

Orientaciones Didácticas de las Ciencias Experimentales para Alumnos con Discapacidad Visual



Autores: Equipo de Especialistas del Área de Ciencias Experimentales de la ONCE.

Ramón Coma Ferrer CRE de Barcelona
M^a Valle Durán Labrador CRE de Sevilla
Jaime Muñoz Carenas CRE de Madrid
José María Villar Pérez CRE de Alicante

ÍNDICE

1. Introducción.

2. Orientaciones para el trabajo en el Aula de Ciencias

2.1. Metodología

2.1.1. Orientaciones generales.

2.1.2. Comunicación profesor-alumno.

2.2. Evaluación: adaptación de medios y tiempos

2.3. Lenguaje científico

2.4. Recursos

2.4.1. Láminas

2.4.2. Modelos tridimensionales.

2.4.3. Recursos multimedia

2.4.4. Libros: Tinta, Braille y sonoros

2.4.5. Editores Científicos

2.4.6. Calculadoras

2.4.7. Representaciones gráficas en el área de ciencias

3. Orientaciones para las actividades prácticas

3.1. Actividades prácticas de laboratorio

3.1.1. Entrenamiento previo

3.1.2. Normas generales y específicas

3.1.3. Procedimientos básicos en el laboratorio

I. Realización de medidas

a. Herramientas adaptadas analógicas

b. Herramientas adaptadas digitales

II. Enrasar

III. Pipetear

IV. Calentar

V. Agitar

VI. Preparación de muestras para microscopios

VII. Traspaso de líquidos/sólidos

3.1.4. Herramientas de ayuda a la accesibilidad

3.2. Otras actividades prácticas: museos, estudios de campo, talleres...

4. Referencias

4.1 Localización del material

4.2. Bibliografía.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este documento es recoger orientaciones y recomendaciones para el profesorado de aula y los equipos de atención a discapacidad visual, que faciliten la intervención con el alumnado que presenta discapacidad visual, en el área de Ciencias Experimentales de todas las etapas educativas, para conseguir su inclusión escolar.

Todo programa educativo dirigido a este alumnado debe cubrir los mismos objetivos generales del currículum ordinario. Se puede decir que el alumnado con discapacidad visual puede llevar a cabo prácticas experimentales en todos los campos de las ciencias siempre que cuente con las adaptaciones oportunas.

Los alumnos con poca resto visual suelen presentar serias carencias acerca de la observación y experimentación de fenómenos naturales, físicos y químicos. Debemos compensarlas con adaptaciones en las que se utilicen todos los sentidos.

El alumno ciego debe tener experiencias sensoriales significativas que le permitan comprender los contenidos que se están trabajando accediendo mediante adaptaciones y estrategias didácticas a los distintos fenómenos de la naturaleza.

La experiencia práctica accesible debe ser la primera fase del aprendizaje para que realmente se consolide a nivel teórico.

Es el profesor del equipo específico de atención educativa al alumnado con discapacidad visual quién asesorará al profesorado que imparte las áreas de Ciencias sobre procedimientos didácticos, técnicas y formas de trabajo específicas en la enseñanza a este alumnado.

2. ORIENTACIONES PARA EL TRABAJO EN EL AULA DE CIENCIAS

2.1. Metodología

2.1.1 Orientaciones generales

La ceguera tiene dos consecuencias básicas: la dificultad de controlar el espacio y la adquisición de la información. Por tanto, hemos de tener en cuenta algunos elementos fundamentales a la hora de planificar, ejecutar y evaluar las prácticas en cualquiera de las disciplinas de la ciencia.

Para que el alumnado pueda trabajar individualmente o en grupo de forma segura y autónoma, tenemos que presentarle el material y los espacios donde va a realizar las actividades y asegurarnos que tiene las habilidades necesarias para llevarlas a cabo.

Las salidas o visitas se deberán preparar con anticipación para poder darle al alumnado el máximo de información práctica, dejándole observar de forma directa o llevando el material necesario para reducir las

limitaciones que sean insalvables. Por ejemplo, si visitamos el zoológico, enseñarle maquetas de los animales que se verán.

La evaluación debe ser coherente y ligada al aprendizaje recibido y, valorar el paso de los aspectos prácticos a los conceptos teóricos. Para los alumnos de baja visión, las orientaciones son las mismas, pero hemos de asegurarnos que el uso del resto visual no lleve a error en la observación, por eso, el uso de los otros sentidos también es recomendable.

2.1.2 Comunicación profesor-alumno

En situaciones de enseñanza en el aula de ciencias es habitual que el profesor facilite el aprendizaje de sus alumnos mediante la utilización de recursos visuales para apoyar los contenidos que se exponen verbalmente. Para ello se suelen utilizar recursos como: pizarra convencional, pizarra digital (PDI), cañón proyector, murales, etc. Muchos de nuestros alumnos, con resto visual, presentan dificultades para acceder a esos contenidos, algunos de ellos lo resuelven aproximándose, otros necesitarán de ayudas técnicas y medios que se lo permitan.

