



la Dirección General de Bibliotecas
a difundir en formato electrónico e impreso el
contenido de mi trabajo recepcional.
NOMBRE: Karina Ramos Rosique
FECHA: 20 junio 03
FIRMA: Karina Ramos Rosique

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

PROPUESTA DE ACTIVIDADES
LÚDICO-TEATRALES SOBRE CONTENIDOS
CIENTÍFICOS ORIENTADOS A LA SEGURIDAD
PERSONAL PARA VINCULAR LOS ÁMBITOS
EDUCATIVOS FORMAL E INFORMAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN PSICOLOGÍA

PRESENTA

KARINA RAMOS ROSIQUE



Facultad
de Psicología

DIRECTORA DE TESIS. LIC. MA. EUGENIA MARTÍNEZ COMPEÁN

México DF, 2004

m 346658



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

A los niños y las niñas

AGRADECIMIENTOS

Sebastián:

Gracias por la espera, nos vemos pronto.

Carmen:

Gracias por la idea, por los libros, por todas las veces que leíste esta tesis, por las porras y por tu gran apoyo

Maru, Frida, Gina, José y Berenice:

Gracias por acceder a las prisas, por leer y enriquecer este trabajo, pero sobre todo les agradezco las clases que me dieron, fueron las mejores

Aurora y Víctor:

Gracias por estar conmigo y por su apoyo incondicional. LOS AMO

Aldo:

Sin ti, la física habría sido terrible y el viaje por la extraña cosa imposible. Gracias por tus apuntes, tus explicaciones y sobre todo gracias por el mapa

Pablo Kípu:

Gracias por estar conmigo hasta el final de este trabajo. Gracias por todas las veces que aguantaste mis quejas. Gracias por LA EXTRAÑA COSA. Gracias por tu amistad.

Lalo:

Sin ti ¿qué hubiera sido de la extraña cosa? Gracias por todo el esfuerzo, por las desmañanadas.

Pablo y Lalo:

Gracias por hacer de la extraña cosa una cosa nuestra y para todos. Gracias por Sifo y Timo.

La extraña cosa:

Por ti gané dos buenos amigos. Encontré al que tenía perdido y apareció uno nuevo.

Ana Lucía:

Gracias por la boca, nariz, ojo y oreja que formaron la extraña cosa

Carina:

Gracias por tu ayuda, siempre estuviste para darme ideas y me ayudaste y apoyaste en todo momento. Me encantó que fuéramos las "KCarinas".

Gracias también por las pláticas en momentos de crisis. ¡Ánimo con tu tesis!

Cuauhtémoc:

Gracias por las fotos, por tus opiniones y por todas las veces que te obligué a escuchar la introducción de este trabajo.

Lupita, Laura, Alejandra, Ángel, Carlos, Myriam, Jossy:

Son grandes compañeros, gracias por hacer de mi estancia en Universum algo inolvidable.

Arturo, Serafín, Berenice:

Sin su ayuda no habiéramos podido hacer el video. Muchas gracias.

Departamento de Audiovisuales de la DGDC:

Gracias por el video de la Extraña Cosa.

Pedro:

Siempre estuviste para escuchar mis quejas y los avances de la tesis. Gracias por tu amistad y apoyo.

Naja:

Gracias por las porras, la amistad y las películas de tardes lluviosas.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
I. ANTECEDENTES SOBRE LA ENSEÑANZA FORMAL DE LAS CIENCIAS	
• ¿Por qué se enseña ciencias desde la primaria?	5
• El enfoque tradicional en la enseñanza de las ciencias	8
II. EL ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA EN LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA	
• Constructivismo y educación	11
• Aprendizaje significativo	13
• El cambio conceptual	17
• Cognición situada	22
• ¿Por qué basarse en el constructivismo para enseñar ciencias?	26
III. EL JUEGO COMO UN MÉTODO EDUCATIVO	29
IV. EDUCACIÓN FORMAL, INFORMAL Y NO FORMAL	
• Definiciones, diferencias y similitudes	35
• ¿Cómo se aproximan los sujetos a las ciencias en el ámbito informal?	39
• El teatro en el museo	40
V. LA ENSEÑANZA Y PROMOCIÓN DE LA SEGURIDAD A TRAVÉS DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA	44
VI. PROCEDIMIENTO	
• Justificación	48
• Objetivo general	48
• Objetivos específicos	49
• Recopilación de información y desarrollo del marco teórico	49
• Diseño de la propuesta	53

VII. UNA PROPUESTA LÚDICA SOBRE CIENCIA Y SEGURIDAD PARA VINCULAR LA EDUCACIÓN FORMAL CON LA INFORMAL EN CIENCIAS

VII.1 Descripción de la propuesta 55

- Sobre las teorías que sustentan la propuesta 55
- Propósitos generales 58
- Sobre las actividades 58
- Objetivos terminales generales 60
- Sobre los facilitadores 61

VII.2 Desarrollo de la propuesta

- Objetivos específicos y experiencias de aprendizaje para estudiantes de primer, segundo y tercer grados de primaria 62
 - Vista 66
 - Tacto 71
 - Oído 76
 - Gusto y Olfato 80
- Objetivos específicos y experiencias de aprendizaje para estudiantes de cuarto, quinto y sexto grados de primaria 85
 - Está de gravedad 87
 - Fuerzas a fuerzas 95
 - Fluidos engañosos 102
 - Enérgicos con la energía 111

CONCLUSIONES 118

REFERENCIAS 124

ANEXO 1 Sesión para estudiantes de primero a tercero de primaria *i*

ANEXO 2 Recomendaciones para los facilitadores *xix*

ANEXO 3 Índice temático del manual para el facilitador *xxiii*

INTRODUCCIÓN

En su afán por promover programas novedosos de apoyo a la educación formal, la Secretaría de Educación Pública entra en contacto con la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC) de la UNAM a finales del año 2001, solicitándole un proyecto para vincular de manera divertida y útil, temas de ciencia y seguridad personal. A raíz de esta propuesta, surge el interés por crear un programa de actividades extracurriculares que por una parte, salga del esquema tradicional caracterizado generalmente por conferencias o talleres parcialmente interactivos y costosos en los que se apoyan las escuelas para enriquecer sus planes de estudio; y por otra parte aporte conocimientos útiles que los niños puedan aplicar para cuidarse a sí mismos y prevenir accidentes comunes.

La DGDC es la dependencia de la UNAM que se encarga de comunicar y promover la ciencia y la técnica al resto de la sociedad, su filosofía es servirle a ésta para que la ciencia y la técnica formen parte de la cultura nacional.

La DGDC también apoya al sistema educativo nacional, a través de la enseñanza no formal, la comunicación de riesgos y la realización de estudios que permitan un mejor desarrollo de la divulgación y su evaluación. De esta manera la DGDC intenta cambiar la imagen tradicional que se tiene de la ciencia por aquella en la que se disfrute del conocimiento y éste forme parte de la vida cotidiana.

Para cumplir con estos objetivos, la DGDC cuenta con dos grandes áreas:

- o **La Dirección de Museos**, que incluye al Museo Universum, al Museo de la Luz y al Programa de Exposiciones Itinerantes.
- o **La Dirección de Vinculación**, que se encarga de aquellos aspectos de la divulgación relacionados con los medios de comunicación y la educación no formal.

Dentro de la Dirección de Vinculación se encuentra la Subdirección de Educación No Formal (SENF) que a través del trabajo interdisciplinario, se encarga de organizar diplomados, cursos, elaborar materiales didácticos y promover actividades lúdicas¹ y experimentales enfocadas a presentar metodologías alternativas para la promoción de experiencias de aprendizaje en ciencias de forma no escolarizada.

Además de los cursos y diplomados que se llevan a cabo en esta subdirección, otra de sus funciones es apoyar el diseño de las exhibiciones de los museos de la DGDC.

En el desempeño de ambas funciones, la SENF ha encontrado en la psicología educativa un marco de referencia que le permite adecuar los contenidos científicos de las exposiciones, cursos y materiales didácticos a las características de los distintos tipos de público que se acercan a los museos, así como desarrollar los cursos y diplomados de manera diferente al estilo de enseñanza de la escuela.

Por mi interés en desarrollarme profesionalmente dentro de esta rama de la psicología, fui invitada, a formar parte de un equipo de trabajo interdisciplinario

¹ Aunque La Real Academia Española, no reconoce la palabra "lúdico-a", sino que ofrece el término "lúdico-a", en este trabajo usaré la primera forma, por ser ésta la más utilizada socialmente.

integrado por científicos, diseñadores y expertos en la enseñanza de la ciencia, donde mi responsabilidad fue desarrollar la propuesta de actividades sobre ciencia y seguridad personal que se presenta en este trabajo.

Dicho programa de actividades apoya la educación formal o escolarizada, pues está basado en algunos de los temas de ciencias naturales que se abordan durante la primaria y pretende ser llevado a las escuelas como programa de apoyo extracurricular.

Sin embargo, el programa también es útil como medio de educación informal, si es desarrollado dentro de los museos de ciencias, las casas de cultura, las plazas públicas, etc, pues en los escenarios educativos informales y específicamente dentro de los museos de la DGDC actúa como complemento de las actividades de divulgación, dirigidas principalmente al público casual.

Por otro lado, debido a que bajo el sistema de enseñanza tradicional en el que se basa la enseñanza de la ciencia en nuestras escuelas no siempre queda clara la aplicación de los conocimientos científicos a la vida cotidiana y a que es un hecho conocido que estimular y motivar el desarrollo de una cultura científica en todos los miembros de la sociedad son factores determinantes para el futuro de nuestro país; se sugiere un programa para niños y niñas de primaria basado en perspectivas educativas constructivistas (cuyos fundamentos teóricos se desarrollarán más adelante) que abren la posibilidad de insertar los conceptos científicos dentro de un contexto cotidiano, permitiendo a los niños acercarse a las ciencias de una manera distinta a la que están acostumbrados.

Específicamente las posturas teóricas que sustentan la propuesta son:

- **La teoría de aprendizaje significativo**, pues las actividades fueron diseñadas de manera que promuevan la activación de las experiencias y conocimientos previos de los estudiantes para que los niños y niñas que participen de las actividades puedan dar significado y comprender los conceptos científicos que se aborden al relacionarlos con los que ya saben.
- **La teoría del cambio conceptual**, pues se busca que los niños cuestionen sus propias hipótesis sobre ciencia y sobre las causas de algunos accidentes acercándolas hacia ideas más científicas.
- **La teoría de cognición situada**, que plantea que los conocimientos deben enseñarse dentro de un contexto práctico.

