la Educación Ambiental y la Educación para la Salud. Pero estos campos educativos se fueron desarrollando de forma autónoma a la de los currículos de ciencias y no siempre de forma coherente.

La Educación Ambiental (EA), empieza a cambiar la visión antropocéntrica de la educación, vigente durante la primera mitad del siglo XX. En los años 70 aparece la necesidad de responder a la problemática ecológica surgida del desarrollo económico. Los efectos del modelo industrializador y la tecno-ciencia sobre la naturaleza comienzan a ser visibles, y al mismo tiempo amplían las

diferencias entre un norte rico y un sur cada vez más pobre, lo que produce que los objetivos de este movimiento educativo surjan atentos a los aspectos ecológicos y sociales (Novo Villaverde, 2009).

En 1975, en el seminario de Belgrado, que puede considerarse la plataforma de lanzamiento del programa internacional de la EA, se llega al consenso y elaboración de la denominada Carta de Belgrado en la cual se establecían metas y objetivos y se comenzaba a delimitar su ámbito y sus contenidos (Marcano, J., s.d.).

- Los principios recomiendan considerar el medio ambiente en su totalidad, que es lo mismo que el medio natural y el producido por el hombre. Aplicar un enfoque interdisciplinario, histórico, con un punto de vista mundial, atendiendo las diferencias regionales y considerando todo desarrollo y crecimiento en una perspectiva ambiental.

- La meta de la EA es mejorar las relaciones ecológicas, incluyendo la del ser humano con la naturaleza y las de estos entre sí. Se pretende a través de la EA lograr que la población mundial tenga conciencia del medio ambiente y se integre con sus problemas conexos y que cuente con los conocimientos, aptitudes, actitudes y motivaciones necesarios para trabajar individual y colectivamente en la búsqueda de soluciones a los problemas actuales y para prevenir los que pudieran aparecer.

- Los objetivos se refieren a la necesidad de desarrollar la conciencia, los conocimientos, las actitudes, la participación y la capacidad de evaluación para resolver los problemas ambientales.

Dos años más tarde se realiza la Primera Conferencia Intergubernamental de EA en Tbilisi (Unión Soviética) donde se acuerda la incorporación de la EA a los sistemas educativos y la cooperación internacional en materia de EA. Se plantea una EA basada en la pedagogía de y para la acción donde los principios rectores son la comprensión de las relaciones económicas políticas y ecológicas de la sociedad y la necesidad de reconocer al medio ambiente en su totalidad (Marcano, J., s.d.).

Estos planteamientos coinciden con reformas de los sistemas educativos en la mayoría de los países que, como hemos visto en el caso de la LGE, propugnaban responder a los nuevos desafíos sociales, culturales, económicos y profesionales que se presentaban desde diversas instancias.

Estos desafíos llevaron a un replanteamiento de la enseñanza de las ciencias en cuanto a sus finalidades y metodología. Aunque se partía de una concepción interdisciplinar, en esa época la finalidad principal de la EA era la protección y conservación del paisaje, por lo que en la práctica se relacionó fuertemente con la enseñanza de la biología. No fue hasta los años 80 que se empezó a abordar contenidos de química (contaminación) y de física (energía), y es los años 90 cuando comienza a conectarse con las Ciencias Sociales y otras áreas de conocimiento.

La metodología partía de la observación y el trabajo en el medio, pero en muchos casos se continuaba con una visión de transmisión de conocimientos. En el diseño de las actividades y procesos de aprendizaje casi no se tuvo en cuenta las ideas del alumnado y las propuestas didácticas de tipo constructivista.

## 2.2 Los cambios en los años 80-90

### *A nivel internacional*

Se consolidaba la principal finalidad de la enseñanza científica: la alfabetización científica de la población que incluía la capacidad del uso del conocimiento científico y tecnológico (Senish Boulding 1983, en Hurd, 1998).