- El profesor de apoyo debe tener un papel de mediador para que el alumno realice un aprendizaje significativo y activo, desarrollando habilidades, actitudes y valores que formen parte de las competencias que debe adquirir.
- Los recursos didácticos necesarios para el desarrollo de la actividad deberán estar disponibles con antelación.
- Los profesores de aula y apoyo deberán entrenar al alumno para:
 - o Adquirir las habilidades manipulativas necesarias para trabajar con materiales en el aula y en el laboratorio.
 - o Explorar adecuadamente el material con el objetivo de conseguir autonomía en el desarrollo de la actividad y adquirir la información que se pretende.
 - o La observación directa activa deberá ser adaptada con medios adecuados a sus capacidades sensoriales y no sustituirla por mera información verbal en lo posible.
 - o Adquirir una serie de habilidades y estrategias que le permitan de forma autónoma acceder a la información que le presenta el medio natural.
 - o Enseñar a explorar su medio y realizar preguntas sobre lo observado mediante la observación táctil y/o visual.
 - o Organizar la información observada.
 - o Identificar o reconocer las representaciones en relieve (Maqueta, Termofón, Fúser, ...)
 - o Poder realizar una recogida de datos mediante mediciones con distintas herramientas según las magnitudes.

- Recoger muestras.
- Conocer previamente el repertorio de acciones que le permitan situarse ante la experiencia, tanto en clase, como en el Laboratorio como en Estudio de Campo.

2.2. La evaluación: Adaptación de medios y tiempos para la realización de pruebas por parte de alumnos con discapacidad visual.

La concesión de tiempo extra para la realización de pruebas de evaluación se inspira en los principios de igualdad de oportunidades, no discriminación, accesibilidad universal y compensación de desventaja. (Artículo 9.2 de La Constitución Española)

Criterios generales para las adaptaciones de tiempos

El tiempo previsto para la realización de las pruebas, es incrementado, por norma general, hasta en un 50%, por razones específicas del método lectoescritor utilizado para las dificultades visuales.

En caso de existencia de dos o más tipos de deficiencias por las que se pueda proceder a la adaptación de tiempo, podrán sumarse los tiempos recomendados.

Aunque a nivel educativo no existe ninguna normativa concreta con respecto a la adaptación de tiempos para realización de exámenes, se puede tomar la

ORDEN PRE/ 1822/2006 de 9 de junio por el que se establecen criterios generales para la adaptación de tiempos adicionales en procesos selectivos para acceso al empleo de personas con discapacidad.

Criterios generales para las adaptaciones de medios.

Las pruebas deben estar adaptadas al sistema lectoescritor de los estudiantes:

- Braille.
- Tinta: textos con el tamaño y tipo de fuentes (Arial/Verdana) apropiadas para el alumnado, buscando la mayor nitidez y el mejor contraste.
- Si utilizan el sistema lecto-escritor ordinario, deberá permitírseles la utilización de medios de ampliación, materiales que emplee de forma habitual (instrumentos ópticos, lápices, rotuladores especiales...), así como asegurar una iluminación adecuada en la zona donde realice la prueba.
- Utilización de medios tiflotécnicos, informáticos o software.

En aquellas situaciones en las que se presenten imágenes, diapositivas, etc se debe buscar formas de adaptaciones que garanticen la igualdad con el resto de compañeros.

En las representaciones gráficas se valorará la interpretación y la comprensión de las mismas, y no se utilizará el mismo criterio que el resto de alumnos con respecto a su ejecución y precisión.

Nunca deberá quedar exento de interpretar y realizar representaciones gráficas ni de las actividades prácticas.

Para la realización de prácticas se puede considerar la posibilidad de reducir el número de ejercicios y actividades a realizar, eligiendo las más significativas y que las pueda realizar en su totalidad.

Una vez adaptados los tiempos y los medios, la evaluación debe tener la misma exigencia que para el resto del alumnado.

2.3. Lenguaje científico

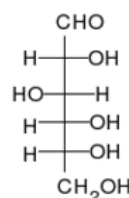
Uno de los factores que contribuyen a considerar las Ciencias Experimentales como área de especial dificultad para estudiantes con discapacidad visual es la complejidad de la simbología utilizada. Este aspecto afecta al alumnado con baja visión por los diferentes tamaños, colores, tipografías, etc que se utilizan frecuentemente en los textos científicos. En el caso del alumnado con ceguera total, la complejidad viene impuesta, además, por la especificidad del braille.

En el caso de los estudiantes con baja visión hay que prestar atención a los contrastes, a los tamaños de números, exponentes, letras y símbolos y a los diferentes colores o tipografías que pueden aparecer en una misma expresión.

La simbología científica es gráfica y bidimensional, mientras que el braille es lineal. El alumnado ciego puede encontrar situaciones complejas relacionadas con la signografía: expresiones matemáticas, fórmulas bidimensionales y tridimensionales de compuestos inorgánicos y orgánicos, configuraciones electrónicas, circuitos eléctricos, expresiones de bioquímica, diferentes tipos de letra, colores o marcas en una misma expresión, etc.

Por ejemplo:

$$\overrightarrow{\Delta r^j} = \overrightarrow{r_2} - \overrightarrow{r_1}$$



Esta simbología es la que el alumno se encontrará en los libros de texto, por lo que debe conocerla bien y en el momento adecuado para que pueda acceder

a los textos y pueda comunicarse, al igual que sus compañeros videntes, con el profesorado.