En este sentido, debido a que a través de la ciencia pueden comprenderse algunas causas de los accidentes y pueden desarrollarse medios para prevenirlos y enfrentarlos y a que una de las finalidades de la educación científica es que los niños y las niñas se responsabilicen de sí mismos y de su medio ambiente; apoyados en la teoría de cognición situada, se pretende dar un sentido aplicable a los conceptos científicos de manera que los niños puedan comprender y utilizar lo que se les enseña para promover la seguridad y cuidarse a sí mismos.

Además la propuesta se apoya en el juego, por ser uno de los medios a través de los cuales el niño reconstruye su realidad y desarrolla su pensamiento.

Por otro lado, el aprendizaje constructivista, con su aceptación del error constructivo, su requerimiento de actividad y participación para la elaboración y confrontación de hipótesis y el clima que requiere de diversión y de libertad

responsable, puede hacer uso del juego para concentrarse en el medio educativo. En otras palabras, el juego es uno de los métodos para aprender creativamente.

Para lograr que la propuesta se adecuara tanto al ámbito formal como al informal, está apoyada en la perspectiva educativa del "teatro en el museo", la cual interviene como medio por el que se establece el clima de diversión que requiere el aprendizaje constructivo y permite el acercamiento al público casual que visita los museos y los diversos escenarios informales.

A través de representaciones teatrales divertidas, se invita a los niños a participar en actividades científicas que sirven como un auxiliar efectivo en la exposición de los contenidos educativos y ayudan a crear un puente entre la vida cotidiana (pues los niños son libres de expresar sus ideas de manera natural) y el conocimiento científico.

Las principales razones por las que esta propuesta se sustenta en teorías constructivistas de la enseñanza, se deben a que desde esta perspectiva:

- puede adecuarse la presentación de los contenidos científicos a las características socioculturales y de desarrollo, específicas de los niños y niñas;
- se apoya el desarrollo de las habilidades necesarias para acceder a los productos culturales (como el conocimiento científico y tecnológico), disfrutar de ellos y renovarlos
- y se crea una situación de aprendizaje adecuada para que los infantes puedan, reconstruir, organizar, interpretar y dar sentido a la información que reciben a diario dentro de un contexto cotidiano y real.

La propuesta que se presenta en esta tesis, pretende ofrecer una alternativa educativa que permita generar dicha situación para crear un puente entre lo científico y lo cotidiano. Intenta ser un medio que refleje la utilidad del conocimiento científico en la vida diaria, a través de actividades con las que los niños puedan vincular conceptos científicos con eventos de su realidad, específicamente la prevención de accidentes, el cuidado de su cuerpo y la promoción de la seguridad personal.

La idea es que los niños y niñas que participen en las actividades tengan acceso a explicaciones objetivas sobre las posibles causas de algunos accidentes, de manera que puedan construir aprendizajes significativos de los temas de ciencia que se aborden (ayudados por la experiencia concreta) y los apliquen para cuidarse a sí mismos y prevenir accidentes.

Por otro lado, diversas investigaciones (Rusell, 1990) muestran que los estudiantes presentan una actitud mucho más participativa en el marco educativo informal de un museo ² que en el aula y se sabe que la visita a un museo puede incidir emocionalmente en los escolares, promoviendo, en el caso de los museos de ciencia, una actividad positiva hacia ésta (Sánchez-M 2002). Es por ello que se diseñó este programa pensando en que pudiera llevarse a cabo

² Ya que el término "museo" incluye diferentes tipos (los de ciencia, los de arte, los de historia, etc), cabe aclarar que cada vez que me refiera al "museo" como institución, estaré hablando únicamente del museo de ciencias

tanto dentro de la escuela (apoyo a la educación formal) como en escenarios de educación informal, en los museos, las casas de cultura, etc. De hecho se plantea como apoyo a la labor educativa informal (manifiesta a través de la divulgación) de los museos de ciencia, específicamente del Museo de la Luz y del Universum y como complemento de las actividades educativas de éstos, las cuales deben ser suficientemente variadas, atractivas y novedosas, pero a la vez, rigurosas y claras como para atraer al público que acude al museo por curiosidad para pasar un rato agradable, pero no con el objetivo específico de aprender o estudiar.

La propuesta que se presenta en este trabajo está dirigida a todas aquellas personas que se interesen por ponerla en práctica (facilitadores) e incluye actividades sobre ciencia aptas para niños y niñas de primaria, información científica acerca de estas actividades, algunas ideas para vincular la ciencia con la seguridad y la prevención y algunas de las ideas que tienen los infantes acerca de los temas científicos que se abordan.

En los capítulos siguientes se desarrollará brevemente cada una de las teorías que dan sustento a la propuesta y al final se expondrá la descripción general y los objetivos principales del programa de actividades sobre ciencia y seguridad.

I. ANTECEDENTES SOBRE LA ENSEÑANZA FORMAL DE LAS CIENCIAS

¿Por qué se enseña ciencias desde la primaria?

Vivimos en un mundo en el que todo es cuestionable, el conocimiento científico y la tecnología evolucionan con un ritmo que acelera su obsolescencia y nos enfrenta constantemente a una verdad relativa. Para que nos sea posible adaptarnos a ese ritmo necesitamos desarrollar nuevos materiales y estrategias y preparar a quienes se encargarán de crearlos en el futuro. Por ello es menester fomentar, mediante la educación, una cultura científica y tecnológica para aproximarnos y comprender la complejidad de la realidad contemporánea y para desenvolvernos adecuadamente en el entorno.

Gracias a que la sociedad actual ha empezado a interesarse en las ciencias y en la influencia y aplicación que éstas tienen sobre temas tan relevantes como la salud, el medio ambiente, la tecnología, etc., reservar el conocimiento científico sólo a unos cuantos no sería sensato. La ciencia debe ser accesible para todos los sectores sociales de manera que cualquier persona sea capaz de interpretar y comprender el mundo en el que vive y crear nuevas maneras de mejorar su entorno, desarrollando una conciencia crítica y razonable y la habilidad de tomar decisiones responsables. En palabras de Claxton (1994) (cit. Níeda y Macedo, 1997 p. 23), que todos tengan acceso a la ciencia es importante por las siguientes razones:

“importa en términos de la búsqueda de mejores maneras de explorar el potencial de la naturaleza, sin dañarla y sin ahogar el planeta. Importa en términos de la capacidad de la persona para introducirse en el mundo de la ciencia por placer y diversión. Importa porque las personas necesitan sentir que tienen algún control sobre la selección y el mantenimiento de la tecnología que utilizan en sus vidas ... e importa porque la ciencia constituye una parte fundamental y en constante cambio de nuestra cultura y porque sin una comprensión de sus rudimentos nadie puede considerarse adecuadamente culto, como dijo C.P. Snow hace muchos años”.

La relevancia de la enseñanza de las ciencias queda entonces clara; resumiendo, podemos decir que es indispensable para que el individuo se adapte a los cambios de la cultura contemporánea, para promover una conciencia crítica y de responsabilidad ante temas vitales y para resolver problemas y mejorar el entorno, entre otras cosas.

Si los beneficios del conocimiento científico son tantos y si hay que considerar la introducción de una formación científica y tecnológica como elemento clave de la cultura general de los futuros ciudadanos (Gil, 1996) (cit. Níeda, J y Macedo B, op cit) ¿cuándo debe iniciarse el contacto formal con las ciencias?

Al ser la primaria el primer acercamiento formal que las personas tienen con el conocimiento y en países del tercer mundo como el nuestro, para algunas es el único; es ahí donde se inicia la formación científica, no sólo porque es un hecho conocido que el aprendizaje se facilita al iniciarse desde una edad temprana, sino porque aprender ciencia promueve la búsqueda, la intuición, la

creatividad, el desarrollo de la imaginación y facilita cambios importantes en las estructuras mentales de los niños hasta constituir las en estructuras de pensamiento más complejas que les serán de utilidad en otras áreas como el lenguaje, las matemáticas o las ciencias sociales (Harlen, 1998). En el caso de los países en desarrollo la enseñanza de la ciencia comienza desde la primaria no sólo por estas razones, sino también con el propósito de que los niños aprovechen este periodo de educación formal para apropiarse de algunos conocimientos y que los empleen de manera productiva y ética desde la infancia en el mejoramiento de su calidad de vida y la de su medio social y natural.

Otra razón por la que se enseña ciencias desde los primeros años es que las ideas que los niños tienen sobre el mundo que les rodea se constituyen precisamente en ese periodo de desarrollo, independientemente de que se les enseñe ciencias o no. Según Medina y Vega (1993), los niños elaboran hipótesis como consecuencia de la madurez infantil, mucho antes de su ingreso a la escuela. Por estas razones la enseñanza de la ciencia comienza a corta edad, buscando introducir un enfoque científico a la exploración infantil del mundo, si no fuera así, sería fácil que las ideas de los niños permanecieran acientíficas y dificultaran el aprendizaje en la secundaria.

Ormerod y Duckworth (1975) mostraron que el interés de los niños por las ciencias comienza a muy corta edad. Si desde entonces les ofrecemos una clase de ciencias donde puedan dar significado real a sus explicaciones del mundo de manera divertida y útil, es posible que su inquietud por la ciencia permanezca hasta la secundaria.

Aunque no está dicho de qué manera se desarrollará la capacidad de los niños para el aprendizaje cuando hayan ido estructurando y construyendo progresivamente ideas y experiencias a lo largo de la primaria, darles la oportunidad de que aprendan ciencias, contribuye no sólo a la formación de adultos responsables y críticos, sino que se los valora como parte integrante de la sociedad actual con el mismo derecho que cualquiera, de apropiarse de la cultura y del conocimiento científico; con la capacidad de actuar de manera responsable y conciente en asuntos vinculados con su propio bienestar y con el de la sociedad de la que forman parte.

Para Harlen (op cit) hay 4 enunciados fundamentales sobre el papel de las ciencias en la primera fase de la educación infantil:

1. Contribuye a que los niños comprendan el mundo que los rodea, considerando la comprensión como estructura mental en desarrollo que cambia a medida que se amplía la experiencia infantil.
2. Ayuda a desarrollar formas de descubrir cosas, comprobar las ideas y utilizar las pruebas; el modo de interactuar de los niños con las cosas que les rodean apoya su aprendizaje, no sólo en ciencias sino también en otras áreas.
3. Ayuda a instaurar ideas que ayuden, en vez de obstaculizar el aprendizaje posterior de las ciencias; lo cual no significa que haya que empezar a aprender los conceptos correspondientes a la formación científica secundaria en la enseñanza primaria, sino la exploración y la investigación dirigidas de tal manera que puedan ponerse en tela de juicio las peculiares ideas de los niños.