En el año 1983 la UNESCO avala este re-pensamiento de la enseñanza de la ciencia ya que, el programa de política científico-tecnológica que promovían estaba destinado al fomento del fácil acceso al conocimiento científico y tecnológico de los países en vías de desarrollo. La posibilidad del desarrollo de estos países implicaba una posibilidad de crecer sin dependencias, a partir del desarrollo favorecido por el conocimiento científico-técnico. Se remarcaba (Gunstone, 2009) que "Ciencia para Todos" no era una alternativa de nivel inferior de educación científica en el sistema formal, sino que

era un componente esencial y básico en la enseñanza de las ciencias (Reid y Hodson, 1996). Los contenidos de "Ciencia para Todos" deberían estar relacionados con las aplicaciones reales en diferentes sociedades y, al mismo tiempo, debían formar una base adecuada para el alumnado (la minoría) que necesitará una ciencia más rigurosa, académica, en una etapa posterior.

En 1985 se presenta en Estados Unidos el Proyecto 2061<sup>1</sup>, planteado a largo plazo con una visión sobre la reforma que debía plantear la enseñanza de las ciencias basándose en el objetivo de alfabetizar científicamente la sociedad. El objetivo principal de "ciencia para todos los americanos" consistía en unas recomendaciones para la alfabetización científica publicadas en 1989 por la AAAS bajo el título de *Science for All Americans* (1990). Las principales dimensiones eran (Bybee y McInerney, 1995):

- Familiarizarse con el mundo natural y el reconocimiento de su diversidad y su unidad;
- Entender los conceptos y principios de la ciencia;
- Ser consciente de la dependencia entre la ciencia, las matemáticas y la tecnología;
- Desarrollar el pensamiento científico, y;
- Usar el conocimiento y pensamiento científico para propósitos individuales y sociales.

Después de la publicación *Science for All Americans*, la Academia Nacional de Ciencias se une al esfuerzo de asegurar que todos los estudiantes logran la alfabetización científica.

Los años 80 y 90 supusieron un gran desarrollo de nuevos proyectos conectados a procesos de investigación en la acción y de orientación constructivista, que se estructuraban en torno a contenidos conceptuales. También surgieron proyectos de ciencia integrada o de ciencia combinada, que tenían un grado menor de integración conceptual que los primeros. En estos se combinan el carácter diferenciado de cada disciplina científica con la adecuada coordinación de los contenidos y estrategias didácticas; y sobre todo y como veremos, una serie de proyectos ciencia-tecnología-sociedad (CTS) con el objetivo de hacer más relevante y funcional la enseñanza de las ciencias (Caamaño, 1994).

La UNESCO en 1992 plantea que la necesidad de extender el concepto de ciencia para "todos" que va más allá de los grupos de educación formal y se basa en mantener y captar una actitud positiva sobre los temas que involucren la ciencia, esto implicó dos aspectos:

1. La necesidad de popularizar y desarrollar una alfabetización científica básica en todas las comunidades de un país, y
2. La necesidad de cambiar el énfasis en los programas de ciencias de la escuela para dar prioridad al establecimiento y mantenimiento de una actitud positiva de la ciencia y la tecnología.

### *Nacimiento del movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad*

En los '80 cobró fuerza el movimiento Ciencia, Tecnología, Sociedad (en adelante CTS). Las esferas políticas y diferentes organizaciones debieron responder a las presiones que ejercía la sociedad para poder recibir un nuevo estilo de educación de la ciencia en la escuela. El alumnado continuaba demostrando muy poco interés por aprender ciencias y, para superar este problema, se consideró que se debía promover una enseñanza científica que conectara con sus intereses y motivara su aprendizaje.

La incidencia de la ciencia en la sociedad es cada vez más evidente, pero la escuela se mantenía al margen de esta conexión ciencia-sociedad. Mientras las investigaciones científicas comienzan a evaluarse en términos de su significatividad socio-cultural, la ciencia escolar continua enseñando ideas muy abstractas, y los problemas no conectan con los de la vida de los estudiantes, ni con las necesidades de desarrollo personal ni de la sociedad (Bybee y McInerney, 1995). Poco a poco el conocimiento científico es visto como una competencia cívica, necesaria para promover el pensamiento racional de la ciencia en relación con lo personal, social, político, problemas económicos, y cuestiones que se utilicen en la vida.

