

# EDUCACIÓN CIENTÍFICA DE NIÑOS CON O SIN DISCAPACIDAD VISUAL POR MEDIO DE REPRESENTACIONES TÁCTILES-AUDITIVAS Y ACTIVIDADES MULTI-SENSORIALES

Cristina Gehibí Reynaga Peña

*Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Monterrey, México*

Isaías Hernández Valencia

*Museo de la Luz, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México*

José Noé Rico Moreno

*Universidad Quetzalcóatl de Irapuato*

David Treviño Escobedo

*Estudio David Treviño, Monterrey, NL, México*

**RESUMEN:** Los alumnos con discapacidad visual son el grupo más desfavorecido para maravillarse de la ciencia y acercarse a ella, dado que la enseñanza de ésta se apoya fundamentalmente en recursos visuales. En este trabajo se reporta la creación y uso de materiales tridimensionales diseñados para hacer accesible la enseñanza de la biología y la física para estudiantes ciegos y débiles visuales, así como una secuencia didáctica utilizada para abordar el tema de los hongos y la experiencia de un recorrido especial en el Museo de la Luz. Los materiales 3D, cuando se utilizan como parte de una estrategia metodológica adecuada que incluye actividades que aprovechan el uso de los sentidos disponibles, demostraron ser herramientas que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje para la inclusión de estudiantes con discapacidad visual en contextos formales y no formales.

**PALABRAS CLAVE:** representaciones tridimensionales, discapacidad visual, inclusión educativa.

## OBJETIVOS

La enseñanza de la ciencia para alumnos con discapacidad visual presenta retos múltiples; entre ellos, la disponibilidad de metodologías y materiales accesibles para esta población. Usualmente la enseñanza de la ciencia se apoya de manera esencial en recursos visuales tales como imágenes y gráficos, videos, libros, observación de especímenes en el microscopio, observación de fenómenos biológicos y físicos (usando preferentemente la vista), etc., recursos que son inadecuados para el alumno con discapacidad visual sobre todo si ésta es severa.

Este trabajo tiene como objetivo principal contribuir a la enseñanza/aprendizaje de la ciencia para alumnos con discapacidad visual por medio del diseño y creación de propuestas de materiales y secuencias didácticas que como conjunto de estrategias metodológicas tengan como característica ser accesibles, adecuadas, interesantes y atractivas para cualquier alumno.

---

## MARCO TEÓRICO

### ¿Cómo mostrar la ciencia de manera eficaz a un niño con discapacidad visual?

Se ha propuesto que la escuela inclusiva debe tener flexibilidad curricular para que pueda adaptar sus métodos de enseñanza a las necesidades del alumnado, adoptando medidas específicas para la atención a la diversidad y estableciendo políticas de compensación, entre otros (Casanova, 2006 y 2009); es así que un punto clave en esta tarea son las estrategias metodológicas, siendo ineludible una selección adecuada de recursos o materiales didácticos necesarios y adecuados, considerando que el material didáctico es el camino que facilita el acceso al conocimiento mediante su observación y manipulación.

Se ha reconocido que el sentido del tacto es un sistema de percepción activo, informativo y de gran utilidad para los humanos (Klatzky y Lederman, 2002). Existe investigación que revela que es posible generar una imagen sin verla, principalmente a través del tacto. Para estudiantes con el sentido de la vista intacto, el proceso de visualización puede incrementarse añadiendo o reemplazando señales netamente visuales con información desde otros sentidos como el tacto (Reiner, 2008); para estos estudiantes, la combinación de información visual y táctil provee ventajas para el aprendizaje, ya que ambos sentidos proveen más información para construir una imagen significativa de los objetos que la que puede proveer cada uno por su lado. De acuerdo a Chan y Black (2006), la manipulación directa de objetos que incorpora el sentido del tacto en el proceso de aprendizaje provee a los alumnos con una experiencia más robusta, permitiéndoles razonar más acertadamente acerca de las características estructurales y funcionales del objeto de estudio, facilitando así la adquisición de modelos mentales.