En este punto debe tomarse en cuenta que cuestionar o modificar las ideas de los niños no es tarea fácil. Debido a que éstas tienen sentido para ellos, no es suficiente con enseñarles las ideas "correctas", la cuestión es llevarlos a la comprensión de los principios científicos para que así ellos mismos cuestionen y modifiquen, de ser necesario, sus hipótesis y den sentido a su entorno (Osborne y Freyberg, 1985).

4. Promueve la generación de actitudes más positivas y concientes sobre las ciencias en cuanto a actividad humana; en vez de reaccionar inconscientemente ante la imagen popular de las ciencias. Los niños necesitan experimentar ellos mismos la actividad científica en el momento en que se forman sus actitudes frente a ella, las cuales pueden tener una influencia importante durante el resto de sus vidas.

Esta idea obliga a dar un enfoque a la enseñanza de la ciencia, que permita asegurar una educación científica de calidad y con equidad, por lo que los currícula de ciencias en escuelas de todo el mundo han ido adaptándose a las necesidades que supone la realidad actual, por ejemplo restando importancia a la discusión sobre los contenidos y los procedimientos y dando pie a la investigación sobre el modo en que los niños desarrollan sus ideas acerca del mundo que los rodea, para obligar la reflexión y creación de actividades diversas que promuevan el aprendizaje.

Además de ello, las ciencias se han establecido como un tema central del currículum de la enseñanza primaria a tal grado que en algunos países se han tomado medidas pertinentes para asegurar que todos los alumnos tengan oportunidad de aprenderlas (Harlen, op cit).

En el caso de México fue a partir del ciclo escolar 1994 – 1995 que entraron oficialmente en vigor nuevos programas de Ciencias Naturales para los grados de tercero a sexto de educación primaria que sustituyeron a los que estuvieron vigentes durante más de veinte años estableciéndose, por lo menos a nivel curricular, que el objetivo de la educación básica no es únicamente que los niños comprendan los fenómenos y procesos naturales que los rodean (incluidos los que tienen lugar en su propio cuerpo) sino que se pretende también que adquieran los conocimientos, habilidades y actitudes que les permitan manifestar una relación responsable con el medio natural y asumir un papel activo en la promoción de su salud, así como estimular la curiosidad y dotar de elementos que propicien su avance gradual y sólido en el estudio de las ciencias (SEP 1997).

Hasta ahora hemos hablado de la importancia que tiene el fomentar, a través de la enseñanza de las ciencias, una cultura científica y una conciencia crítica y responsable (sobre su persona y sobre el mundo en el que viven) en los niños y si bien es cierto que los currícula de la educación primaria pretenden vincular las ciencias de la escuela con la vida cotidiana con la intención de que los niños sean capaces de aplicar lo que aprenden en la escuela en el mejoramiento de su calidad de vida, esto no siempre sucede en la práctica, pues durante muchos años el enfoque tradicional ha permeado la educación, dificultando la instauración de propuestas educativas novedosas que podrían y de hecho aportan, mejoras en el proceso de enseñanza aprendizaje tanto de las ciencias como de las demás asignaturas.

El enfoque tradicional en la enseñanza de las ciencias

Entendemos como enfoque tradicional aquel que ha dirigido la educación (en general) durante muchos años en diferentes países, que ha relegado a un papel preponderantemente reproductivo a los alumnos y bajo el cual el profesor es un mero proveedor de conocimientos (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

Como más adelante se detallará, el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, igual que otros, se ha visto afectado por el empleo de este método, sin embargo la enseñanza tradicional ha sido muy popular desde hace mucho tiempo y está vigente aún en nuestros días, pues la mayoría de los profesores proviene de una educación exclusivamente disciplinar y no tiene la oportunidad de participar en programas de formación continua real para entenderse como un profesionista (Waldegg, 1995).

Bajo el sistema educativo tradicional, el alumno es un consumidor de contenidos acabados, que se le presentan casi como hechos irrefutables, por lo que no tiene más que aceptarlos como algo que forma parte de una realidad inmodificable.

Los supuestos en los que se basa la enseñanza de las ciencias desde un enfoque tradicional, en palabras de Pozo y Gómez Crespo (op cit) son:

Primero que la mente del alumno está lista para aprender la lógica del conocimiento científico por lo que la meta es llenarla con los saberes conceptuales de la ciencia.

En segundo lugar, el conocimiento científico se asume como absoluto o como el más verdadero y por lo tanto aprender ciencia implica reproducirlo de la manera más fiel posible. En otras palabras, aprender ciencia es saber lo que los científicos saben.

Para que el alumno logre almacenar toda la información en su memoria se presenta mediante una exposición lo más rigurosa y clara posible siguiendo la lógica marcada por los propios saberes disciplinares tanto del profesor como de los que conformaron el currículo.

Para determinar qué contenidos deben estar en el currículo es necesario basarse en el cuerpo de conocimientos aceptados por la comunidad científica y se enseñan no porque sean esenciales en la formación de los alumnos sino porque lo son para la ciencia. De esta manera las teorías ya superadas o no se enseñan o se presentan como saberes abandonados que en suma ya no son científicos y que por tanto no son relevantes para la educación.

Toda la dinámica de la clase es dirigida y controlada por el profesor y se evalúa a partir de lo que los alumnos pueden repetir, tomando en cuenta la literalidad y la precisión con que reproducen lo que el profesor dijo originalmente. También se utilizan ejercicios repetitivos para tratar de comprobar el grado en que el alumno domina una rutina o un sistema de resolución de problemas previamente explicado por el maestro. La función de la evaluación es más bien sumativa que formativa, es decir que se ocupa de decidir quién es capaz de replicar el conocimiento mínimo exigido.

Algunas de las críticas que se han hecho a este modelo es que tiende a desarrollar la memoria y a destruir la curiosidad, la imaginación, la capacidad de razonar y analizar crítica y objetivamente las dotes creadoras de los estudiantes (Cernuschi, 1965).

El modelo tradicional no toma en cuenta lo que los niños piensan sobre los fenómenos naturales, ni su desarrollo cognitivo o sus intereses y experiencias, para utilizarlos en la planeación y desarrollo de estrategias didácticas que les permitan adquirir los conocimientos, hábitos, habilidades y actitudes.

Se da poca importancia a que el niño se enfrente directamente con los objetos de conocimiento de las ciencias naturales mediante la indagación y experimentación. Además de que al concebir la ciencia como cuerpo de conocimiento estático, no se adecua a la realidad cambiante en que vivimos, por lo que no responde a las necesidades reales de la sociedad actual.

Dificultades que enfrenta la enseñanza de las ciencias bajo el enfoque tradicional

Hasta ahora se ha hablado acerca del papel del alumno bajo el enfoque tradicional, a continuación se expondrá un resumen de algunos de los problemas que enfrenta la enseñanza de las ciencias bajo este enfoque, los cuales se refieren principalmente al papel de los docentes, a los programas de estudio y a la infraestructura de las escuelas.

Investigaciones más o menos recientes (Bonilla, 1998) reportan entre otros factores que:

- La mayoría de los docentes de nivel primaria dedican más tiempo a la enseñanza del español y las matemáticas, pues consideran que las ciencias naturales no contribuyen de manera importante para el desarrollo cognitivo de los niños. Además de que están sujetos a las presiones de sus jefes inmediatos y a las exigencias de lectoescritura y matemáticas (en contenidos) de los padres de familia, descuidando los elementos de formación que buscan los propósitos de la educación primaria (Paz, 2000).
- Desconocen las aportaciones de las ciencias naturales para el desarrollo integral del educando y para el mejoramiento de su calidad de vida.
- Las experiencias y recursos didácticos empleados en la enseñanza de las ciencias naturales no permiten la construcción de nociones y conceptos.
- Son más maestros los que se valen de la teoría haciendo predominar una enseñanza oral, sin valorar la práctica como un elemento útil para la adquisición de conocimientos, reduciendo el tiempo para realizar actividades experimentales con sus alumnos.
- Al llevarse a cabo actividades experimentales los profesores no promueven la participación crítica de los estudiantes lo que les dificulta obtener sus propias conclusiones, además las actividades siempre están encaminadas a probar lo que dice el profesor o el libro y no lo que los alumnos intuyen o suponen.
- La mayoría de las escuelas no cuentan con la infraestructura necesaria destinada a las actividades que permitan a los alumnos interactuar con objetos diversos por medio de la experimentación.
- Los profesores no saben cómo instrumentar laboratorios que permitan realizar verdaderas actividades de indagación y experimentación.
- Algunos maestros tienen dificultad para encontrar y aplicar juegos y actividades experimentales, ya sea por no contar con materiales, espacio o mobiliario adecuado.

Los enormes cambios culturales que vivimos en estos días: la evolución acelerada del conocimiento científico, las aplicaciones tecnológicas con las que estamos en contacto (directa o indirectamente) a diario, el creciente interés de las personas por temas científicos, etc, aunado al gran número de dificultades que sufre la enseñanza de la ciencia, vuelven imposible mantener la enseñanza bajo formatos educativos tradicionales y han impulsado el desarrollo de nuevas técnicas para abordar las ciencias dentro de la escuela.

II. EL ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA EN LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA

Constructivismo y educación

Originalmente el constructivismo surge como una corriente epistemológica preocupada por conocer el proceso de la formación del conocimiento en los seres humanos. A raíz de dicha inquietud se crearon diversas teorías que intentaron discernir el problema. Sin embargo, por fines prácticos, se omitirán las que no tienen relevancia para este trabajo, abordándose únicamente los enfoques psicológicos y algunas de las derivaciones que se han hecho al campo de la educación, como la teoría de aprendizaje significativo y al ámbito de la enseñanza de la ciencia como la teoría del cambio conceptual y la de cognición situada.

En búsqueda de claridad, este trabajo se basará en la definición de Mario Carretero (1993) (cit en Díaz Barriga y Hernández, 2001, p. 27) según la cual el constructivismo en educación:

"es la idea que mantiene que el individuo tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos no es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día con día como resultado de la interacción entre estos dos factores. En consecuencia, según la posición constructivista, el conocimiento no es una copia fiel de la realidad, sino una construcción del ser humano. ¿Con qué instrumentos realiza la persona dicha construcción? Fundamentalmente con los esquemas que ya posee, es decir con lo que ya construyó en su relación con el medio que le rodea.