<sup>1</sup> Disponible en: <http://www.project2061.org/>

En 1982, la junta directiva del NSTA (National Science Teachers Association) aprueba una declaración posicionamiento titulada: *Ciencia-Tecnología-Sociedad: Enseñanza de las Ciencias para la década de 1980*. En donde se explicitaba que el objetivo de la educación científica era el desarrollo de personas científicamente alfabetizadas que podían entender cómo la ciencia, la tecnología y la sociedad dependían unas de otras y que, a su vez, eran capaces de utilizar este conocimiento en la toma de decisiones de la vida cotidiana. Para los defensores CTS el objetivo principal de una educación CTS fue la acción social (DeBoer, 2000), ya que se consideraba que los diferentes cambios que se producen en la sociedad no tenían que ser ajenos al ámbito educativo y en concreto a la enseñanza de las ciencias.

Este movimiento propone trabajar con el alumnado en su entorno, es decir, lo que Yager (1996) denomina moverse en el mundo de la aplicación, el mundo donde el alumnado hace sus propias conexiones desde la vida a los diferentes contenidos de las disciplinas tradicionales. Aunque el dominio conceptual es un objetivo, el movimiento CTS hace pocas aportaciones nuevas en esta línea, ya que los contenidos de “ciencias” no varían. Pero en cambio innova en su ejemplificación y, en buscar que los aprendizajes demuestren su utilidad. Por tanto, en el aprendizaje CTS se considera que aprender los conceptos científicos es analizarlos en el contexto de experiencias reales de la vida y de sus aplicaciones (Lutz, 1996).

La consecución del objetivo de la alfabetización científica y tecnológica requiere algo más que la comprensión de conceptos y procesos de la ciencia y la tecnología, ya que se trata de comprenderlos como parte integral de nuestra sociedad (Bybee, 1991). Por tanto, el enfoque CTS en algunos casos, abordaba problemas sociales relacionados con la ciencia, como la contaminación del medio ambiente, el crecimiento de la población y disminución de la biodiversidad, conectando con la EA.

Inicialmente, buena parte de proyectos CTS no innovaron desde el punto de vista metodológico ya que en muchos casos los proyectos se limitaban a ser “transmisivos”. Tampoco consideraban, en algunos casos, las ideas previas ni una visión constructivista del aprendizaje. Una de las premisas básicas de los inicios del movimiento CTS era aproximar la ciencia a la vida cotidiana para aumentar la motivación favoreciendo el interés y la comprensión de los temas científicos y favorecer así su comprensión mientras se contribuye a formación ciudadana (Shamos, 1995). Poco a poco el enfoque CTS concretó su modelo de enseñanza-aprendizaje centrándolo en la toma de decisiones.

### *La reforma curricular de los 80-90 en España*

En España, todos estos planteamientos se tuvieron en cuenta en el Proyecto para la Reforma de la Enseñanza que se promovió en los años 80 y que se concretó en 1990 en la nueva ley de educación: Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE). Esta ley prolongó la enseñanza obligatoria hasta los 16 años, y estableció un nuevo ciclo educativo (12-16) vinculado a la etapa de secundaria (Enseñanza Secundaria Obligatoria-ESO-). Desde el punto de vista metodológico, ponía el acento en el constructivismo.

El proyecto-atribuía a las Ciencias Experimentales una doble finalidad: por un lado, el hecho de “contribuir a la consecución de los objetivos comunes propuestos para cada ciclo” y, por otro lado, buscaba capacitar al alumnado para afrontar los problemas con actitud y metodología científica. Estas intenciones se llevaban a cabo a través de los objetivos específicos del área, que incluían objetivos relativos a valores, actitudes y normas, objetivos en relación con hechos, conceptos y teorías científicas y, objetivos de procedimientos y habilidades científicas.

De Pro Bueno (2006) en sus estudios relacionados con la implementación de la LOGSE, resume el perfil curricular de la Reforma en los siguientes aspectos:

- Los contenidos debían ser útiles y funcionales para la formación obligatoria.
- Debían aparecer tres tipos de contenidos: conceptos, procedimientos y actitudes.
- En la selección y secuenciación de los contenidos objeto de enseñanza el profesorado debía considerar la lógica científica, sus niveles de dificultad y concreción, y las características del alumnado que los aprende.

