

DESARROLLO DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS EN EL AULA INCLUSIVA EN LAS ÁREAS DE QUÍMICA, FÍSICA Y BIOLOGÍA, CON ENFOQUE EN LA ATENCIÓN DE ALUMNOS CON DISCAPACIDAD VISUAL

+ Académico Núcleo:

- **Dr. Jorge G. Ibañez Cornejo, Profesor Numerario, Depto. de Ing. y C. Químicas. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores.**

+ Académicos Participantes:

- **Dra. Cristina G. Reynaga Peña, Investigadora titular, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV) Unidad Monterrey.**
- **Dra. Carolina del Carmen López Suero, Coordinadora de química, Departamento de Ingeniería y Ciencias Químicas, UIA.**
- **Dr. Rodolfo Estrada Guerrero, Jefe de los laboratorios de Física, Departamento de Física y Matemáticas, UIA.**
- **Mtra. Martha Elena Ibargüengoitia Cervantes, Depto. de ICQ.**

+ Auxiliar:

- **Prof. Elizabeth García Pintor.**

INTRODUCCIÓN

La necesidad de elevar el conocimiento en ciencia de los alumnos de educación básica es uno de los retos actuales del sistema educativo en México (OECD, 2009; INEE, 2010), que nuestro país comparte con otros países tanto de Latinoamérica como en Estados Unidos y es aún mayor cuando se trata de alumnos con alguna discapacidad o con necesidades educativas especiales.

La discapacidad visual es la segunda discapacidad más frecuente en México, ya que representa el 27% de los 5 millones 740 mil personas con discapacidad que viven en el país (INEGI 2010). El nivel de escolaridad de esta población es muy bajo ya que alcanza únicamente 3.7 años (INEGI, 2010), lo que significa que abandonan los estudios mucho antes de terminar la primaria.

Para la población en general, las ciencias experimentales (física, química y biología) frecuentemente aparecen como un campo lejano o asociado a lo complejo, y para estudiantes con discapacidad visual esto es aún más notorio ya que tradicionalmente su enseñanza se apoya en recursos visuales tales como imágenes y gráficos, videos, observación de fenómenos y otros recursos altamente visuales que son inaccesibles para el alumno ciego. Desde esta perspectiva, el estudiante ciego se enfrenta a dificultades innecesarias para aprender, al no contar con un ambiente accesible, amable, lúdico, atractivo y propicio, que le permita tener acceso a las mismas oportunidades que sus compañeros sin discapacidad.

JUSTIFICACIÓN

La disponibilidad de materiales y de secuencias didácticas especialmente diseñados para la enseñanza de la ciencia a alumnos con discapacidad visual, es prácticamente inexistente. Los materiales disponibles para esta población de alumnos en las escuelas son muy básicos: gráficos en relieve, materiales para ensamblar, libros en tipografía grande (para débiles visuales) o Braille (para ciegos). Mientras que en los países desarrollados existen esfuerzos importantes para acercar a la ciencia a este sector, en los países emergentes hay mucho trabajo por hacer. Por ejemplo, en México no existen materiales escritos (libros) que puedan apoyar al maestro en la

tarea de enseñar ciencia a un alumno con discapacidad visual que se encuentre integrado en su aula y facilite su inclusión; la única propuesta escrita disponible en español es la Didáctica Multisensorial de las Ciencias para alumnos con y sin problemas de visión por Soler-Martí (1999).

Entonces, ¿qué hace un docente cuando en su grupo se incorpora un alumno con discapacidad visual? A pesar de que en los planes de estudios de la licenciatura para profesores de educación especial se incluye, desde 1997, la asignatura de “Necesidades Educativas Especiales”, así como en la reforma del plan de estudios (2004), no es posible cubrir de manera significativa el tema de la educación en ciencias para alumnos con discapacidad visual. Los profesores generalmente no están suficientemente preparados para atender a alumnos con esta discapacidad en esta área o incluso no consideran indispensable la enseñanza de temas científicos.

Para fortalecer la educación en ciencia y motivar su interés, las estrategias experimentales y ambientes no formales juegan un papel importante. Sin embargo, el niño o joven con discapacidad visual tampoco tiene acceso a ellos ya que existen muy pocos lugares que atienden la diversidad de manera directa, clara y contundente. Uno de los pocos ejemplos de este tipo es el Museo de la Luz, de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde el proyecto “La luz a través de otros sentidos” del Programa de Atención a la Diversidad, desde el año 2003 facilita el acceso y el acercamiento a la ciencia a personas con discapacidad visual.