Dicho proceso de construcción depende de dos aspectos fundamentales:

- De los conocimientos previos o representación que se tenga de la nueva información, o de la actividad o tarea a resolver.
- De la actividad externa o interna que el aprendiz realice al respecto"

La postura constructivista en educación integral, según Coll (1990-1996) (cit en Díaz Barriga y Hernández op cit) las siguientes corrientes psicológicas: la teoría psicogenética de Jean Piaget, la teoría sociocultural de Vigotsky, la teoría de los esquemas cognitivos, algunas teorías instruccionales, teorías cognitivas como la de asimilación y aprendizaje significativo de Ausubel (que se detallará más adelante) y algunas otras. Aunque estas teorías se sitúan en encuadres distintos que incluso podrían clasificarlas en tres tipos de constructivismo: el psicológico, el sociocultural y el construccionismo social (Coll, 2001), todas están de acuerdo en que el conocimiento no se adquiere si no se construye a través de procesos y mecanismos de diversa índole y todas en su momento, se han adaptado a la enseñanza de diversos contenidos a diferentes niveles, entre ellos las ciencias.

En lo referente a la teoría psicogenética diremos que es principalmente una teoría epistemológica, no educativa, que trata de explicar cómo se pasa de un estado de menor conocimiento a uno de mayor conocimiento. Sin embargo, el impacto que el pensamiento piagetiano ha tenido sobre lo educativo es

innegable. Redefinió cada uno de los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje entendiendo al alumno como aprendiz activo y autónomo, constructor de esquemas y estructuras operatorios; al profesor como facilitador del aprendizaje y del desarrollo, que asume un papel antiautoritario y que apoya el aprendizaje por descubrimiento y la enseñanza indirecta, poniendo énfasis en la selección y organización de los contenidos con base en las capacidades cognitivas (nivel de desarrollo) de los alumnos (Díaz Barriga y Hernández, op cit). En pocas palabras, la teoría de Piaget considera el aprendizaje como un proceso constructivo interno, personal y activo, que tiene en cuenta las estructuras mentales del que aprende.

A diferencia de Piaget, Vigotsky cambia la concepción de aprendizaje como proceso constructivo fundamentalmente individual, a una consideración de construcción social donde la interacción con los demás a través del lenguaje es muy importante. Considerando que las tradiciones culturales y las prácticas sociales son las que regulan, transforman y dan expresión a los procesos cognitivos (íbid).

En el área educativa cambia la concepción del profesor, que ejercía un papel más bien secundario desde la perspectiva psicogenética, al de mediador, facilitador del andamiaje para la superación del desarrollo cognitivo. Para Vigotsky el aprendizaje no sólo depende del nivel de desarrollo del individuo sino que también es capaz de impulsarlo.

Pone énfasis en el trabajo cooperativo y en la enseñanza recíproca entre pares, por lo que el alumno no sólo construye esquemas sino que reconstruye los saberes culturales en su relación con los demás. Al espacio entre lo que el alumno aprende por sí mismo y lo que aprende con ayuda de los otros es lo que denomina Zona de Desarrollo Próximo (ZDP). Para Vigotsky el aprendizaje implica interiorizar y apropiarse de representaciones y procesos.

Por otro lado existen trabajos (Coll, 2001, op cit) que, intentan acercar las posturas de estos distintos enfoques para lograr una teoría o más bien una postura integradora donde se perciba al individuo como un ente social que construye el conocimiento gracias a las capacidades mentales que posee, que dependen en cierta medida del nivel de desarrollo en el que se encuentra y de su interacción con la sociedad (como estructura reguladora) y con los demás. Por lo que las diferencias no plantean un problema, al contrario, enriquecen el pensamiento y generan nuevas explicaciones y aportaciones útiles a la Psicología educativa y a la Pedagogía.

Estas son algunas de las discrepancias básicas entre dos diferentes enfoques constructivistas, sin embargo como ya se mencionó antes, hay que rescatar el acento que colocan sobre la actividad constructiva del que aprende y asociarlo, en el plano de la educación, con la idea de que el aprendizaje escolar no es el acto de recibir y almacenar información sino un proceso de construcción en el que hay que tomar en cuenta las estructuras cognitivas que los alumnos ya poseen y que es acompañado y ayudado por la guía del profesor.

En síntesis, para Novak (1988) el constructivismo es un esfuerzo por integrar la psicología del aprendizaje humano y la epistemología de la construcción de conocimientos, poniendo énfasis en que tanto la psicología como la epistemología deben centrarse en el proceso de fabricación de significados que

supone la adquisición o la modificación de conocimientos y relaciones entre conceptos.

Aprendizaje significativo

Debido a que la propuesta de actividades que se sugiere en este trabajo pretende que los alumnos que participen de ellas puedan vincular experiencias de la vida cotidiana (prevención de accidentes y promoción de la seguridad personal) con temas científicos, detallaremos más profundamente la teoría de aprendizaje significativo, la cual hace hincapié en las ideas y experiencias de los alumnos buscando que puedan relacionarlas con los nuevos conocimientos que les aporte la escuela, para darles un significado propio, generalizable y útil.

Sobre esta teoría podemos decir, antes que nada, que no es una teoría que intente explicar cómo es que los seres humanos conocemos el mundo sino una postura educativa que intenta aplicar los principios básicos del constructivismo para lograr que el proceso de enseñanza-aprendizaje fomente en los alumnos la construcción de aprendizajes significativos y para dotar a los profesores de herramientas útiles que apoyen el proceso constructivo de sus alumnos.

Son dos las características relevantes de la obra de Ausubel, primero su carácter cognitivo, pues el conocimiento y las ideas previas de los alumnos son el punto medular de esta teoría, en sus palabras:

"Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, diría lo siguiente: el factor aislado más importante que influencia el aprendizaje es aquello que el aprendiz ya sabe. Averíguese esto y enséñese de acuerdo con ello" (Ausubel, 1976).

En segundo lugar, su carácter aplicado, centrándose en los problemas y tipos de aprendizaje que se plantean dentro del aula, lugar en que el lenguaje es el sistema básico para transmitir conocimientos.

La esencia del proceso de aprendizaje significativo reside en que ideas nuevas, expresadas simbólicamente, es decir por medio del lenguaje, son relacionadas con lo que el alumno ya sabe. Esta relación no es simple, debe cumplir ciertas características para que el resultado que arroje sea en verdad la construcción de significados. En primer lugar la información nueva no debe ser arbitraria, esto quiere decir que debe tener intencionalidad, para que exista una manera adecuada de relacionarla.

Por otro lado la relación entre lo que se aprende y lo que ya se sabe debe ser además sustancial, en otras palabras, los conceptos nuevos no permanecen en el alumno necesariamente de manera literal o al pie de la letra, sino que se relacionan con las estructuras cognoscitivas pertinentes, se comprende la esencia y se reproduce por medio de sinónimos. El significado que surge no depende del uso exclusivo de signos particulares, el mismo concepto puede expresarse de manera sinónima y seguir expresando el mismo significado (Ausubel, op cit).

Otra manera de decirlo, de la relación sustantiva y no arbitraria del material lógicamente significativo a la estructura cognitiva surge el significado psicológico. El proceso comienza con una expresión simbólica que no tiene (aún) significado para el alumno. Luego, ésta interactúa de manera sustancial y no arbitraria con ideas de una estructura cognoscitiva. Al final, como producto de esta interacción, se constituye el significado psicológico que construye el alumno,

a partir de la expresión simbólica, el cual será evocado en el futuro y dependerá por supuesto, de la idiosincrasia de cada persona.

En el caso específico de la enseñanza de la ciencia, la arbitrariedad de los contenidos y la poca sustanciabilidad que los profesores permiten han sido factores importantes que han convertido los contenidos científicos en aberraciones académicas que provocan miedo y flojera en los alumnos. Éstos no encuentran un referente con el cual vincular lo que se les enseña y aprenden que si no contestan de manera literal (como dice el libro o el maestro) su respuesta no será correcta, lo que se traduce en experiencias de fracaso que los desmotivan y los presionan inútilmente.

Los tipos de aprendizaje

Ausubel habla de cuatro tipos de aprendizaje, el aprendizaje por recepción, por descubrimiento, repetitivo y significativo. Estos cuatro tipos de aprendizaje están sujetos a dos dimensiones o clases de procesos, uno que se refiere al modo en que el alumno adquiere el conocimiento y el otro con respecto a la forma en que el conocimiento es subsecuentemente incorporado en las estructuras cognitivas.

El primer proceso es el que diferencia entre aprendizaje por recepción y por descubrimiento. Mientras que el segundo alude a los aprendizajes significativos por oposición a los repetitivos.

La interacción de estas dos dimensiones se traduce en cuatro situaciones de aprendizaje escolar:

- Recepción repetitiva
- Recepción significativa
- Descubrimiento repetitivo
- Descubrimiento significativo

Sin embargo las situaciones de aprendizaje no deben pensarse como elementos aislados sino como un continuo donde participan la acción docente, los planteamientos de la enseñanza (primera dimensión) y la actividad cognoscente y constructiva del alumno (segunda dimensión).

En el aprendizaje por recepción el alumno recibe los contenidos que debe aprender en su forma final; no necesita realizar ningún descubrimiento más allá de la comprensión y asimilación de los mismos de manera que pueda reproducirlos cuando lo necesite.

El aprendizaje por descubrimiento implica una tarea distinta, los contenidos que deben ser aprendidos no se proporcionan, el alumno debe descubrirlos. Este descubrimiento debe realizarse antes de poder asimilarlos; el alumno reordena el material y lo adapta a su estructura cognoscitiva previa hasta cubrir las relaciones, leyes o conceptos que posteriormente asimila.

En el aprendizaje significativo la información nueva se relaciona con estructuras ya existentes de manera sustancial, no literal y no arbitraria.

Por último el aprendizaje repetitivo se produce cuando los contenidos de la tarea son arbitrarios y cuando el alumno carece de los conocimientos necesarios para anclar los contenidos nuevos.

Ausubel (op cit) consideraba que no era posible ni deseable que se le exigiese al alumno inventar o descubrir todo lo que tiene que aprender del

currículo escolar y aunque no descarta este tipo de aprendizaje, apoya la idea de que lo más importante es la manera en que se procesa la información que se adquiere.