- Los procedimientos y las actitudes eran considerados básicos en la enseñanza obligatoria y tan importantes como los conceptos; todos debían enseñarse intencionadamente.
- Los contenidos procedimentales tenían como referente los métodos de trabajo de la ciencia: el currículo contemplaba destrezas básicas, habilidades de investigación, destrezas técnicas o manipulativas y destrezas comunicativas.
- Los contenidos actitudinales tenían como referente las formas de pensar y actuar deseables en el ámbito científico; el currículo contemplaba actitudes hacia la ciencia y el trabajo científico, actitudes presentes en actividades científicas, los hábitos saludables y de conservación, y el respeto a las normas de utilización de aparatos y de seguridad.

Además, la LOGSE recogió por primera vez de forma explícita el trabajo entorno a los “temas transversales”, entre ellos la EA y para la salud, aspectos que se debían incluir en las áreas curriculares. En la parte de currículo optativo, se implantaron asignaturas de EA.

### *Ciencia-Tecnología-Sociedad en España*

Los objetivos de la LOGSE intentaban dar una solución a problemas estructurales específicamente educativos, errores de concepción, insuficiencias y disfuncionalidades que se habían ido manifestando y agudizando con el paso del tiempo. Para la implementación de la ley se realizó un proceso de experimentación que posibilitó la reflexión y el debate en el seno de la comunidad educativa y en el conjunto de la sociedad. Las numerosas y diversas aportaciones permitieron comprender la complejidad de la reforma (aunque también es importante tener en cuenta que no llegaron a la mayoría del profesorado).

En la ESO, la visión CTS se incorporó como marco de referencia al diseño curricular. Las orientaciones proponían un trabajo a partir de proyectos que incorporaran la visión CTS, ya sea a través de temas o enfoques CTS.

En el bachillerato, en el año 1993 fue aprobada la inclusión de la asignatura optativa de bachillerato llamada Ciencia, Tecnología y Sociedad (BOE, 29-1-93). Se propone una materia con una clara voluntad interdisciplinar, integradora y abierta al tratamiento de cuestiones que no están claramente instalados en una disciplina académica concreta, pero que tienen un papel decisivo en la vida social (BOE, 29-1-93).

Los trabajos de la comunidad investigadora de didáctica de las ciencias, por ejemplo, los de Solbes y Viches (1989, 1992), Caamaño (1994; 1995), Membiela (1997) y Acevedo Díaz et al (2002) entre otros. Ponían de manifiesto el intento de cambiar la visión de ciencia a enseñar desde una perspectiva neutra, dogmática y que no tiene ningún tipo de conexión con la vida cotidiana a una visión de ciencia con una conexión directa con la vida.

## **2.3 Los cambios en los inicios del siglo XXI. Una visión competencial de la educación**

### *A nivel internacional*

En el año 1996 se publica el Informe Delors, elaborado por una comisión internacional presidida por Jacques Delors para la UNESCO cuya finalidad era constituir una comisión internacional para que reflexionara sobre la educación y el aprendizaje en el siglo XXI (Delors, 1996).

Las principales ideas del informe era la de educación para toda la vida, una educación flexible, diversa y accesible en el tiempo y el espacio. Dicho informe planteo tres pilares fundamentales para la educación del siglo XXI.

- *Aprender a conocer*: tener en cuenta los cambios derivados de los avances científicos, económicos y sociales, conjugando cultura general con conocimientos profundos de número reducidos de asignaturas.

- *Aprender a hacer*: promueve la no limitación del aprendizaje de un oficio determinado sino a adquirir una competencia que permita hacer frente a numerosas situaciones.

• *Aprender a ser*: la idea de una educación que exige una mayor autonomía y capacidad de juicio junto con el fortalecimiento de la responsabilidad personal en la realización del destino colectivo. La educación integral de la que se viene hablando desde finales del siglo XIX y comienzos del XX; aquella del pensamiento autónomo.

De las orientaciones del informe se destacan tres elementos: la educación es un factor indispensable para conseguir la paz; es fundamental en el desarrollo más humano de las personas y de la sociedad; y, aunque hay otros medios para lograrlo, la educación es el más importante para conseguirlo.

Este informe dio origen a las propuestas de la OECD y al inicio del programa Definición y Selección de Competencias (DeSeCo) (2001), en el marco de este programa, competencia se define como:

Capacidad de responder a demandas complejas y realizar tareas diversas de forma adecuada. Supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para conseguir una acción eficaz.