La signografía específica está recogida en las guías de la CBE:

- Química lineal
- Química bidimensional
- Electrónica
- Matemáticas

Las guías se pueden descargar en: [Guías de la CBE](#)

Algunas de las signografías, por su complejidad, pueden ser rechazadas tanto por el alumnado como por el profesorado, pero no debe olvidarse que para estos alumnos el trabajo en braille es fundamental a la hora de estudiar las materias del ámbito científico: el braille cubre perfectamente todas las necesidades y estudiar de oído no es lo más aconsejable en materias de Ciencias experimentales, por no decir que es imposible.

El aprendizaje de la signografía específica exigirá dedicación del coordinador de caso para trabajarla conjuntamente con el estudiante.

Para su aprendizaje es necesaria la explicación previa, antes de que se utilice en el aula, con realización de ejemplos reales y prácticos.

Es aconsejable que el profesorado de aula conozca la signografía científica braille (especialmente la de química) empleada en cada nivel.

2.4. Recursos

2.4.1 Modelos tridimensionales

El contacto con la realidad, la manipulación y la investigación del medio sirven para comprender mejor el entorno y, además, son necesarios para desarrollar las estructuras del conocimiento y madurar la psicomotricidad, por otra parte, investigar el medio favorece la inserción del alumno en la realidad ambiental. No cabe duda que, para un estudio ideal del conocimiento del medio, sería necesario sacar a la clase del aula y poner al niño en contacto directo con lo que está estudiando. Pero este contacto directo es muchas veces difícil, o cuanto menos, problemático; por eso se hace necesario introducir la naturaleza en el aula a través de todo aquello que el alumno pueda conocer.

Cuando no podemos analizar a través del tacto, oído... un objeto, se le deben dar al alumno, siempre que sea posible, modelos o reproducciones de esos objetos, al principio deben ser modelos reales, animales, flores, muñecos.... deben ser tridimensionales y si es posible respetando el tamaño, textura etc.

En aquellas realidades que es difícil o imposible mostrar por su peligrosidad, lejanía, tamaño, etc. se debe procurar buscar maquetas lo más

fieles posibles y utilizar al máximo los otros sentidos para apreciar algunas características de esta realidad. Si se ha tenido un nivel rico en experiencias resultará más fácil llegar a estos conceptos por comparación o deducción.

Las maquetas son muy útiles para fijar y adquirir estos conocimientos, permitiendo que el niño entienda mejor un tema, ya sea relacionado con el medio ambiente, la ciencia, física o química. La maqueta permite que los conocimientos se capten a través de los cinco sentidos, ayudando a que se internalicen con gran facilidad en su mente, así como ver la globalidad del objeto que se va a estudiar. Debemos tener en cuenta que estas maquetas o modelos tridimensionales muestran la forma de aquellos que el objeto que representa, pero hay cualidades que pueden perderse como la textura natural o en ocasiones, la proporcionalidad.

Las maquetas, tanto si son específicas para niños ciegos como si son adaptaciones, serán:

- Sencillas y representativas de lo que se quiere mostrar, con formas simples y bien definidas para facilitar el reconocimiento. Deberán destacar los detalles importantes que definan dicha figura, eliminando el exceso de información y los detalles no necesarios.
- Resistentes, seguros, atractivos, motivadores, con posibilidad de movimiento, sonido, etc.
- Inclusivas e interactivas, ya que el uso de maquetas favorece la relación con los compañeros/as puesto que pueden ser usados por todo el alumnado.
- Algunas maquetas pueden ser realizadas en el aula, por el grupo clase, incluso en colaboración con otras asignaturas: E. plástica, tecnología... La práctica nos demuestra que cuando las realizan ellos mismos, eligen materiales, buscan información a incluir y la muestran en clase para todos, la información queda anclada de una forma más definitiva.
- Estas maquetas se pueden complementar con información auditiva: ordenador o etiquetas inteligentes (Lápiz LEO, etiquetas NFC, QR, etc.) de forma que el estudiante va analizando las distintas partes de ella mientras oye la información que se desee transmitir.
- Se podrá pasar después a reproducciones de objetos en termoform, lo que será un paso intermedio entre la representación con el objeto real y las ilustraciones con líneas en relieve. Se seguirán manteniendo tamaños, proporciones, etc., hasta que el niño esté preparado para entender la idea de escala.
- Muchos modelos tridimensionales se encuentran en el mercado ordinario y por sus características pueden ser válidos para el alumnado ciego o deficiente visual.

2.4.2 Láminas en relieve

A través del tacto se perciben las sensaciones de temperatura, dureza, firmeza, etc. Sin embargo, para que pueda haber realmente percepción de los objetos o de las formas, se necesita el movimiento de las manos y el sentido kinestésico. A través de ella, el alumnado ciego puede reconocer los objetos próximos, trabajar con elementos manipulativos y realizar tareas plásticas. Sin embargo, tendrá dificultad para percibir y experimentar objetos grandes o lejanos, muy pequeños o peligrosos: un tren, un edificio, un animal no doméstico, el cielo y conceptos como el de la perspectiva. Las láminas o ilustraciones en relieve en el área de Ciencias, son un inestimable recurso para lograr estos contenidos.

El objetivo de las láminas de ciencias será ejemplificar y hacer más comprensible un contenido, motivando y reforzándolo la comprensión del texto, potenciando la interacción estudiante-libro, y no la reproducción de un dibujo de forma bidimensional, que sería completamente ininteligible al tacto.