En 2005, el CINVESTAV inició proyectos enfocados a la educación en ciencias para poblaciones en situación de vulnerabilidad, en particular con discapacidad visual. Posteriormente, estas dos instituciones se unieron para desarrollar “*Siente la Ciencia*”, con el apoyo de CONACYT, donde fueron creados materiales táctiles tridimensionales y secuencias didácticas multisensoriales para la enseñanza de la biología a niños con discapacidad visual o sin ella, así como cursos de desarrollo profesional para profesores de educación especial y docentes en general, y próximamente un libro para el maestro.

Por otro lado, desde 1990, el Centro Mexicano de Química Verde y Microescala (CMQVM) del Depto. de Ing. y C. Químicas de la Universidad Iberoamericana ha trabajado en la difusión de la química verde y la microescala a través de la generación de experiencias didácticas, libros y talleres experimentales para profesores de química en México y otros 21 países. En noviembre de 2013, se ofreció en la UIA el 1er. taller en ciencias experimentales dirigido a personas con discapacidad visual, en el cual se planearon actividades de física, química y biología, se adaptaron laboratorios y se diseñaron experimentos específicos para estas personas.

Como resultado de este evento, se generó un grupo interdisciplinario e interinstitucional entre el CINVESTAV-Unidad Monterrey, el Museo de la Luz de la UNAM y la UIA, dando como frutos: un 2do. Taller en ciencias experimentales dirigidos a personas con discapacidad visual en julio de 2014, y el financiamiento de un proyecto de investigación en la convocatoria 5ª bis FICSAC de la UIA. En este proyecto se han generado productos como un manuscrito de libro de actividades de ciencia para personas con discapacidad visual. Se publicó ya la primera versión de un

libro en Braille y en impreso sobre química experimental para invidentes (Marzo de 2015); presentación y publicación de un resumen en extenso de un trabajo en Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación (12-14 Nov, 2014) sobre experiencias educativas en la enseñanza de las ciencias experimentales a niños y jóvenes con discapacidad visual así como el diseño e impartición de talleres de ciencia en el aula inclusiva que ya se han implementado con docentes en el II Encuentro de Investigación e Innovación para la Formación Docente realizado del 4 al 6 de diciembre del 2014 y en el III Congreso Estatal de Ciencias Exactas y Naturales y Didáctica de las Ciencias, realizado en Hermosillo, Son. en Mayo y Junio de 2015 en formato semipresencial. Se han desarrollado dispositivos que permitan el desarrollo de un experimento por una persona con discapacidad visual de manera autónoma y un instrumento de investigación para identificar la perspectiva del docente sobre la ciencia e inclusión, entre otros.

Es importante mencionar que el enfoque educativo que se seguirá en este proyecto es el indagativo, el cual ya ha sido manejado por docentes que conforman el Centro Mexicano de Química Verde y Microescala de la UIA. En general, el enfoque requiere que los estudiantes formulen el problema, relacionen la investigación con sus conocimientos previos, establezcan el propósito de la investigación, predigan los resultados esperados, identifiquen el procedimiento y lleven a cabo el experimento, además de registrar datos, analizarlos y obtener conclusiones que los lleven a inducir el principio o ley involucrados. Esto favorece el desarrollo de los procesos de pensamiento: hacer hipótesis, explicar, juzgar la evidencia, crear, evaluar. Está centrado en el estudiante e involucra menor dirección por parte del profesor, lo que aumenta la utilización del pensamiento operacional formal (Merritt et al. 1993; Ajewole, 1991).

Como muestra la siguiente tabla, el enfoque por indagación puede aplicarse en diferentes niveles.

| CARACTERÍSTICA | Nivel 1: Confirmación | Nivel 1/2: Indagación estructurada | Nivel 1 Indagación guiada | Nivel 2: Indagación abierta | Nivel 3: indagación abierta |
|-------------------------------|--------------------------|--|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Problemas /preguntas | dado | dado | dado | dado | no dado |
| Teoría/ Antecedentes | dado | dado | dado | dado | no dado |
| Procedimientos/ diseño | dado | dado | dado | no dado | no dado |
| Análisis de resultados | dado | dado | no dado | no dado | no dado |
| Comunicación de resultados | dado | no dado | no dado | no dado | no dado |
| Conclusiones | dado | no dado | no dado | no dado | no dado |

La propuesta de este proyecto es diseñar las secuencias didácticas bajo este enfoque educativo y capacitar a los profesores en la adopción de los experimentos incluyentes, y que ellos definan el

nivel en el que consideran apropiado trabajar con sus alumnos. En cuanto a los talleres que ofreceremos, trabajaremos al nivel 1, es decir, indagación guiada, pues pretendemos que los profesores conozcan las metodologías que se ha desarrollado para tener un laboratorio inclusivo.

Por ello, se considera que este proyecto puede permitir consolidar el grupo interdisciplinario e interinstitucional y generar una mayor cantidad de materiales didácticos y de instrumentos de evaluación que permitirán mejorar la enseñanza de las ciencias naturales en el aula inclusiva.