Este objetivo de desarrollo de la competencia no invalida la importancia de los conocimientos (científicos y otros) en el aprendizaje, pero sí que contempla una visión distinta de lo que hasta ahora se consideraba aprender conocimientos (Perrenoud, 2012). La idea importante es la de demostrar que *se es capaz de movilizarlos para actuar eficazmente* en situaciones reales, muy distinto de visiones tradicionales del aprendizaje que relacionan aprender conocimientos con ser capaz de repetirlos en pruebas de evaluación. También supone que las demandas que debe ser capaz de afrontar el alumnado deben ser complejas, de tal manera que necesiten analizar la situación de estudio desde un punto de vista crítico y argumentar las respuestas en función de los conocimientos construidos.

Los tres grandes ámbitos de competencias clave citados en el documento de DeSeCo (2001), que son básicos en la definición de una visión competencial se representan en la figura 1:

FIGURA 1. Ámbitos de competencias clave



Estos tres ámbitos se refieren a:

a) La *capacidad de actuar de manera autónoma*, que tiene asociadas dos ideas centrales relacionadas entre sí: por un lado, el desarrollo de la identidad personal y, por otro lado, el ejercicio asociado al sentido de decidir, elegir y actuar en determinados contextos.

Este ámbito hace referencia a la importancia de trabajar para desarrollar personas capaces de decidir por sí mismas, eligiendo en todo momento a partir no sólo de las posibilidades que se le

presentan, sino también de la fundamentación en el conocimiento implícito o explícito asociado a estas elecciones.

Esta finalidad de formar personas autónomas condiciona sin duda la metodología de enseñanza, ya que demanda el planteamiento en el aula de situaciones que fomenten esta reflexión sobre la toma de decisiones teniendo en cuenta diferentes variables y puntos de vista. Éstos estarán relacionados, por un lado, con el cuerpo de conocimientos asociados al problema planteado y, por otro, con aquellos aspectos que tienen en cuenta los valores, límites de la ciencia, ética, emociones, motivaciones, etc. A su vez, será necesario que se reconozca y reflexione críticamente sobre la complejidad e incertidumbre de las consecuencias de las elecciones posibles (Ennis, 1996; Paul, 1993).

b) El segundo ámbito, la *capacidad de utilizar herramientas de manera interactiva y eficaz*, está vinculado a poder utilizar instrumentos que son necesarios para alcanzar aquellas demandas significativas de la vida cotidiana y profesional, incluyendo el lenguaje, la información y el conocimiento. Las herramientas son aquellas “cosas” que nos permiten interactuar con el mundo, formar parte de él e interpretarlo, como por ejemplo los distintos modos comunicativos, tipos de conocimiento, instrumentos como los ordenadores, etc.

Estas herramientas no sólo demandan un conocimiento de la herramienta en sí, sino también una comprensión de cómo ésta modifica la manera en que uno puede interactuar con el mundo.

No se trata sólo de saber utilizar las herramientas sino el ser capaz de interactuar con ésta utilizando reglas propias del pensamiento crítico, para poder analizar, interpretar y valorar las informaciones que proporcionan o se emiten.

c) Por último, la *capacidad de funcionar en grupos sociales heterogéneos* recoge la idea de participación en la sociedad teniendo en cuenta la diversidad multicultural, de pensamientos, de creencias, valores culturales etc., promoviendo en todo momento el respeto y la aceptación de esta diversidad.

Funcionar en grupos sociales heterogéneos aceptando la diversidad de puntos de vista no está en contradicción con el desarrollo de la capacidad de delimitar lo que es conocimiento científico de lo que no lo es. Implica reconocer si hay algún marco teórico que, al menos en el momento actual, explique determinados hechos o la forma de mirarlos, es aquí donde el profesor guía al alumnado hacia el entendimiento de las múltiples perspectivas, para que puedan construir argumentos (Oulton et al., 2004).

En el año 2000 se inicia un proyecto de alcance internacional auspiciado por la OCDE, el conocido como proyecto PISA (programa para la evaluación internacional del estudiante), que tenía como objetivo evaluar sistemas educativos en todo el mundo a partir de pruebas de habilidades y conocimientos en el alumnado de 15 años, en tres campos: comprensión lectora, matemáticas y ciencias, planteado a un plazo de 15 años (2000-2015).