Para este autor, la principal fuente de conocimiento proviene del aprendizaje significativo por recepción, primero porque es a través del lenguaje como se ha construido el conocimiento a lo largo de la historia (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978) y segundo porque de esta manera se pueden integrar grandes cuerpos de conocimiento, pues el alumno es capaz de darles coherencia y significado. Sin embargo este tipo de aprendizaje no se da sino hasta etapas avanzadas del desarrollo cognitivo pues en la niñez temprana, los primeros conceptos que servirán para anclar otros son construidos primordialmente a través de la experiencia concreta y del descubrimiento. Siendo hasta la edad escolar que se hace posible la adquisición de conceptos a través del lenguaje, es decir sin referente concreto (Piaget e Inhelder, 1981), pues la mayoría de los niños ya posee un conjunto adecuado de conceptos que les permite la adquisición de otros nuevos (más abstractos) por asimilación, proceso predominante en niños mayores y en adultos.

Una vez que se han establecido las diferencias entre los distintos tipos de aprendizaje y la función de las dimensiones en las que se dan lugar, es menester hablar sobre el proceso de asimilación que tiene lugar durante el aprendizaje significativo.

Hay tres condiciones principales para que se dé el proceso:

- Los materiales que van a ser aprendidos deben ser potencialmente significativos es decir no arbitrarios, para que puedan ser relacionados con las ideas previas y asimilados en las estructuras cognitivas.
- La estructura debe poseer las ideas relevantes para que puedan relacionarse con los nuevos conocimientos.
- El alumno debe manifestar una actitud de disposición hacia el aprendizaje

"El resultado de la interacción que tiene lugar entre el nuevo material que va a ser aprendido y la estructura cognoscitiva existente es una asimilación entre viejos y nuevos significados para formar una estructura cognoscitiva más altamente diferenciada" (Ausubel, Novak y Hanesian, op cit, p. 67-68).

Este proceso de asimilación característico del aprendizaje significativo puede realizarse de tres maneras diferentes, mediante la subsunción o aprendizaje subordinado, mediante el aprendizaje supraordenado y el combinatorio o coordinado. La manera en que se asimile los nuevos conocimientos dependerá de la manera en que estén organizados los conocimientos previos dentro de las estructuras cognoscitivas. Así, el aprendizaje subordinado ocurre cuando las ideas nuevas son subsumidas a ideas previas de mayor nivel de abstracción e inclusividad (inclusores o subsumidores).

Existen dos tipos de aprendizaje subordinado, son la subsunción derivativa y la correlativa. En la primera, los nuevos conceptos sirven para ilustrar o ejemplificar los conceptos ya existentes, es decir que se pueden derivar fácilmente de los conceptos ya existentes. Mientras que en la subsunción correlativa los nuevos conocimientos son una extensión, elaboración o modificación de los previos. Esto

implica que los nuevos conocimientos no puedan ser derivados de los ya existentes.

En el aprendizaje supraordenado los conceptos que ya existen en la estructura del sujeto son de menor nivel de generalidad que los conceptos a aprender. La supraordenación se da cuando el sujeto integra conceptos ya aprendidos dentro de un nuevo concepto más amplio e inclusivo.

En el aprendizaje combinatorio o coordinado los nuevos conceptos no pueden relacionarse ni subordinada ni supraordenadamente con las ideas previas, pues ambos son del mismo nivel de inclusión. En este caso los nuevos conceptos se relacionan de una manera general con la estructura cognitiva, lo cual dificulta el aprendizaje y la recuperación posterior.

Para Ausubel el principal proceso de asimilación para llegar al aprendizaje significativo es la subsunción. Sin embargo, cabe resaltar que en todos los procesos del aprendizaje significativo, la interacción que se da entre los conceptos previos y los nuevos siempre resulta en la transformación y modificación tanto de las ideas aprendidas como de las ya existentes.

Estas transformaciones y modificaciones son: la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora.

Durante el aprendizaje por subsunción, los conceptos inclusores se modifican y se desarrollan, haciéndose cada vez más diferenciados. A eso se le llama diferenciación progresiva, que produce una estructura cognitiva organizada jerárquicamente, en la cual conceptos y proposiciones más generales ocupan la cúspide de la estructura y abarcan progresivamente, proposiciones y conceptos menos inclusivos, así como datos y ejemplos específicos. En este proceso también se aumenta la densidad de las ideas relevantes en las que pueden anclarse otros conceptos. Es justamente este proceso el que marca la superioridad del aprendizaje subordinado sobre el supraordenado y el combinatorio.

Por su parte, la reconciliación integradora se refiere a que en el curso del aprendizaje supraordenado y coordinado, a medida que nuevas informaciones son adquiridas, elementos ya existentes pueden ser percibidos como relacionados, ser reorganizados y adquirir nuevos significados.

Cuando un individuo ya posee madurez intelectual suficiente para comprender conceptos y proposiciones presentadas verbalmente, (en la ausencia de ilustraciones concretas) pero no dispone aún de los subsumidores necesarios para el aprendizaje significativo, se torna necesario el empleo de organizadores previos que proporcionan un puente entre lo que el sujeto ya conoce y lo que necesita conocer para asimilar significativamente los nuevos conocimientos.

Según Ausubel (1978; Ausubel, Novak y Hanesian, op cit) los organizadores previos son un material introductorio de mayor nivel de abstracción, generalidad e inclusividad que el nuevo material a aprender. Con ellos se trata de proporcionar un puente entre lo que el alumno ya conoce y lo que se pretende que aprenda. Su función es proporcionar el andamiaje para la retención e incorporación estable del material más detallado y diferenciado que se pretende enseñar.

Los organizadores pueden ser de dos tipos, dependiendo de los conocimientos previos del alumno:

- Los organizadores expositivos, que se utilizan cuando el alumno no posee o posee muy pocos conocimientos sobre el tema. Cuya función es proporcionar los inclusores necesarios para integrar el conocimiento nuevo.
- Los organizadores comparativos, que se utilizan cuando el alumno ya está familiarizado con el tema. Su función es proporcionar el soporte conceptual y facilitar la discriminación entre las ideas nuevas y las ya aprendidas, señalando las coincidencias y las discrepancias entre ellas.

Para Ausubel y sus colaboradores (Ausubel, Novak y Hanesian, op cit) es necesario, que el profesor utilice los organizadores previos así como todos los procesos que se han revisado para asegurar que sus alumnos logren aprendizajes significativos.

Con esta idea en mente, se han desarrollado metodologías educativas que han traído grandes cambios a la enseñanza en todos sus niveles es decir, en los planes de estudio y en la manera de concebir la función del profesor y el papel del alumno. Sin embargo, para enseñar algunos contenidos, como los científicos, se ha encontrado que el modelo de aprendizaje significativo no siempre funciona, lo que ha dado pie a retomar los principios básicos de la teoría de Ausubel en la creación de propuestas educativas especializadas, una de ellas es la del cambio conceptual.

Concepciones alternativas. El cambio conceptual

Driver (1986) entre otros, ha criticado los modelos de *transmisión-recepción* en la enseñanza, entre ellos la propuesta de aprendizaje significativo por recepción de Ausubel, pues ha constatado que en el caso de las ciencias, a pesar de las exposiciones claras y reiteradas sobre los conocimientos científicos, existen problemas asociados a la persistencia de errores conceptuales o concepciones alternativas, que dichos modelos no son capaces de resolver.

Esto quizás se deba a que se ha ignorado el hecho de que el conocimiento científico va cambiando a través del tiempo, dependiendo de las características sociales de la época y se sigue enseñando ciencias sin promover situaciones educativas que fomenten en nuestros alumnos el mismo proceso dinámico que los lleve a progresar desde explicaciones intuitivas e ingenuas (concepciones alternativas) de la realidad hacia estructuras de pensamiento más complejas.

Las concepciones alternativas, no son otra cosa que las ideas previas de los alumnos, mismas que les son útiles para predecir e interpretar los fenómenos de su vida cotidiana y para solucionar los problemas a los que ésta los enfrenta.

Desde finales de los años 70 la pedagogía y la psicología cognitiva se han encargado de investigar acerca de las ideas infantiles y han legitimado la existencia de las concepciones alternativas, concluyendo que son esquemas que constituyen representaciones de la realidad que están presentes desde antes de la instrucción formal (Fumagalli, 1997); pero que actúan como sistemas de interpretación y de lectura desde los cuales los niños otorgan significado a las situaciones de aprendizaje escolar (Coll, 1987).

Para hablar de las características de los conocimientos previos, diremos que Driver (1986) apunta que tienen coherencia interna y son comunes a estudiantes de diversas edades, géneros y culturas similares.

Con respecto a su origen, según Pozo (1991) (cit. en Niedo y Macedo, op cit) las concepciones alternativas pueden surgir ya sea por influencia de los sentidos, del medio social o por la enseñanza formal.

Las ideas de origen sensorial o espontáneas nacen a partir de lo que se observa y de las inferencias causales que el sujeto hace sobre de sus observaciones. Estas concepciones son el resultado del uso del pensamiento causal simple y responden a la necesidad de dar sentido a los sucesos cotidianos.

Las concepciones de origen sociocultural surgen por la influencia del medio y son inducidas fundamentalmente a través del lenguaje.

Finalmente, las ideas o concepciones analógicas son las que se desarrollan en los niños en su afán por explicarse los nuevos conocimientos que le ha ofrecido la escuela.

Para Harlen (1998, op cit) las ideas surgen dependiendo de su utilidad para explicar las experiencias nuevas. Si las ideas sirven al sujeto se convierten en predicciones que después deben someterse a prueba; si se cumplen, entonces la idea permanece sin cambios y se refuerza con la ampliación de su ámbito de aplicación. Si la idea no funciona entonces pueden hacerse modificaciones para conseguir que sirva o comenzar de nuevo y relacionar la experiencia nueva con otras ideas, pero no se desechan las que no sirvieron sino que se limita su aplicabilidad.

Las investigaciones sobre las ideas alternativas han dado lugar a otra visión del aprendizaje que Resnik, 1989 (cit. en Niedo y Macedo, op cit) ha denominado visión constructivista, haciendo hincapié en el que aprende, y que es la que ha dominado la enseñanza de las ciencias desde los años 70.