Para crear o adaptar una buena ilustración táctil se tendrán en cuenta diversos factores:

- Resaltar sólo lo más significativo de ese objeto a representar.
- Debe encajar entre las manos del alumno/a.
- Además de ayudar a comprender ideas o conceptos, la ilustración puede ser, en las primeras etapas, un buen argumento para desarrollar técnicas de exploración y orientación espacial, identificación de formas, tamaños y texturas.
- Si el estudiante ha tenido experiencia con el objeto que se va a representar la comprensión de la lámina se verá mejorada.

Los elementos a introducir en la ilustración deberán seguir las siguientes pautas:

- El tamaño de las láminas dependerá del nivel escolar al que se destinen. Las láminas destinadas a alumnos de Educación Primaria no deben exceder del tamaño Din A-4, y cada elemento representado deberá ser abarcable por la mano extendida de un estudiante de esta edad.
- El contenido de las láminas será lo más sencillo posible y ajustado al nivel educativo para el que se crean. Limitándose a lo esencial, destacando de forma táctil lo fundamental y los detalles más característicos de la figura. Hay que tener en cuenta que el tacto es analítico y no resulta fácil comprender un grabado con muchas líneas o dibujos.
- Es preferible realizar diferentes láminas con contenidos graduados, que una sola con tanta información que sea imposible comprender.
- Se deberán emplear materiales y una altura de relieve adecuada para que la lámina no se deforme cuando sea explorada.

- En las láminas en las que por su tamaño y datos a reflejar permitan incluir la rotulación en braille literal, ésta se realizará en sentido horizontal. En caso contrario se empleará la señalización mediante claves que puedan incluirse como leyenda al margen en la propia lámina o en una guía adicional.
- Los contornos han de estar bien definidos, es decir, tiene que estar bien separada y, a ser posible, contrastada la figura con el fondo.
- En las láminas que sea posible, se utilizará siempre el color como elemento enriquecedor e integrador.
- No representar dibujos en perspectiva.

2.4.3 Recursos Multimedia

En todos los centros educativos se utiliza frecuentemente los medios audiovisuales tales como vídeos o páginas web que son difícilmente accesible para alumnos con discapacidad visual.

Cuando el profesor quiera proyectar un vídeo se aconseja seguir estas recomendaciones:

1. Buscar reportajes o películas en las que el audio nos dé el máximo de información posible y en el cual la imagen no sea fundamental para la comprensión de los contenidos.
2. Asimismo, deberemos seleccionar aquellos que describan al máximo las imágenes en el propio vídeo o que sea fácil de explicar al alumno ciego por parte del profesor o incluso de un compañero.
3. Anticiparlo e incluso poder prestárselo para que el alumno con discapacidad visual pueda revisarlo en casa antes que en la escuela.
4. Utilizar este medio audiovisual como motivación o resumen de un tema determinado y que no sea la base del conocimiento a transmitir.
5. Si es posible, darle al alumno algún material tridimensional o bidimensional que complemente el audio.
6. Para los alumnos con resto visual se puede congelar la imagen en algún punto del vídeo de relevancia para la explicación general.
7. Los alumnos con resto visual se deberán acercar más a la pantalla o se les proporcionará un programa que permita compartir el escritorio en su ordenador o Tablet para que lo vean con más claridad, por ejemplo, TeamViewer.
8. En el caso de las páginas web, hemos de buscar aquellas que sigan las normas de accesibilidad en donde puedan usarse los programas de magnificación de pantalla para el alumnado con resto visual o de revisión de pantalla para las personas ciegas.

2.4.4 Libros: Braille y sonoros

El alumnado con discapacidad visual debe acceder a la información como el resto de sus compañeros videntes. Con ello queremos decir que no sólo es importante la información que figura en el currículo del área del Medio Natural sino también, cómo se le presenta esta información, es decir, como se estructura, clasifica y se ordena para ayudarles precisamente en la estructura del pensamiento científico.

FORMA DE ACCESO	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Transcripción en Braille	<ul style="list-style-type: none">- Ayuda a estructurar la información.- Lectura activa que mejora la concentración.- Las láminas que ilustran el texto se encuentran junto al texto a las cuales hace referencia.	<ul style="list-style-type: none">- Lectura lenta.- Ocupa gran volumen.- Riesgo de no tener el material escrito en el momento de uso.- Riesgo que el maestro o profesor del aula no conoce la terminología Braille para ayudar al alumno ciego.
Documentación en formato visual	<ul style="list-style-type: none">- Ayuda a estructurar la información.- Lectura activa que mejora la concentración.- Mejora la capacidad de manejo de las ayudas ópticas.- Motivador al normalizar y por la estética.- Las láminas que ilustran el texto se encuentran junto al texto a las cuales hace referencia.	<ul style="list-style-type: none">- Lectura lenta.- En caso de ampliaciones dificultad de uso, transporte o tenerlo en el momento de uso.
Grabaciones sonoras	<ul style="list-style-type: none">- Rapidez en la lectura.	<ul style="list-style-type: none">- Estructura temporal pero no espacial.- Necesidad de auriculares en clase y riesgo de distracción o menor atención a las explicaciones.- Dificultad de describir gráficos, fórmulas y operaciones.- Imposibilidad de trabajar la ortografía.- Las láminas que ilustran el texto deben ser relacionadas con leyendas que dificultan su uso.