El programa buscaba satisfacer la necesidad de evaluación y proveer indicadores relativos al rendimiento del alumnado, a fin de que estos indicadores contribuyan a la comprensión del grado en el cual los sistemas educativos, preparaban a sus estudiantes a ser aprendices toda la vida. Así el proyecto PISA evaluaba al finalizar la educación obligatoria en qué medida los estudiantes habían adquirido ciertas habilidades y la comprensión necesaria para su participación efectiva en la sociedad actual (Harlen, 2002).

Los tres ámbitos de competencias claves que se presentaron forman parte de un todo que en el contexto social y cultural actual se considera que caracterizarían a una persona competente y, se relacionan fuertemente con aquello que caracteriza la competencia científica tal como ha sido definida a partir del programa PISA (OECD, 2006):

La capacidad de emplear el conocimiento científico para identificar preguntas y obtener conclusiones a partir de evidencias, con la finalidad de comprender y ayudar a tomar decisiones acerca del mundo natural y de los cambios que la actividad humana produce en él.

De esta definición cabe destacar la importancia de las preguntas, es decir, de la capacidad para formularlas de forma que sean investigables científicamente, aspecto poco contemplado desde una visión tradicional de la enseñanza de las ciencias más centrada en la repetición de respuestas “verdaderas”.

Los aspectos por desarrollar en qué se incide son:

- El conocimiento científico y el uso de este, para identificar cuestiones, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre temas relacionados con las ciencias;
- La comprensión de los rasgos característicos de la ciencia, entendida como una forma del conocimiento y la investigación humana;
- La conciencia de las formas en que la ciencia y la tecnología moldean nuestro entorno material, intelectual y cultural;
- La disposición a implicarse en asuntos relacionados con la ciencia y a comprometerse con las ideas de la ciencia como un ciudadano reflexivo.

Sin lugar a duda, en el siglo XXI la alfabetización científica está siendo un aspecto clave del debate sobre los objetivos de la educación, tanto a nivel nacional como internacional.

### *Nuevos planteamientos: los Temas Socio-Científicos*

En el debate sobre las finalidades, contenidos y métodos de la educación científica, ha surgido un ámbito de trabajo en torno al estudio de temas socio-científicos (TSC) Se busca la educación para la participación en la sociedad, y la toma de decisiones teniendo conocimientos sobre el hecho en relación al cual se debate y actúa. Se considera que ésta es una condición básica para la participación en la sociedad, sin establecer diferencias por estatus, origen, género o formación. El trabajo en la escuela a partir de temáticas que involucran aspectos sociales, científicos, tecnológicos junto con valores y aspectos éticos, requiere un abordaje desde la complejidad de las relaciones que existen entre cada uno de estos aspectos, lo cual implica un trabajo interdisciplinar entre las diferentes disciplinas científicas e incluso otras.

Trabajar desde esta perspectiva en la escuela plantea un escenario en el cual se abordan problemas abiertos, es decir, problemas complejos cuyas soluciones son múltiples e indeterminadas. Es una perspectiva de la educación científica que tiene puntos en común con el movimiento CTS y también con la EA, los TSC están relacionados con temas muy controvertidos, en los cuales es posible que al momento de ser trabajados no exista un consenso bien fundamentado en la comunidad científica, mientras que en el movimiento CTS, simplemente es el planteo de una situación determinada que permite trabajar un tema en concreto, pero no tiene por qué ser una controversia.

### **3. CAMBIOS CURRICULARES EN ESPAÑA**

En España en el año 2002 se vuelve a modificar el currículo a partir de la aprobación de la Ley Orgánica de Calidad de la Educación (LOCE) (BOE-A-2002-25037) debido al cambio de gobierno. España es un país en que las propuestas curriculares dependen en buena parte de los partidos políticos que gobiernan.

En el año 2006 hay otro cambio legislativo, implementándose la nueva Ley Orgánica de Educación (LOE) (BOE 106, 17160). Entre las modificaciones de esta nueva ley encontramos la nueva asignatura Ciencias para el Mundo Contemporáneo, propuesta en la línea de diferentes corrientes internacionales como son: Science for all, Public Understanding of Science y, Socio Scientific Issues, además esta ley promueve por primera vez un currículo por competencias en consonancia con las propuestas de la U.E.