Driver (op cit) resume las características fundamentales de esta visión de la siguiente forma:

- Es importante lo que existe en la mente (en cuanto a conocimientos previos) de las personas que aprenden.
- Encontrar sentido a lo que se aprende supone establecer relaciones. Se recuerdan mejor los conocimientos muy estructurados e interrelacionados.
- El razonamiento está asociado a cuerpos particulares de razonamiento general. Los afectos influyen en los avances cognitivos.
- Quienes aprenden construyen activamente significados. Se interpreta la realidad con las estructuras conceptuales que se tienen, sometiéndolas a hipótesis y comprobaciones sensoriales. Si no se aprende se intentan nuevas construcciones o se abandona la interpretación de la situación por carente de sentido. A veces se producen reestructuraciones profundas de los conocimientos para dar sentido a las situaciones, pero este proceso de cambio de estructuras conceptuales es muy complejo.
- Los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje.

Por estas razones, el partir de los conocimientos de los alumnos para poder enseñar conceptos nuevos es un requisito indispensable; se trata de acercar sus ideas a los conocimientos científicos que se pretenden enseñar. Sin embargo, parecería que cambiar las teorías de los niños supone sustituirlas por unas "mejores" o más cercanas a las de los científicos, lo que en el nivel primario es casi imposible, pues los niños tienen en esa etapa todavía algunas limitaciones para

significar tales conocimientos. Incluso el departamento de didáctica de las ciencias naturales del Instituto de Estudios Políticos y Sociales de Madrid, menciona en su libro "Las ideas de los alumnos en la enseñanza de la ciencia" (1988) que aún en los casos en que los alumnos logran pasar los exámenes se puede comprobar que, en demasiadas ocasiones, el aprendizaje no ha ido más allá de una memorización vacía de comprensión real.

Según Fumagalli (op cit) "en la escuela primaria se hace una aproximación a una ciencia escolar que dista mucho de la ciencia de los científicos y coincide con Hilda Weissmann al sostener que en edades tempranas no se dan cambios conceptuales (en el sentido de que se modifiquen totalmente) sino que, en la mayoría de los casos, se amplían, se enriquecen y a lo sumo se relativizan las teorías espontáneas de los niños".

A este respecto, Osborne y colaboradores (1983) (cit. en las ideas de los alumnos 1988) resumen las diferencias entre el modo que los científicos se enfrentan a la realidad y la manera en que lo hacen los preadolescentes:

1. *El carácter abstracto del conocimiento científico* plantea dificultades a los niños, pues ellos tienden a razonar de manera concreta y mediatizada por sus percepciones e interpretan los fenómenos de modo antropocéntrico y con relación a los valores y creencias de su grupo.
2. *La coherencia teórica de las explicaciones científicas* resulta ajena a los niños que tienen interés por aspectos parciales de las situaciones. En otras palabras, no buscarán teorías generales, si una explicación resulta válida para ciertos fenómenos y no para otros, buscarán más explicaciones aunque los eventos estén relacionados entre sí.
3. *El uso de un lenguaje formalizado por la ciencia* a diferencia del empleo de conceptos científicos basado en el contexto social, donde una misma palabra tiene distintos significados que suelen no coincidir con el científico en el caso de que el término se utilice también en la ciencia.

La idea de tomar en cuenta las concepciones que los niños tienen sobre su realidad ha originado una amplia investigación didáctica que busca facilitar lo que se ha llamado el cambio conceptual, donde más que forzar el aprendizaje de la interpretación científica, se trata de mostrar a los alumnos otro punto de vista (el científico) que explica los fenómenos de modo más general que sus interpretaciones personales.

Todos los modelos implicados en el cambio conceptual, tienen en común que toman como punto de partida las ideas de los alumnos e intentan crearles conflictos cognitivos para que puedan asimilar las nuevas ideas científicas y han supuesto un gran avance en el campo de la enseñanza de la ciencia. (Nieda y Macedo, op. cit.; Las ideas de los alumnos en la enseñanza de la ciencia, op. cit.)

Otra coincidencia en el tratamiento del cambio conceptual es que (como apuntaron Fumagalli y Weissmann (op cit)) éste no se produce de modo revolucionario o instantáneo, sino que la acomodación de nuevas concepciones es un proceso de ajustes que "requiere muchos rodeos, muchos intentos falsos, errores y cambios de dirección frecuentes" (Posner y col., 1982; cit. en las ideas de los alumnos en la enseñanza de la ciencia, op cit).

Por otro lado, aun cuando se ha visto que el modelo de cambio conceptual es, en algunos casos, más eficaz que el tradicional para enseñar ciencias, se ha constatado que en ocasiones las concepciones alternativas reaparecen.

Gilbert y colaboradores, 1982 (íbid) han descrito cinco patrones de la interacción de las representaciones de los alumnos con las enseñanzas del profesor:

- *La concepción del alumno permanece inalterada*, esto sucede cuando el alumno mantiene sus representaciones, incorporando únicamente algunos términos científicos que utiliza correctamente.
- *La doble perspectiva: la concepción original permanece pero adquiere una segunda independiente de la primera*, en este caso el alumno acepta lo que dice el profesor sin relacionarlo con su experiencia cotidiana. Utiliza este conocimiento sólo en el contexto científico (escolar), es decir que sólo lo emplea para contestar exámenes. En su vida cotidiana sigue utilizando sus propias interpretaciones.
- *Refuerzo de la concepción del alumno que interpreta erróneamente la instrucción*, emplea erróneamente lo que explica el profesor para reforzar sus representaciones iniciales.
- *Amalgama de concepciones*, las ideas científicas son comprendidas pero sólo se captan partes, como resultado surge una mezcla entre las ideas científicas y las personales.
- *Unificación de ambas concepciones que resulta en una visión científicamente correcta*, surge una explicación de los fenómenos que coincide con la de los científicos.

Por estas razones, se ha empezado a considerar que la construcción de conocimientos no sólo implica un cambio conceptual, sino que son necesarios también cambios epistemológicos y metodológicos (Gil y Carrascosa, 1985; Durchl y Gitomer, 1991 cit. en Níeda y Macedo, op cit). En palabras de Pozo (1991, íbid) es necesario que los niños superen el pensamiento causal cotidiano y aborden los problemas con procedimientos científicos más rigurosos.

Harlen (op cit) concluye que no basta con mostrar a los niños postulados que estén en conflicto con sus ideas y esperar a que esto produzca la transformación. Los niños no sólo tienen que ver con sus propios ojos que existe un conflicto, sino elaborar, también por sí mismos, una explicación alternativa que sea más eficaz y lleve a una predicción que se ajuste a la evidencia.

La transformación o no de las ideas de los niños como resultado de comprobar si lo que predican se cumple o no depende de otras cosas, además de lo que en realidad suceda; depende también del modo en que razonen sobre ello, de la naturaleza de su propia idea y de su disposición a cambiar su idea por una científicamente sustentada.

A partir de lo dicho hasta aquí, Harlen (íbid) deduce que dentro de los objetivos de la enseñanza de las ciencias deben incluirse los siguientes:

- Ayudar a que los niños hagan concientes sus propias ideas y tengan acceso a las de los demás para compararlas con ellas.
- Ayudar a los niños a aplicar ideas (suyas y de otros) a un problema o situación y a comprobar su utilidad en los casos particulares.

- Ayudar a los niños a reflexionar críticamente sobre cómo han de ser empleadas y comprobadas las ideas y a buscar formas más eficaces de realizar esas tareas.

Para lograr estas metas es conveniente evitar ciertas situaciones y tratar de promover otras:

Entre las situaciones que se sugiere evitar están:

- Ignorar las ideas propias de los niños o suponer que no las tienen respecto a un problema o experiencia nuevos.
- Introducir prejuicios sin dar ocasión a que los niños traten de comprobarlos y compararlos con sus propias ideas.
- Esperar que los niños acepten en plena utilidad de las ideas introducidas para explicar una discutida experiencia de clase que carece de paralelismos claros con la experiencia de la vida diaria.
- Aceptar juicios de los niños acerca de si las ideas son o no acertadas sin pedir explicaciones de su razonamiento ni pruebas de que han utilizado la evidencia.
- Confinar a los niños a la ejecución de tareas tan restringidas que no tengan posibilidad de discutir ni de compartir sus pensamientos con los demás.

Entre las situaciones a promover:

- Dar oportunidad para que los niños investiguen problemas y hechos a partir de los que puedan desarrollarse ideas útiles.
- Dar oportunidad para que los niños piensen explicaciones o soluciones alternativas y las comprueben.
- Introducir prejuicios de manera que sean tomados como ideas alternativas que conviene considerar y no como respuestas correctas.
- Dar oportunidad para que los niños compartan en grupo una tarea o problema, siendo ellos los responsables de las ideas y de las formas de comprobarlas.
- Invitar a los niños a que expliquen el pensamiento que los lleva a una solución o idea, poniendo de manifiesto cómo se les ocurrió, cómo hicieron su predicción y cómo la comprobaron.
- Aceptar las ideas y explicaciones de los niños que concuerden con su limitada experiencia y formas de procesar la evidencia, aunque requieran un posterior refinamiento a la luz de experiencias y conocimientos más extensos.

El cambio conceptual y los modelos de instrucción

Se han elaborado diferentes modelos de instrucción que parten de las representaciones de los alumnos, cuyo esquema general según el libro del Instituto de Estudios Políticos y Sociales de Madrid puede resumirse en tres fases sucesivas:

- *Exploración de las representaciones de los alumnos*, cuyo objetivo es hacer emerger las ideas que los niños tienen sobre los temas a tratar para que tomen conciencia de sus creencias y para dar un esquema al profesor

de por dónde debe abordarlos. Para ello se requiere un clima de respeto y de libre expresión sin juicios valorativos.

- *Confrontación de las ideas*, pretende contrastar las diversas ideas que se expongan para evidenciar la validez y los límites de cada una. Es necesario que también queden expuestas las ideas científicas en este punto.

En algunos modelos es en este nivel que las experiencias discrepantes pueden presentarse. Otros prefieren la discusión y el debate, poner en práctica las ideas que se hayan expuesto y crear la necesidad de una interpretación más completa y coherente (la científica).

- *Acomodación y aplicación de nuevas ideas*, se trata de proveer de oportunidades para aplicar las nuevas representaciones a situaciones tanto nuevas como conocidas, para explorar su mayor capacidad explicativa, así como la comprensión de los alumnos. Esto deberá conducir a la acomodación de las nuevas ideas en la mente de los sujetos.