Archivos tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Facilidad de accesibilidad y adecuación a las necesidades individuales del alumno. - Posibilidad de combinar acceso a la información con apuntes, anotaciones y respuestas a ejercicios. - Facilidad de organizar la información. - Posibilidad de navegación para acceder a otros conceptos o formatos audiovisuales. - Compatible con los medios usados por el profesorado y el resto de compañeros. - Existencia de Editores matemáticos y químicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Si se utiliza la voz, necesidad de auriculares en clase y riesgo de distracción o menor atención a las explicaciones. - No siempre podremos contar con los medios técnicos. - Si se usan las pantallas de forma visual, riesgo de cansancio visual. - No siempre los formatos usados son accesibles. - Los alumnos ciegos requieren de una leyenda para poder observar las láminas a las cuales se hace referencia en el texto.
-----------------------	--	---

Para los alumnos ciegos, los libros de texto, publicaciones de todo tipo, fotocopias y otros documentos escritos pueden ser transcritos al código Braille, grabados en audio o en archivos informáticos.

Cada una de estas formas de acceso a la información por parte del alumnado presenta una serie de ventajas e inconvenientes resumidas en el cuadro siguiente:

Los libros en Braille tienen dos números de paginación en la parte superior derecha: el número exterior corresponde a la página en braille. El número más interno corresponde a la paginación en tinta. Con esta última numeración, el alumno podrá seguir las instrucciones del profesor: (buscar el ejercicio, la gráfica de esta página...).

Libros hablados:

Otro recurso interesante para los libros es el que los podamos escuchar.

La ONCE cuenta con una biblioteca digital online de donde podemos descargarlos. Para ello necesitaremos:

Un reproductor MP3 Daisy (sistema que utiliza la ONCE para la protección de propiedad intelectual) que podemos pedir como adaptación de puesto de estudio, es decir, material que presta la ONCE mientras el alumno se encuentra matriculado en un Centro Educativo.

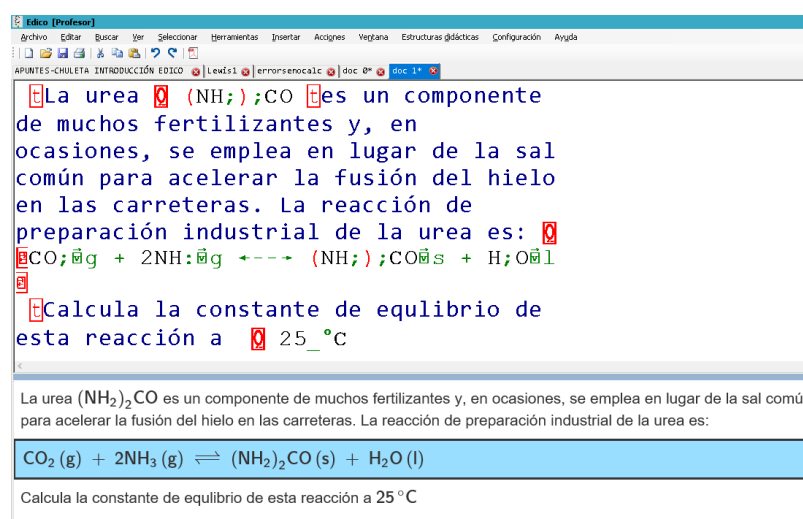
Descargarnos una aplicación en la tableta, el ordenador o el móvil llamada GOLD /Gestor ONCE de Libros Digitales).

Esta biblioteca cuenta con más de 4000 libros y están ordenados por título, autor o materia. La aplicación nos permite marcar aquellos textos o partes del texto que nos pueda interesar a modo de subrayado para localizarlos con facilidad posteriormente.

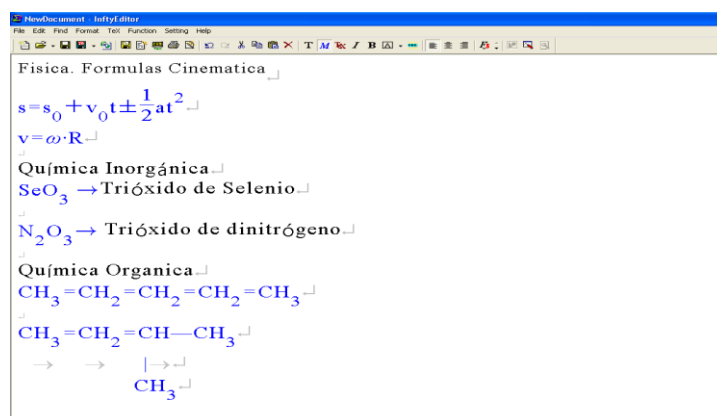
2.4.5. Editores Científicos

Actualmente existen diferentes editores científicos que permiten trabajar las diferentes materias con un ordenador. Recomendamos los siguientes:

EDICO: es el editor científico de la ONCE, que permite tener un cuaderno de trabajo en el ordenador. Se puede utilizar en cualquier área de Ciencias (Matemáticas, Física, Química, Tecnología y Biología). Es válido para alumnado con resto visual y con ceguera total. Si el usuario trabaja en braille, deberá usarlo con JAWS y línea braille. Incorpora una serie de funcionalidades, las estructuras didácticas, cuyo objetivo es facilitar el trabajo con estructuras bidimensionales especialmente.