OBJETIVOS

El objetivo general de este proyecto es consolidar un grupo multidisciplinario de innovación educativa que generará propuestas dirigidas a apoyar la educación en ciencias de alumnos con discapacidad visual del nivel secundaria e incidir en su proceso de pensamiento científico, mediante la elaboración de materiales específicos y secuencias didácticas con un enfoque indagativo así como la generación de los esquemas de transferencia, asimilación o adopción de los mismos.

Los objetivos específicos son:

- 1) Diseñar secuencias didácticas de ciencias por el método indagativo enfocadas al cuidado de la salud, el medio ambiente y el aprovechamiento de recursos naturales, que sean realizables con materiales de bajo costo y fácil adquisición.
- 1) Elaborar e imprimir las secuencias didácticas.
- 2) Desarrollar materiales de experimentación, dispositivos científicos y materiales didácticos para usarse en la educación en ciencia para jóvenes con discapacidad visual y de preferencia de bajo costo.
- 3) Adecuar equipo de laboratorio para la manipulación y operación para el desarrollo de prácticas experimentales.
- 4) Impartición de cursos y talleres de ciencia para niños, jóvenes y adultos con discapacidad visual.
- 5) Impartición de cursos y talleres de ciencia en el aula inclusiva para docentes de diferentes niveles educativos.

METODOLOGÍA

Los materiales y métodos serán diseñados por docentes que atienden tanto a alumnos con discapacidad visual como sin ella, a fin de integrarlos a las actividades de ciencias cotidianas en el aula y lograr un aprendizaje significativo. Adicionalmente, tendrán la versatilidad de incorporarse en ambientes tan diversos como escuelas regulares, escuelas de tiempo completo, escuelas de jornada ampliada, escuelas de educación especial, o incluso en ambientes no formales como museos y centros de ciencia, cursos y ferias de ciencias y en cualquier otra actividad donde se promueva el interés por la ciencia y por el aprendizaje del conocimiento asociado a ella.

En los programas educativos vigentes en nuestro país, se propone que a lo largo de los diferentes cursos de la educación básica se desarrollen competencias para el aprendizaje permanente, el

manejo de la información, el manejo de situaciones, la convivencia y la sociedad. Dados los temas disciplinares e interdisciplinares que se abordarán en esta propuesta, con este proyecto se contribuirá a que los alumnos logren a la vez no solo la adquisición del conocimiento sino el desarrollo de actitudes asociadas a la ciencia con base a los estándares curriculares.

Los contenidos curriculares pertenecientes a los programas de la Secretaría de Educación Pública que corresponden al nivel secundaria, se abordarán tomando en cuenta los ámbitos que remiten a campos del conocimiento para la comprensión de diversos fenómenos y procesos de la naturaleza: desarrollo humano y cuidado de la salud, biodiversidad y protección del ambiente, cambio e interacciones en fenómenos y procesos físicos, propiedades y transformaciones de los materiales y conocimiento científico y tecnológico en la sociedad. Los temas principales que se abordarán son:

1. Para química, la estructura atómica, cambios de estado, el agua y su ciclo, características de compuestos y mezclas, propiedades físicas y químicas, reacciones químicas, contaminación del agua y del aire, métodos de separación, combustibles y energía, reuso y reciclaje, y los materiales.
2. Para física, conceptos de cinemática, fuerza de gravedad, peso, átomo, onda, sonido, luz, reflexión, refracción, absorción, electricidad, magnetismo, espectro electromagnético, tecnologías de la comunicación, aprovechamiento térmico de la energía solar, presión y temperatura, relacionándolas con la relevancia que tienen en la vida cotidiana.
3. Para biología, el conocimiento de la célula, la estructura celular, la respiración, la nutrición, los microorganismos y su relación con las enfermedades; organismos autótrofos y heterótrofos en los ecosistemas y la fotosíntesis como base de las cadenas alimentarias.

Para abordar los diferentes temas de las distintas disciplinas se desarrollarán unidades didácticas con el propósito de que los alumnos a lo largo de las sesiones puedan comprender un concepto específico, lo relacionen con su entorno y lo puedan aplicar en un contexto real. También se diseñarán unidades didácticas integradas que permitan a los alumnos interconectar los conocimientos adquiridos en las distintas disciplinas en una aplicación concreta.