No debe olvidarse que los cambios conceptuales no son rápidos ni revolucionarios en todos los casos, por lo que cabría esperar que algunos alumnos vuelvan a sus marcos de referencia originales.

En conclusión la teoría de cambio conceptual es una de las herramientas metodológicas que ha producido grandes cambios y avances en lo que a la enseñanza de las ciencias se refiere. Aplicando los principios del constructivismo no sólo para promover aprendizajes verdaderos en los alumnos sino para ofrecerles una imagen distinta de la ciencia dejando claro que no se trata únicamente de sustituir las teorías personales por las científicas sino de la necesidad de una coexistencia entre ambas. El reto es que los niños estén concientes de que sus teorías y las científicas requieren de análisis distintos, tienen alcances diferentes y que su aplicabilidad depende del contexto, para que puedan integrarlas en un todo explicativo más efectivo.

Otra aproximación pedagógica que se ha aplicado en el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias es la cognición situada, en la cual convergen diferentes aproximaciones teóricas como la psicología social y cultural, el constructivismo sociocultural de Vigotsky, la sociología, la antropología, etc., hace hincapié en el contexto social como elemento indispensable para que los sujetos den significado práctico a los conocimientos nuevos.

A continuación se revisan algunos de los conceptos sobre los que descansa la perspectiva de cognición situada para finalmente señalar los principios instruccionales que, según algunos autores, se derivan de esta perspectiva.

Cognición situada

Debido a que desde la perspectiva de la cognición situada, los procesos sociales de significación y construcción del aprendizaje son muy importantes, antes de exponer los principios educativos de esta teoría se discutirán algunos de los supuestos que plantea Jay Lemke con respecto a la enseñanza de la ciencia, que aunque no pertenecen a la teoría de cognición situada, coinciden con ésta en el hecho de concebir el aprendizaje como algo más que un proceso mental.

Semiótica social

Los trabajos de Jay Lemke (1997) sobre la enseñanza de las ciencias realizados a finales de los años setenta intentaban probar que existían teorías distintas a la psicología cognitiva tradicional para explicar qué es lo que los profesores deben conseguir que hagan sus alumnos para que aprendan a razonar y actuar científicamente.

Estableció como objetivo de la educación científica, el aprendizaje y el uso de determinadas formas de dar significados a los fenómenos naturales y tecnológicos y sugirió abordar significativamente los diferentes tipos de modelos de acción de los científicos para lograrlo.

Aunque, como ya se mencionó, las aportaciones de Lemke no pertenecen propiamente a la teoría de cognición situada ofrecen una alternativa de enseñanza que coincide con ésta, haciendo hincapié en el contexto social donde se llevan a cabo las actividades de aprendizaje, pero principalmente considerando la construcción de significados como el núcleo de la enseñanza.

Este autor apoya la idea de que la ciencia es una actividad fundamentalmente social y que la manera de enseñarla debe ser a partir de la elaboración conjunta de significados, entre profesores y alumnos, dedicándose ambos a la interpretación y al quehacer científicos.

En sus trabajos realizados a finales de los años setenta y publicados en 1997 bajo el título de *Talking Science* propuso una perspectiva que le permitió analizar la naturaleza, el alcance y las diferencias de la participación de los profesores en la elaboración de significados frente a la participación de los alumnos, a la que denominó semiótica social.

En términos generales, la semiótica es el estudio de todos los sistemas de símbolos y signos y de cómo éstos se emplean para comunicar significados. Para Lemke (1997) la semiótica se interesa por el estudio sistemático de los sistemas de significados por sí mismos.

"Contempla todo objeto y toda acción como un signo, poseedor de significado que trasciende sus propiedades como objeto o proceso material, un significado para algún sistema, que interpreta el signo como poseedor de este significado adicional." (Lemke, 2002, p. 163)

De esta definición deriva la idea de la semiótica social, la cual:

"contempla estas prácticas y estas actividades de elaboración de significado como un proceso social, como algo que aprendemos a hacer como miembros de comunidades y que tendemos a hacer de una forma característica que estructura nuestras comunidades tanto o más que a nuestra propia individualidad" (ibid).

Lemke, se interroga sobre cómo la gente elabora y utiliza signos para contribuir a la vida de una comunidad. Se interesa por todo lo que la gente hace y lo que es socialmente significativo en un grupo. Intenta responder a cuestiones como ¿de qué manera la realización de cualquier acción socialmente significativa crea sentido en los miembros de una comunidad? ¿cómo la interpretan los miembros de esa comunidad? ¿de qué partes se compone y cómo se relacionan entre sí? ¿de qué manera la gente elabora un significado

particular? ¿cómo éste se incorpora en una acción particular? etc (Lemke, 1997, op cit).

Algunos de los principios generales que según este autor (íbid) conforman la semiótica social, pueden resumirse de la siguiente manera:

La semiótica social afirma que **los significados son elaborados**. El significado no es parte de la naturaleza de las cosas, sino que la gente lo elabora, lo construye de acuerdo a una serie de convenciones que dependen de las circunstancias y de la experiencia previa del sujeto, por lo que para una misma cosa pueden existir varios significados. (este principio coincide con la propuesta de Ausubel (1976, op cit) cuando habla de significado lógico y psicológico, siendo este último el que el individuo atribuye a los eventos.)

Las discrepancias entre dichos significados dependerán del modo de elaborarlos, para ello cada comunidad posee sus propias prácticas semióticas. Éstas son las acciones (discursos, gestos, dibujos, etc.) que tienen sentido dentro de su grupo y la manera en que los individuos les damos sentido a dichas acciones es insertándolas dentro de un contexto particular. La más importante de todas las prácticas semióticas es la práctica contextualizadora.

La semiótica social identifica y nombra tres clases de contextos:

- El contexto *sintagmático*, que se conforma por las unidades globales en las cuales cualquier acción (cosa, evento o palabra) puede ser colocada.
- El contexto *paradigmático*, que se refiere a las palabras o acciones que pudieron haber tomado el lugar de otras que ocurrieron verdaderamente en un determinado contexto sintagmático.

Lo que interesa es el significado de lo que pudo haber sido ¿cómo podríamos expresar un significado distinto de algo si una palabra de las que se utilizaron hubiera sido otra?

- El contexto *indexical*, que es el contexto social asociado con las acciones dentro de una comunidad determinada. En otras palabras, el significado de una acción depende de quien la ejecute y del contexto social en que se de la acción.

Lo que importa en la contextualización indexical son los patrones de acción, las relaciones sistemáticas de las acciones y la clase de contexto.

Otro principio de la semiótica social es que las cosas no son importantes en sí mismas. **Un objeto es siempre analizado como una construcción social**, como un producto de prácticas / procesos sociales que lo hacen ser significativo en una comunidad. La comunidad enriquece los objetos (incluso a las personas) con significados y cada cosa que se haga con ese objeto estará regida por los significados que la comunidad le haya atribuido.

Contrario a esto, la psicología cognitiva tradicional parte de la idea de que todas las mentes trabajan de la misma manera e intenta construir un modelo universal de todo el pensamiento humano que desvincula los procesos cognitivos de los procesos sociales al considerar que ocurren dentro de una mente aislada que adquiere el conocimiento. Para la ciencia cognitiva el pensamiento es entendido como algo abstracto e independiente de la situación en que se adquiere. Sin embargo para la semiótica social, para los modelos de la teoría de la cognición situada, para los de la teoría de actividad neovigotskyana y para la

psicología cultural en general, **no existe ningún fenómeno que pueda desvincularse de las prácticas de producción de significados** pues incluso el pensamiento se construye a partir del lenguaje y de otros recursos semánticos donde se plasman las prácticas de producción de una comunidad. Partiendo de los principios de estas teorías, Lemke concluye que el pensamiento es

"un tipo de acción material conducida no sólo por el cerebro humano, sino que en él interviene el cuerpo en su conjunto, que hace uso constante de herramientas y artefactos materiales del entorno y emplea sus propias acciones y sus propios resultados mediante sistemas de signos significativos aprendidos socialmente y culturalmente específicos, como el lenguaje..." (Lemke, 2002, op cit, p. 161).

Esto no quiere decir que se ignoren las diferencias individuales pues la mayoría de las acciones significativas son únicas pero, como ya explicamos, se realizan conforme a patrones sociales amplios e identificables. La semiótica social estudia y reconoce esos patrones y analiza la conducta individual en relación a ellos.

Atender a las diferencias de los individuos dentro de un contexto social bien delimitado ofrece la posibilidad a los profesores de encontrar mejores maneras de acercar la ciencia a sus alumnos de manera que les sean significativas y les encuentren aplicabilidad. El objetivo no es que comprendan los conceptos científicos en términos cognitivos tradicionales sino que adquieran herramientas y prácticas culturales, que les permitan aprender a participar en las diversas formas de la actividad humana tan específicas y tan especializadas como podría serla la ciencia (ibid).

Los modelos de la teoría de la cognición situada se acercan a esta manera de concebir el aprendizaje, pues más que un simple concepto es una perspectiva teórica donde se interrelacionan teorías sociológicas, cognitivas, lingüísticas, de aprendizaje, etc, (Lave, 1998) cuyas implicaciones pedagógicas coinciden en plantear que los conocimientos y las habilidades deben enseñarse dentro de un contexto práctico, es decir enseñar de manera que las personas se den cuenta de qué forma el conocimiento les será de utilidad en su vida cotidiana. En este sentido coincide con el principio de la semiótica social donde queda explícita la necesidad de insertar las acciones de los sujetos dentro de contextos particulares que les permitan significarlas.

Dentro de las teorías que convergen en la perspectiva educativa de la cognición situada están también los supuestos del construccionismo social, por lo que la responsabilidad del aprendizaje en los alumnos, a los que se les plantea la necesidad de asumir el control de su propio proceso constructivo, es un elemento constitutivo de este enfoque. No obstante esta responsabilidad no es individual sino compartida con los miembros del grupo social al que pertenecen y se apoya en el hecho de que se aprende del y con el contexto en el que se está inmerso, por lo que sugiere que la escuela debe proporcionar contextos significativos en los que los estudiantes puedan poner en práctica los conocimientos que vayan adquiriendo. (Este rasgo se retomará más adelante al hablar de educación informal).