Mientras que la información por medio del tacto puede ser un complemento significativo para alumnos normovisuales, la necesidad de proveer información táctil es más relevante cuando se trata de alumnos con discapacidad visual, dada la imposibilidad de utilizar el canal visual plenamente para recibir información por este sentido. Sin embargo, la información táctil debe ser sutil, atractiva y muy fácil de descifrar, particularmente cuando se trata de mostrar conceptos de biología, física o en general de la ciencia.

### ¿Qué recursos didácticos hay disponibles?

En la actualidad existe una fuerte inclinación en el uso de recursos didácticos visuales para la enseñanza/aprendizaje de temas de ciencia en el aula regular. Por su parte, para alumnos ciegos y débiles visuales, los materiales comúnmente disponibles comprenden libros en tipografía grande (para débiles visuales) o Braille (para ciegos), gráficos táctiles en láminas de vinil termoformado sin color, lupas de gran aumento o monitores para aumentar el tamaño de imágenes (para débiles visuales) (NFB, 2000). En general, los materiales didácticos especialmente diseñados para la enseñanza de la ciencia a niños ciegos (como los gráficos táctiles en termoformado) usualmente no son atractivos para el niño normovisual, dificultando el uso compartido de ellos en el aula. Ocasionalmente existen modelos anatómicos comerciales sobre temas selectos de ciencia (sin texturas distintas en cada pieza, no siempre manipulables y complicados de operar para un alumno ciego). Por lo tanto, los materiales didácticos que sean atractivos y adecuados para ambas poblaciones son prácticamente inexistentes no sólo en las escuelas sino en el mercado en general.

En cuanto a la metodología para la enseñanza de la ciencia a esta población, existe poca información al respecto. Las descripciones sobre adaptaciones curriculares en áreas de ciencia propuestas para aulas inclusivas son escasas (Thier, 1971; Linn, 1972; Malone y De Lucchi, 1979; ASC, 2001; Stefanich, 2001). Una propuesta más viable es la didáctica multi-sensorial (Soler-Martí, 1999), fundamentada en el uso de los sentidos disponibles para la realización de actividades, que propone que “el tacto, el oído, el gusto, el olfato y la vista pueden captar datos muy valiosos en el primer paso o etapa del

---

método científico: la observación”. Al realizar la observación de un objeto o un fenómeno por medio de todos los sentidos, cada uno de ellos se convierte en un canal de información que llega de manera independiente al cerebro y permite la construcción de una imagen mental más completa, pudiendo producir así un aprendizaje significativo. En teoría, el uso de múltiples sentidos para el aprendizaje se cree que está involucrado en el desarrollo de procesos cognitivos más generalizados, es decir, de un pensamiento concreto a un pensamiento abstracto (Loucks-Horsley y col, 1990).

## **METODOLOGÍA**

### **Elaboración de representaciones 3D**

Iniciamos con la creación de representaciones tridimensionales que permiten mostrar conceptos sobre temas de ciencias que son difíciles de mostrar sin hacer uso de la vista, por ejemplo aquellos que son de carácter microscópico o de fenómenos ópticos. Estas representaciones han sido elaboradas con materiales diversos y atractivos para el alumno, cuidando aspectos como la exactitud del concepto científico, el uso de texturas, el contraste de colores en las piezas (útil para los débiles visuales) y en particular la sensación al tacto, tema de especial importancia para la exploración.

Las representaciones elaboradas en una primera fase de este trabajo requieren que el educador proporcione información al respecto de las mismas, por lo cual actualmente estamos elaborando nuevos materiales utilizando tecnología reciente desarrollada por TouchGraphics Inc. (USA) con el fin de incluir información auditiva.

Sobre algunos de los temas de biología realizamos una serie de modelos complementarios entre sí para explicar conceptos científicos a profundidad para atender alumnos de diferentes niveles educativos, por lo que comprenden temas que forman parte de los Planes y Programas de estudio vigentes y que son esenciales en las ciencias.