Infy Editor: es un editor matemático accesible y gratuito para baja visión. Permite configurar fondo de pantalla, tipo y tamaño de letra y acceso por teclado a la mayoría de las funciones.



Para utilizar en el aula las aplicaciones mencionadas, es estrictamente necesario poseer una serie de destrezas previas: dominio del entorno Windows, conocimiento de todo el teclado, del revisor de pantalla JAWS y de la línea braille. Requisitos que deben conseguir desde los primeros cursos de la Educación Primaria.

2.4.6 Calculadoras

La utilización de la calculadora se iniciará en el mismo momento que sus compañeros. Normalmente, en secundaria se utiliza la calculadora científica.

Si tiene resto visual, utilizará la que mejor se ajuste a sus necesidades y a su grado de visión. El estudiante que tenga resto visual aprovechable dispone de bastantes modelos en el mercado. Nadie mejor que el alumno sabe qué calculadora se ajusta mejor a su forma de ver (tamaño de los caracteres, contraste,).

El alumnado sin resto visual no puede disponer fácilmente de calculadoras científicas parlantes por no tener disponibles en el mercado nacional: las puede encontrar en el mercado internacional y a precios elevados, por lo que frecuentemente no compensa su adquisición. Sí puede utilizar calculadoras en un ordenador. Accesibles mediante síntesis de voz: Windows y AtCalc, principalmente. Incluso software accesible como Excel o Numbers y Edico.

2.4.7 Representaciones gráficas en el área de Ciencias

Para que los alumnos con discapacidad visual puedan llegar a realizar gráficos y dibujos, es necesario que desde niveles muy elementales se les habitúe y entrenen en la utilización de las herramientas de dibujo en relieve. El coordinador de caso es el que debe garantizar, desde la enseñanza infantil al resto de la escolaridad, que los alumnos se inicien en el dibujo con plantillas (elementos básicos) igual que dibujan sus compañeros, líneas, trazos, formas geométricas, etc. para que vayan adquiriendo destrezas a lo largo de la vida escolar.

Para la parte de soporte gráfico en relieve, tan necesario para comprender la teoría o problemas en sesiones de clase, podrán ser utilizadas las láminas del libro braille, buen recurso didáctico para el profesor.

Es importante la coordinación del profesor de apoyo con el de aula con el objetivo de conocer los contenidos gráficos con los que se va a trabajar para entrenar las habilidades gráficas con autonomía y proporcionar otras láminas diferentes a las del libro de texto.

El profesor también puede utilizar como recurso didáctico específico para ciegos la goma de dibujo, que además puede ser empleado por el

alumnado para el planteamiento y la resolución de problemas. Con la ventaja de ser un recurso inmediato.

Es importante que el estudiante sepa explorar y analizar para interpretar las gráficas. En el caso de las elaboradas por él, es obvio que no se le debe pedir precisión en su ejecución.

En ningún caso podemos dejarlos exentos de esta actividad, puesto que es fundamental para un adecuado desarrollo manipulativo y comprensión de los contenidos.

3. ORIENTACIONES PARA LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS.

Los alumnos con discapacidad visual, y, sobre todo, en aquellos sin resto visual funcional, la experimentación es fundamental, e igualmente necesaria para el aprendizaje de las ciencias, por lo que se debe tener muy en cuenta a la hora de realizar adaptaciones que den oportunidad a los alumnos a experimentar los fenómenos de la naturaleza.

Los estudiantes a lo largo de su vida observan multitud de fenómenos físicos, químicos, etc., que van asumiendo como naturales e intuitivos. Sin embargo, las personas sin resto visual funcional, carecen de esa fuente de información visual.

El alumnado ciego no percibe, ni experimenta, la diferencia entre la caída vertical de una pluma (planeando) y de una piedra desde una mesa hasta el suelo. Tampoco percibe el fenómeno que ocurre cuando introducimos en un recipiente primero aceite y después agua, el cambio de posición que sufren debido a la diferencia de densidad. Esta experiencia no la podrá observar paso a paso. Solo podrá comprobar estos procesos con las adaptaciones adecuadas y el uso del material adaptado.

3.1 Actividades prácticas en el laboratorio

Normalmente, los laboratorios son salas de estrechos pasillos y con materiales frágiles o, en casos, de peligroso manejo. Para ello, le enseñaremos recorridos y lugares para que el alumno con discapacidad visual pueda realizar el trabajo propuesto con la comodidad, seguridad y conocimiento necesario.

La planificación de las prácticas deberá ser accesible, es decir, que el alumno consiga los objetivos que nos hayamos propuesto, aunque el procedimiento en algunas ocasiones sea diferente. Por tanto, deben ser, como para el resto del alumnado, activas, manipulativas, participativas, explicativas, que el alumno sea capaz de identificar el problema y pueda tener los medios para argumentar la solución desde la reflexión y el pensamiento científico, funcional, concreto y próximo. Hemos de darle las herramientas y materiales para que pueda experimentar, anotar datos, extraer conclusiones y presentar resultados.

Podemos anticiparle la práctica a realizar mostrándole los pasos a seguir de forma sistemática. Podemos usar materiales sonoros o táctiles para contrarrestar la falta de visión (asegurándonos que sepa tocar y utilice todos los sentidos), podemos proponer partes del ejercicio en donde él se responsabilice en una experiencia en grupo o, pedirle que haga experiencias paralelas.