En el año 2013, se implementa la Ley orgánica para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) con respecto a los objetivos propuestos para la alfabetización científica se elimina la asignatura común ciencia para el mundo contemporáneo como asignatura común obligatoria. Una propuesta de

ley cuestionada en donde se ve ampliamente perjudicada la educación pública cuyos objetivos deberían favorecer la equidad en todo el sentido de la palabra.

En el año 2020 se aprueba la LOMLOE (BOE 340 -17264) que modifica la LOE, se implementa durante el año 2021. Es una ley que pretende dar respuesta a las demandas globales en busca de una educación de calidad y que garantiza la equidad en todos ámbitos.

A modo de síntesis podemos observar que las propuestas y líneas de trabajo del ámbito de la didáctica de la ciencia actual coinciden con las propuestas de hace décadas y sin embargo las leyes son modificadas y las propuestas curriculares no acaban de decantar en las aulas.

La alfabetización científica de la sociedad tiene relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, sin embargo en las nuevas propuestas de ley la asignatura que pretendía dar respuesta a esta demanda no se recupera.

Conocer la historia permite ser críticos con las propuestas, entender el contexto en el cual se desarrollan como así también valorar su evolución. También favorece la reflexión sobre aquellos aspectos que han funcionado y los que no para así intentar buscar respuestas o nuevas hipótesis de trabajo.

Con este repaso por la historia, se pretende una reflexión sobre las necesidades de repensar cómo se trabaja en el aula, cómo se comunica la ciencia, cómo la ciencia forma parte de nuestras vidas sin cuestionarla de manera crítica. Probablemente no se necesite invertir en esfuerzos por innovar en el aula sino en realmente considerar que las propuestas que se hicieron hace tiempo no necesitan cambiarse de nombre sino simplemente (y no tan simplemente) ser implementadas para conseguir una sociedad alfabetizada científicamente, más equitativa, más justa, más crítica, con conciencia y responsabilidad social.

## Referencias

- AAAS. (1990). *Science for All Americans Online*. American Association for the Advancement of Science. <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/intro.htm>
- Acevedo Díaz, J., Vázquez Alonso, A., y Manassero Mas, M. (2002). El Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias. *En línea en Sala de lectura CTS+I de la OEI*. <http://www.oei.es/salactsi/acevedo13.htm>
- Benvenuty Morales. (1985). *Educación y política educativa en Cádiz durante la segunda república (1931-1936). Análisis de la reforma*. Universidad de Sevilla.
- Bernal Martínez y Delgado Martínez. (2004). De excluidas a protagonistas: Las mujeres en la construcción de las ciencias escolares en España (1882-1936). *Revista de Educación, Educación y Deporte* (335), 273-291.
- Bernal Martínez, J. y Comas Rubí, F. (2005). La función social de las ciencias de la naturaleza: Una influencia europea en el currículum escolar en España. *Historia de la educación: Revista interuniversitaria*, 24, 131-156.
- Bybee, R. W. (1991). Science-technology-society in science curriculum: The policy-practice gap. *Theory Into Practice*, 30(4), 294. <https://doi.org/10.1080/00405849109543515>
- Bybee, R. W., y McInerney, J. D. (1995). *Redesigning the Science Curriculum: A Report on the Implications of Standards and Benchmarks for Science Education*. Biological Sciences Curriculum Study, Pikes Peak Research Park, 5415 Mark Dabling Blvd., Colorado Springs, CO 80918-3842.
- Caamaño, A. (1994). Estructura y evolución de los Proyectos de Ciencias Experimentales. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 1, 8-20.
- Caamaño, A. (1995). La educación CTS: Una necesidad en el diseño del nuevo currículum de Ciencias. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 3, 4-6.