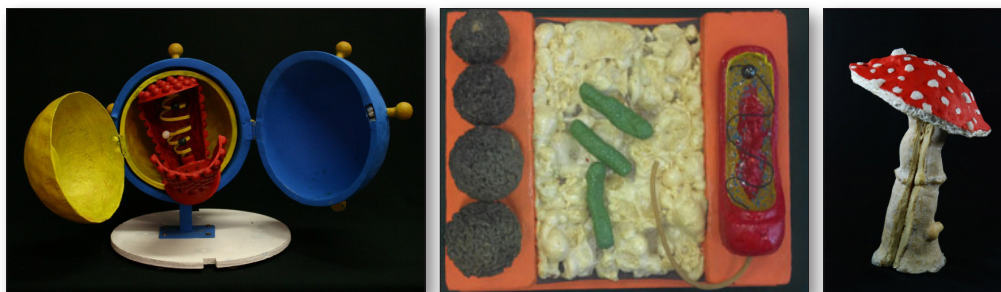
### **Desarrollo e implementación de secuencias didácticas**

Las actividades formuladas para las secuencias didácticas estuvieron basadas en la didáctica multisensorial de las ciencias propuesta para alumnos ciegos, deficientes visuales y también sin problemas de visión (Soler-Martí, 1999), en las que los participantes utilizan todos los sentidos disponibles. La secuencia didáctica incluye actividades científicas, experimentales y artísticas cuya finalidad es llevar a los alumnos a descubrir conceptos sobre un tema de biología y de la luz, en física, iniciando de lo particular a lo general y de lo simple a lo complejo (Sanmartí, 2002), e incluyendo actividades que propician que el alumno identifique la aplicación de los conceptos en la vida cotidiana.

Estudios recientes han reconocido el importante papel que juegan las actividades que se realizan en ambientes no escolarizados en la educación en ciencia, incluso cuando se trata de una experiencia aislada (Natl. Res. Council, 2009). Bajo esa premisa, desarrollamos talleres de ciencia para realizarse de manera extra curricular, en forma de cursos durante el verano o sesiones de un día en los que se abordó un tema de biología de manera integral y en recorridos especiales en el Museo de la Luz, UNAM.

## **RESULTADOS**

Entre los temas de biología sobre los cuales obtuvimos representaciones táctiles tridimensionales se encuentran, entre otros, la estructura y morfología de las células, virus, hongos y bacterias (ver imagen). En el tema de física, se elaboraron y utilizaron materiales táctiles y sonoros para mostrar fenómenos como reflexión, absorción y refracción, así como para tratar el tema de la luz desde una perspectiva ondulatoria.



Sobre el tema de los hongos se lograron una serie de modelos que utilizados en conjunto muestran el crecimiento, morfología y estructura de estos fascinantes organismos tanto a nivel microscópico como macroscópico. Entre ellos: el ciclo de vida de una levadura y de un moho, la estructura de sus células, así como el crecimiento y estructura de un hongo macroscópico.

Los materiales fueron utilizados como complemento a una secuencia didáctica para abordar el tema de los hongos como organismos vivos, la cual incluyó los siguientes apartados:

1. Introducción al reino Fungi: características de las plantas, animales y hongos, ¿que los hace distintos y similares?
2. Levaduras, un ejemplo de hongo microscópico unicelular: metabolismo de las levaduras, uso en la industria, ciclo de vida.
3. Los mohos, otros hongos microscópicos: crecimiento y morfología.
4. Hongos macroscópicos: características, estructura y crecimiento.

En la secuencia didáctica se incluyeron actividades de exploración de muestras biológicas, experimentos y actividades prácticas con levaduras, observación táctil de representaciones tridimensionales, degustación de alimentos y elaboración de modelos con barro.

En el Museo de la Luz se diseñó un recorrido especial denominado “*La luz a través de otros sentidos*”, el cual consiste en una ruta específica por diferentes equipos interactivos y apoyados por los materiales que se han desarrollado para las personas ciegas o débiles visuales y concluye con un taller. La temática es la naturaleza de la luz desde una perspectiva ondulatoria y los principales fenómenos relacionados con la interacción radiación-materia (reflexión, refracción y absorción) y su aplicación en la vida cotidiana.