3.1.1. Entrenamiento previo

Antes de comenzar el desarrollo de la actividad, es imprescindible para nuestro alumnado el entrenamiento previo de habilidades necesarias para el desarrollo de las prácticas, tanto en los montajes, como el conocimiento de estrategias concretas, o en el correcto manejo de la herramienta de medida. De lo contrario, nos encontraremos con un alumno sin repertorio de actuación e incapaz de realizar la práctica.

Así pues, son los coordinadores de caso en primera instancia los que deben orientar la adaptación curricular, con medios y estrategias para la accesibilidad de la práctica que deberá realizar el alumno deficiente visual. En caso de necesitar más ayuda, se podrá recurrir al Equipo de Especialistas de Ciencias de la ONCE.

Antes de que el estudiante se enfrente a una práctica debemos:

- a) Analizarla y determinar las habilidades y destrezas necesarias que el alumno debe tener adquiridas.
- b) Entrenar las que no tenga adquiridas
- c) Hacer un ensayo de la práctica en caso necesario.

El alumno a lo largo de las prácticas acumulará un repertorio cada vez mayor de habilidades y estrategias de accesibilidad que le hará estar más seguro y autónomo en el Laboratorio.

3.1.2 Normas generales y específicas de trabajo en laboratorios

Las Normas Generales de Seguridad del Laboratorio son de obligado cumplimiento para todos los estudiantes que realizan prácticas, en el caso de nuestro alumnado, se complementarán con las siguientes normas específicas:

1. Debe conocer la distribución del laboratorio: mesas de trabajo, disposición del material, ventanas y puerta....
2. Las medidas de seguridad deben encontrarse en formato accesible
3. La mesa de trabajo debe estar libre, solo se tendrá en ella el material necesario para realizar la práctica.
4. Durante la estancia en el laboratorio de química se deberá llevar gafas de seguridad y bata. Las lentes de contacto pueden resultar muy peligrosas sin las gafas protectoras.

5. Colocar el material que se va a usar en la práctica en una bandeja para tenerlo a mano.
6. Para dar estabilidad y liberar las manos permitiendo la ejecución y percepción de la tarea, es preferible fijar en soportes con barras y pinzas los tubos de ensayo, probetas, etc... En ocasiones, se pueden utilizar gradillas apoyadas sobre una base antideslizante.
7. Tener etiquetados en formato accesible todos los productos a usar.

3.1.3. Procedimientos Básicos de Laboratorio

1. Lectura del guion de la práctica. Localización e identificación del material necesario.
2. Estrategias de estabilidad y seguridad en los montajes.



3. Desarrollo de la práctica:

I. Realización de medidas:

Es importante iniciar a los alumnos con discapacidad visual en la experiencia de cuantificar magnitudes, por ser una actividad habitual y frecuente en nuestras vidas. Cuando se mide y expresa con números de algo de lo que se habla, se sabe algo del tema, por el contrario, si no podemos medir, el conocimiento es insuficiente. Con la medida podemos recoger datos, compararlos para poder analizar y llegar a una conclusión. Las magnitudes las mediremos con herramientas convencionales, convencionales adaptadas y herramientas adaptadas de precisión. Nos referiremos a las dos últimas.

Herramientas adaptadas analógicas:

- Longitud:

- Regla adaptada
- Cinta de modista
- Metro plegable
- Metro de acero
- Pie de rey convencional adaptado



- Volumen

- Jeringuillas adaptadas (con muescas en el émbolo)



- Pipetas con pipeteadores con muescas de adaptación



- Probeta de plástico con escala en relieve



- Fuerza

- Dinamómetro convencional adaptado



- Puntos cardinales

- Brújula táctil



Herramientas adaptadas digitales:

- Longitud:
 - o Metro parlante (con memoria y cambio de unidades. Centro de Tiflotecnología e Innovación de la ONCE (CTI)
 - o Calibre o Pie de rey con conexión a PC mediante Bluetooth
([Ver tutorial](#))



- Masa
 - o Báscula parlante, Kero. CTI
 - o Báscula electrónica con conexión a PC por RS-232. Acceso a la medida por displaye propio y mediante Jaws. Rango de 0,01-2000g. ([Ver tutorial](#))



- Tiempo:
 - o Reloj parlante
 - o Reloj con cronómetro parlante (CTI)
 - o Cronómetro de Smartphone



- Temperatura
 - o Termómetro ambiental parlante, CTI
 - o Sondas Temperatura para líquidos



- Ángulos:
 - o Goniómetro digital



- Puntos cardinales
 - o Brújula sonora
 - o Brújula de Smartphone

- Volumen:
 - o Pipetas y Micro pipetas digitales



- Bureta digital



- Velocidad:
 - Sonda con conexión al PC mediante USB



- Aceleración
 - Acelerómetro: Sonda con conexión al PC mediante USB

- Medida de PH
 - PH metro: Sonda con conexión al PC mediante USB



- Fuerza
 - Dinamómetro con conexión PC por RS-232
([Ver tutorial](#))



- Sonda con conexión al PC mediante USB



- Electricidad: Polímetro con conexión a PC por RS-232



II. Enrasar:

1. Colocar pantalla de cartulina (elegir color más adecuado) detrás del vidrio para aumentar contraste.
2. Poner marca con rotulador permanente en la línea de nivel.
3. Utilizar el detector de líquidos.
4. Enrasar utilizando jeringuillas adaptadas, pipetas digitales, etc.
5. Utilizar el detector de luz.