- Codina i Mir, M. T. (2002). Rosa Sensat y los orígenes de los Movimientos de Renovación Pedagógica. *Historia de la educación: Revista interuniversitaria*, 21, 91-104. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1038358>
- de Pro Bueno, A. (2006). Perfil de la «reforma LOGSE» y perfil de uso: Los fundamentos de los proyectos curriculares de física y química en centros de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(3), 337-336.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200008\)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L)
- Delors, J. (1996). *Educació: Hi Ha Un Tresor Amagat a Dins: Informe Per a La UNESCO De La Comissió Internacional Sobre Educació Per Al Segle XXI* (Comissió Internacional sobre Educació per al Segle XXI, Unesco, y Centre Unesco de Catalunya, Ed.). Centre UNESCO de Catalunya.
- DeSeCo. (2001). *Definition and selection of competencies: Theoretical and conceptual foundations (DeSeCo)*. OECD. <http://www.oecd.org/dataoecd/48/22/41529556.pdf>
- Ennis, R. H. (1996). Critical Thinking Dispositions: Their Nature and Assessability. *Informal Logic*, 18(2). [http://celt.uwindsor.ca/ojs/leddy/index.php/informal\\_logic/article/view/2378](http://celt.uwindsor.ca/ojs/leddy/index.php/informal_logic/article/view/2378)
- Fensham, Y Harlen, W. (1999). School science and public understanding of science. *International Journal of Science Education*, 21(7), 755-763. <https://doi.org/10.1080/095006999290417>
- Gunstone, R. y Smith, D. (2009). Science Curriculum in the Market Liberal Society of the Twenty-first Century: 'Re-visioning' the Idea of Science for All. *Research Science Education*, 39, 1-16. DOI:10.1007/s11165-007-9069-2
- Harlen, W. (2002). Evaluar la alfabetización científica en el programa de la OECD para la evaluación internacional de estudiantes (PISA). *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 20(2), 209-216.
- Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, 82(3), 407-416. [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199806\)82:3<407::AID-SCE6>3.0.CO;2-G](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199806)82:3<407::AID-SCE6>3.0.CO;2-G)
- Hurd, P.D. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16(1), 13-16.
- LGE. (1971). *Educación General Básica: Segunda Etapa. Nuevas Orientaciones*. (Ed. Magisterio Español).
- Lutz. (1996). The congruency of the STS approach and constructivism. En *History of Science/Technology/Society As reform in the United States*. State University of New York.
- Marcano, J. (s.d.). *Breve historia de la Educación Ambiental*. Educación Ambiental en la República Dominicana. <http://www.jmarcano.com/index.html>
- Mata, M. (1985). L'escola de Mestres Rosa Sensat de Barcelona. *Perspectives d'educació comparada*, 1.
- Membriela, P. (1997). Una revisión del movimiento educativo Ciencia-Tecnología\_Sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), 51-57.
- Novo Villaverde, M. (2009). La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de educación*, 1, 195-217.
- OECD. (2006). *PISA 2006 Marco de la evaluación. Conocimiento y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. <http://www.oecd.org/dataoecd/59/2/39732471.pdf>
- Oulton, C., Dillon, J., y Grace, M. M. (2004). Reconceptualizing the teaching of controversial issues. *International Journal of Science Education*, 26(4), 411-423. <https://doi.org/10.1080/0950069032000072746>
- Paul, R. (1993). *Critical thinking: What every person needs to survive in a rapidly changing world*. Foundation for Critical Thinking.

- Perrenoud, P. (2012). *Cuando la escuela pretende preparar para la vida: ¿desarrollar competencias o enseñar otros saberes?* Graó.
- Posner, G., Strike, K., Hewson, P., y Gertzog, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227. <https://doi.org/10.1002/sce.3730660207>
- Reid, D. J., y Hodson, D. (1996). *Ciencia para todos en Secundaria*. Narcea Ediciones.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*.
- Shamos, M. H. (1995). *The Myth of Scientific Literacy*. Rutgers University Press.
- Solbes, J., y Vilches, A. (1989). Interacciones ciencia/técnica/sociedad: Un instrumento de cambio actitudinal. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 7(1), 14-20.
- Solbes, J., y Vilches, A. (1992). El modelo constructivista y las relaciones ciencia/técnica/sociedad. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 10(2), 181-186.
- Strike, K., y Posner, G. (1992). A revisionist theory of conceptual change. En R. Duschl & R. Hamilton (Ed.), *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice* (p. 147-176). SUNY Press.
- Yager. (1996). History of Science/Technology/Society As reform in the United States. En *Science/Technology/Society As reform in science education*. State University of New York.

#### CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Pipitone, C. (2023). Lo nuevo no tan nuevo: revisión histórica de la enseñanza de las ciencias. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 44, 179-194. DOI: 10.7203/DCES.44.25596