Las actividades fueron piloteadas inicialmente con grupos de alumnos y profesores con discapacidad visual. De manera paralela, la secuencia didáctica fue aplicada en grupos de niños sin discapacidad o en grupos mixtos. En ambos grupos se obtuvo una respuesta positiva a las actividades propuestas, logrando cautivar el interés de los niños por el tema.

A partir de las observaciones se realizaron ajustes necesarios a la secuencia y posteriormente fue utilizada en cursos de formación profesional para docentes en general, quienes atienden a esta población y, en particular, a los de Escuelas Normales de Especialización de la Secretaría de Educación Pública. Con base a las observaciones y retroalimentación obtenida, se han creado nuevas representaciones tridimensionales y recientemente un libro conteniendo la secuencia didáctica con el propósito que sirva como un ejemplo de los recursos que pueden ser empleados por el docente para la enseñanza de la ciencia en el aula inclusiva.

## CONCLUSIONES

Los materiales realizados para este proyecto son únicos en su tipo ya que fueron diseñados con características especiales para la percepción háptica, por lo cual permiten que el(la) niño(a) con discapacidad

---

visual pueda reconocer sus elementos, a la vez que resultan atractivos para el niño sin discapacidad. La respuesta recibida hasta el momento por los alumnos de nuestros cursos y los que han visitado el Museo de la Luz, incluyendo docentes, nos hace concluir que las representaciones tridimensionales son indispensables para la conceptualización de aspectos críticos sobre los temas de biología y de física abordados en ellos. Como perspectiva futura próxima de este trabajo, estamos realizando estudios para averiguar la posible utilidad de nuestras propuestas para alumnos con otras discapacidades.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Chemical Society (ACS) Committee on Chemists with Disabilities (2001). *Teaching Chemistry to Students with Disabilities: A Manual for High Schools, Colleges, and Graduate Programs. 4th Edition*. Dorothy L. Miner, Ron Nieman, Anne B. Swanson, y Michael Woods, Editors. The American Chemical Society. ISBN 0-8412-3817-0
- Casanova, M. A. (2006). *Diseño curricular e innovación educativa*. Madrid: Ed. La Muralla.
- Casanova, M. A. (2009). El currículum y la organización para el aula inclusiva. En: *La inclusión educativa, un horizonte de posibilidades*. A. Casanova y H. J. Rodríguez (Coords.). Madrid: Ed. La Muralla, SA.
- Chan, M. y Black J. (2006). Direct-manipulation animation: incorporating the haptic channel in the learning process to support middle school students in science learning and mental model acquisition. *Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Congress in Learning Sciences ICLS 2006*. International Society of the Learning Sciences. ISBN 0-8058-6174-2.
- Klatzky, R.L. y Lederman, S.J. (2002). The intelligent hand. En: *The psychology of learning and motivation* 21: 121-151. G.H. Bower (Ed.) Academic Press.
- Linn, M. (1972). An experiential science curriculum for the visually impaired. *Exceptional Children* 39: 37-43.
- Loucks-Horsley, S., Kapitan, R., Carlson, M., Kuerbis, P., Clark, R., Melle, G., et al. (1990). *Elementary school science for the '90s*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Malone, L. y De Lucchi, L. (1979). Life science for visually impaired students. *Science and Children* 16(5):29-31.
- National Federation of the Blind (2000). Educating Blind and Visually Impaired Students: Policy Guidance from OSERS (Office for Special Education and Rehabilitative Services). <http://www.afb.org/section.aspx?FolderID=3&SectionID=3&TopicID=138&DocumentID=720>
- National Research Council (2009). *Learning Science in Informal Environments: People, Places and Pursuits*. Washington, DC: The National Academies Press;
- Reiner, M. (2008). Seeing through touch: the role of haptic information in visualization. In: *Visualization: theory and practice in science education*, pp 73-84. J.K. Gilbert et al (Eds.) Springer.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid: Síntesis.
- Soler Martí, M. A. (1999). *Didáctica Multisensorial de las Ciencias: un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales y también sin problemas de visión*. Barcelona: Ed. Paidós.
- Stefanich, G. (2001). On the Outside Looking In. En: *Teaching in inclusive classrooms, theory and foundations*. Stefanich, G. (Ed.). Washington, DC: National Science Foundation.