Con el fin de que las actividades propuestas en cada unidad sean realizables y útiles en el aula, se llevará a cabo una secuencia de elaboración - piloteo - ajuste de actividades de acuerdo a lo siguiente:

- a) Selección inicial de actividades y experimentos sobre un tema con contenido disciplinar específico, diseñados para la construcción del conocimiento y el desarrollo de habilidades y competencias en el alumno.
- b) Las propuestas escritas en un primer paso serán revisadas por un consultor especializado en la educación de alumnos con discapacidad visual.
- c) Las actividades revisadas serán piloteadas a manera de laboratorio cognitivo tanto con estudiantes regulares como con alumnos con discapacidad visual, grabando las sesiones con permiso de los participantes y realizando entrevistas de salida para conocer los retos o dificultades encontrados. Los participantes serán convocados a participar en esta fase a través de instituciones oficiales con las que se ha colaborado previamente.

d) Se analizará el piloteo, las actividades serán revisadas, y en caso necesario, se incluirán ajustes para facilitar el aprendizaje. Las actividades que requieran ajustes mayores serán piloteadas de nuevo antes de incluirlas en la propuesta escrita.

e) Una parte importante de las secuencias didácticas es la realización de una actividad experimental el cual será llevado por el método de indagación. Se propone el siguiente esquema general para cada uno de los experimentos:

1. Objetivos
2. Introducción sobre el tema
3. Materiales y reactivos
4. Normas de seguridad para el manejo de las sustancias y materiales
5. Procedimiento experimental.
6. Análisis de resultados
7. Discusión de la pertinencia de los experimentos en un ambiente incluyente.
8. Sugerencias de Incorporación en los diferentes programas de estudio
9. Bibliografía

De acuerdo al nivel de indagación planteado, los aspectos 6, 7 y 8 cuando menos, no quedarán definidos sino que se guiará la reflexión de los participantes para que analicen, evalúen y concluyan.

En resumen, lo que se busca es que los participantes conozcan y practiquen diferentes propuestas para generar un ambiente incluyente, didáctico y atractivo. Al reflexionar sobre el experimento realizado y las adecuaciones que se han planteado para superar la barrera que la falta de visión representa en los laboratorios experimentales, podrán analizar las posibilidades de relación con sus cursos, desarrollar sus propias estrategias de incorporación y finalmente, generar nuevas ideas y sinergias en esta área.

Al final, las actividades seleccionadas serán utilizadas para integrar el libro para el maestro, el cual será ilustrado por diseñadores gráficos y editores expertos en el tema de la educación en ciencias de personas con discapacidad visual. Las ilustraciones son indispensables para facilitar el uso durante la aplicación en el aula inclusiva.

RESULTADOS ESPERADOS

De este proyecto se esperan los siguientes resultados: la consolidación del grupo interdisciplinario; la generación de unidades didácticas en temas de física, biología y química con enfoque indagativo; propuestas de modelos 2.5 y 3D; propuestas de materiales para experimentación accesibles; publicaciones y presentaciones en congresos.

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

En este proyecto pueden participar alumnos de las diferentes ingenierías y de carreras de ciencias, se podrían tener alumnos que realicen un posgrado en educación en la inclusión donde la tesis puede ser codirigida entre un investigador de ICQ y del Departamento de Educación.

CAPACIDAD DE RECAUDACIÓN DE FONDOS DEL PROYECTO

Dentro del grupo de trabajo están miembros del Sistema Nacional de Investigadores que ya han tenido proyectos financiados por el CONACYT y por otras instituciones por lo que se considera que es factible recaudar fondos para este proyecto de impacto social.

CONSTRUCCIÓN DE REDES INTERINSTITUCIONALES

Actualmente ya se cuenta con una red formada entre el CINVESTAV-Unidad Monterrey, el Museo de la Luz de la UNAM y la UIA. Se pretende extender dicha red a universidades extranjeras como U.C. Davis, con quienes ya se tuvo un acercamiento exitoso.

BIBLIOGRAFÍA

- Ajewole, G.A.(1991). Effects of discovery and expository instructional methods on the attitude of students to Biology. *J. Res. Sci. Teach.* 19, 233-248.
- Eshel, N (2007). *The science inside learning*. New York, American Association for the Advancement of Science.
- INEE (2010). México en PISA 2009. *Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación*. México.
- INEGI 2004. *Las personas con discapacidad en México: una visión censal*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI 2010. *Censo Nacional de Población y Vivienda 2010*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Ley General de Educación (vigente a partir del 14 de julio de 1993). En: <http://info4.juridicas.unam.mx/ijure/tcfed/143.htm?s=27/10/2003>.
- Merritt, M.V. Schneider, M.J.; Darlington, J.A. (1993). Experimental design in the general chemistry laboratory. *J. Chem. Educ.* 70. 660-662.
- OECD (2010) PISA 2009. **Volume I**, What Students Know and Can Do: Student Performance in Reading, Mathematics and Science. Paris, Organization for Economic Co-operation and Development.
- Soler Martí, Miquel-Albert (1999). *Didáctica multisensorial de las ciencias*. Barcelona/Buenos Aires. Ed. Paidós.