III. Pipetear:

1. Pipeteadores con marcas en el émbolo.
2. Utilizar la pantalla para aumentar contraste y visualizar mejor.

IV. Calentar:

1. Encendido con mechero de brazo largo
2. Posición adecuada de calentamiento tubo de ensayo apoyándolo en la parte de salida de la llama y subirlo unos centímetros para que no toque la salida de la llama.
3. Discriminar la llama azul y anaranjada mediante pantalla para ajustar la llama azul y calentar utilizando Apps móvil detección color

V. Agitar

Enseñar el movimiento llevándole la mano al principio para provocar el movimiento adecuado de la sustancia y evitar salpicaduras.

VI. Preparación de muestras en microscopio

1. Poner marcas con rotulador fijo sobre el portaobjetos. Ayudará a colocar la muestra y enfocar.
2. Otra posible adaptación es pasar la imagen del microscopio a la pantalla de un PC, introduciendo una cámara en el visor del microscopio.



VII. Traspaso de líquidos/sólidos

Utilizar embudos para verter líquidos o sólidos en polvo en el interior de los tubos de ensayo, matraces, etc...

3.1.4. Herramientas de accesibilidad:

- Hay que comprobar que las ayudas ópticas están actualizadas. Es aconsejable que las ayudas estén siempre en las gafas para liberar las manos.
- Móvil o tablet con aplicaciones para detectar colores o cambio de luminosidad
- Colorino: detector de luz para detectar la altura del menisco para enrasar o detectar el movimiento de un péndulo, etc.
- Material de vidrio con escala en color marrón.
- Utilizar pantallas (cartulina color) para mejorar visualización de escalas en instrumentos de vidrio.

3.2. Otras actividades prácticas: museos, estudios de campo, talleres...

En primer lugar, se debe hacer un análisis de la actividad para ver su nivel de accesibilidad. Una vez hecho este diagnóstico, se debe preparar la salida en el aula, proporcionando información sobre la localización y los aspectos más importantes de la actividad con ayuda de mapas, modelos tridimensionales, láminas, etc.

Un aspecto importante en las prácticas fuera del centro escolar es contar con los suficientes recursos humanos para que el alumnado tenga el aprovechamiento adecuado de la actividad. Sin olvidar la importancia de compartirlas y adecuando el ritmo del niño al del grupo-clase.

Puede ser aconsejable solicitar previamente permisos para poder tocar los objetos expuestos.

En el espacio en el que se va a desarrollar la visita es fundamental que el alumno experimente de manera activa, alternando la exploración individual con la dinámica grupal. Es recomendable realizar el reconocimiento y la explicación rápida de las diferentes zonas o salas por las que se va a transitar.

4. Referencias

4.1 Localización del material

Todo este material específico está disponible para el alumnado con ceguera o deficiencia visual. La petición debe ser tramitada a través de los coordinadores de caso.

- [Recursos del CTI](#).
- Catálogos de láminas del [Servicio Bibliográfico de la ONCE](#).
- [Recursos didácticos educativos de la ONCE](#)
- Herramientas de medida accesibles: [Sondas Vernier](#)
- Materiales educativos: [3Bscientific](#) y [Ventus Ciencia](#)
- Inventario de material del [Departamento de Ciencias del CRE Sevilla](#). Este material está disponible para todo el alumnado y profesionales de los Equipos de este ámbito.
- Inventario de material del [Departamento de Ciencias del CRE Alicante](#). Este material está disponible para todo el alumnado y profesionales de los Equipos de este ámbito.

4.2. Bibliografía

Marco legal en el que se apoyan estas orientaciones:

- Constitución Española, de 1978, Art. 49.
- ORDEN PRE/ 1822/2006 de 9 de junio por el que se establecen criterios generales para la adaptación de tiempos adicionales en procesos selectivos para acceso al empleo de personas con discapacidad
- Real Decreto 358/1991, de 15 de marzo, por el que se reordena la Organización Nacional de Ciegos Españoles, Art. 2.
- Estatutos de la Organización Nacional de Ciegos Españoles. Resolución de 23 de noviembre de 1992, de la Subsecretaría del Ministerio de Asuntos Sociales. B.O.E. 25 de noviembre de 1992. Art.6º.
- Competencias básicas ONCE
- "[La Didáctica del braille, más allá del código](#)". Nuevas perspectivas en la alfabetización del alumnado con discapacidad visual. Comisión Braille Española. Madrid 2015.

Autores: Equipo de Especialistas de Ciencias de la ONCE.

Ramón Coma Ferrer CRE de Barcelona. rcf@once.es
M^a Valle Durán Labrador CRE de Sevilla. mvd@once.es
Jaime Muñoz Carenas CRE de Madrid jamc@once.es
José María Villar Pérez CRE de Alicante. jmvp@once.es

Este documento fue presentado a los Profesionales de Referencia del Área de Ciencias Experimentales durante el curso 2019/2020 y en él se han recogido sus aportaciones.

Mayo 2020