Para Brown, Collins y Duguid (1989) los principios instruccionales que se derivan de esta teoría son:

- *Modelamiento y explicación:* Mediante este principio se muestra a los alumnos como se desarrolla un proceso, las partes que lo conforman y las razones de porqué ocurre de esa manera.
- *Coucheo y retroalimentación:* Observar a los estudiantes en la medida que van realizando una actividad y apoyarlos proporcionando claves, para que los alumnos visualicen sus errores y los corrijan sobre la marcha. Lo más importante de este principio son la ayuda personalizada, las claves apropiadas y la retroalimentación. El trabajo con pares es útil en este punto.
- *Andamiaje y desvanecimiento:* Este principio plantea que hay que apoyar a los estudiantes ejecutando las tareas que no puedan hacer solos y gradualmente reducir esta ayuda hasta que lo logren por sí mismos.
- *Articulación y reflexión:* Este principio es parecido al proceso de cambio conceptual. Se pretende dar la oportunidad a los alumnos de que hagan explícito su conocimiento tácito, de que analicen su ejecución en la solución de un tarea, de que hablen de sus estrategias para resolver problemas; todo ello con el fin de ayudarlos a que desarrollen modelos mentales más complejos y apropiados, en otras palabras, para ayudarlos a convertirse en expertos.

En síntesis, las tres perspectivas educativas que revisamos están muy relacionadas entre sí, en ellas se retoma en mayor o menor medida la importancia de construir significados que permitan comprender lo que la escuela pretende enseñar, de manera que los contenidos escolares les sean útiles a los niños y permanezcan en ellos.

En general el modelo constructivista y las derivaciones pedagógicas que han surgido de él han tenido influencia sobre la educación y han propiciado cambios importantes (por lo menos a nivel curricular) en la enseñanza formal en general, han obligado a respetar y a valerse del conocimiento que se ha generado sobre las diferentes etapas del desarrollo, para adecuar los contenidos escolares a las características de los niños. También han ayudado a tomar en cuenta las ideas de los alumnos para llevarlos a construir aprendizajes significativos; a modificar las técnicas de enseñanza, entendiendo al profesor más como facilitador del conocimiento que como "transmisor" y a transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje en un proceso activo y más flexible de lo que era antes. Es por ello diversos autores defienden la perspectiva constructivista como la vía óptima para enseñar ciencias.

¿Por qué basarse en el constructivismo para enseñar ciencias?

Según Pozo (2000, op cit) existen varias razones para adoptar el modelo constructivista como eje para mejorar la enseñanza de las ciencias.

Es un hecho que el conocimiento científico no es absoluto ni estático sino un proceso de elaboración de modelos explicativos que está delimitado por la sociedad.

Si la ciencia se va construyendo en la medida en que se elaboran y prueban modelos para explicar la realidad, entonces aprender ciencias excluye

forzosamente la adquisición de saberes absolutos y verdaderos, como hasta ahora se ha venido planteando. En palabras de Lemke (2002, p. 162):

"aprender ciencias no es conocer lo que la última generación de científicos pensaba del mundo: es descubrir cómo reelabora nuestra idea del mundo cada nueva generación de científicos. En última instancia, es aprender a tener cierto grado de participación en este proceso de invención y descubrimiento."

Por otro lado, no existe evidencia que demuestre que los seres humanos (niños o adultos) estemos dotados para reproducir lo que aprendemos de manera literal, al contrario Ausubel (1976, op cit) menciona que la dotación cognoscitiva humana no puede manejar muy eficientemente la información relacionada con ella de manera literal. Sólo las tareas de aprendizaje relativamente cortas pueden ser internalizadas de este modo y únicamente pueden retenerse por períodos breves, además de que son vulnerables a la interferencia de otros materiales.

Sin embargo, autores como Piaget, Vigotsky, Delval, Ausubel, etc. han hablado sobre las capacidades (pensamiento, lenguaje, memoria) de las personas para interpretar y construir su propio conocimiento a partir de la realidad en las que están inmersas.

Si no hay prueba de que los niños puedan repetir al pie de la letra lo que el profesor dice y si existe evidencia de que pueden integrar cuerpos de conocimiento mediante la construcción de significados propios, ¿por qué insistir en aglomerar una serie de materias inconexas pretendiendo enseñarles conceptos que no alcanzan a comprender? ¿por qué obligarlos a recordar datos de los que los estudiantes no pueden obtener ningún provecho? ¿por qué debilitar su verdadera capacidad para comprender, razonar y criticar objetivamente obligándolos a memorizar?

Pozo (2000) considera que las dificultades que enfrentan los maestros de ciencias en el aula no se deben a la aplicación de metodologías nuevas o a planteamientos curriculares constructivistas, al contrario, son consecuencia del mantenimiento del enfoque tradicional en la educación científica.

El constructivismo ha quedado reducido únicamente a los preconceptos y procedimientos sin modificar verdaderamente el currículo, que hasta ahora sigue obedeciendo a una estructura disciplinar, sin tomar en cuenta que la sociedad sí ha sufrido cambios. Este hecho plantea un desajuste entre lo que se enseña y lo que necesita ser enseñado, según (Pozo, op cit) para superar esta incongruencia se requiere adoptar una nueva cultura educativa, con metodologías y metas nuevas, que se vinculen de alguna manera al constructivismo.

Si se pretende lograr un cambio en la cultura educativa y adaptarla a la evolución continua y rápida de la sociedad, es necesario suprimir la rigidez que caracteriza los planes de estudio e intentar una verdadera reforma educativa que incluya programas de actualización docente, un cambio de estructura, de planes, de métodos y de procedimientos de enseñanza; pues hasta ahora aunque se han dado cambios en los planes y programas de estudio, no ha habido suficiente interés en la formación y actualización docente, por lo que los cambios del currículo formal de la educación han sido insuficientes.

Por otro lado debe tomarse en cuenta que este cambio sólo puede lograrse si se inicia en pequeña escala y no introduciendo reformas de carácter

general en todas las escuelas como generalmente se pretende en los países latinoamericanos (Cernuschi, 1965).

En conclusión, la enseñanza de las ciencias desde el constructivismo ofrece la posibilidad de que los niños desarrollen las habilidades necesarias para acceder a los productos culturales, disfrutar de ellos y renovarlos, pues no necesitan que la escuela les dé mas información de la que reciben fuera de ella, sino que los dote de la capacidad de organizarla, interpretarla y darle sentido. En otras palabras, Pérez Cavan (1997) y Pozo, Postigo y Gómez Crespo (1995) (ambos cit. en Pozo 2000), consideran que el currículo de ciencias debe ser una de las vías a través de las cuales los alumnos puedan aprender a aprender, adquiriendo estrategias y capacidades que les permitan transformar, reelaborar y en suma reconstruir los conocimientos que reciben.

lo cual puede lograrse mediante la enseñanza y el aprendizaje constructivos.

Los beneficios que aporta el constructivismo en el proceso de enseñanza-aprendizaje están claros sin embargo, el paso del tiempo ha dejado ver que no basta con modificar los planes de estudios ni con hablar de los resultados que ofrece un cambio de actitud de los docentes. Es necesario trabajar sobre una metodología propia del constructivismo que permita hacer realidad los cambios que requiere la cultura educativa, con todo lo que ello implica: modificación de planes, actualización y capacitación docente, etc.

Dentro del aprendizaje constructivo, el juego está pensado como una actitud, como una postura constante del docente que revalora lo lúdico en el vínculo con sus alumnos. Medina y Vega (1993), consideran el juego como el método más propio para concretarse en el medio educativo constructivista, pues es precisamente a través del juego con los alumnos que los requisitos necesarios para lograr un aprendizaje constructivo quedan cubiertos. Por nombrar algunos: la aceptación del error constructivo, la actividad y participación de los alumnos para la elaboración y confrontación de hipótesis y el clima de alegría y libertad responsable.

En el siguiente capítulo se ofrece un panorama general sobre los componentes del juego y se lo vincula como posible vía o método para el logro de aprendizajes constructivos.

III. EL JUEGO COMO UN MÉTODO EDUCATIVO

Es difícil hacer una definición de juego, pues debido a los múltiples componentes que lo conforman, se requeriría un análisis desde diversas perspectivas; para fines prácticos no se intenta aquí proponer una definición sino mostrar el impacto que el juego tiene sobre el desarrollo y la vida del niño, para después rescatar algunos de los elementos que posee con importante potencialidad educativa desde el punto de vista constructivista.

Numerosos estudios biológicos y etológicos consideran que el juego constituye un pre-ejercicio de comportamiento para la supervivencia del individuo y de la especie, es decir, que cumple una finalidad adaptativa. El juego es una de las primeras experiencias que tenemos con el medio social; a través de él adquirimos habilidad para relacionarnos con los demás, nos apropiamos de la cultura y aprendemos a realizar actividades necesarias para la supervivencia, como comer o dormir. En otras palabras, cuando pequeños, aprendemos a vivir jugando.

Para Catherine Garvey (cit. en Tejerina, 1996) el juego es un tipo particular de comportamiento al que define como comportamiento simulativo, que se parece al "serio" pero que a diferencia de éste, se realiza fuera de contexto y no termina en su final típico (no es lo mismo hacer un pastel que jugar a hacerlo). En otras palabras, aunque las actividades lúdicas pueden ser idénticas a otras serias, son la situación y el objetivo, los que permiten la conversión de unas en otras.

Al respecto, la opinión de Vigotsky (cit. en Tejerina, op cit) es parecida: para él la característica que permite distinguir la actividad lúdica de la seria, es la creación de una situación imaginaria. El componente "como si" es para él la esencia del juego.

Garvey (op cit) considera como características esenciales del juego el hecho de que implica una participación activa y que guarda ciertas conexiones sistemáticas con lo que no es juego; es placentero, divertido, no tiene metas o finalidades extrínsecas; es espontáneo y voluntario, lo que significa que durante el juego hay un rechazo al utilitarismo externo, es decir se juega por el placer de jugar, por el juego en sí.

A este respecto Parula de López Ganivet (1977) considera que todas las implicaciones que se desprenden del juego con respecto al desarrollo del niño, son secundarias (aún cuando son indispensables para el desarrollo del niño) en el sentido de que el niño no tiene por qué tenerlas en cuenta, ni podrá experimentarlas a menos que no las persiga.

Esto podría traducirse como que en el juego se da una ruptura entre medios y fines, esta ruptura permite que el juego sea una actividad autojustificada y autoalimentada, basada en el placer y la diversión que motivan al niño para aprender a desenvolverse, manejar los objetos, conocer sus capacidades y limitaciones, definir su papel social, etc, sin estar en tensión por el logro de un determinado resultado. En pocas palabras:

"el juego es para el niño necesidad biológica y camino de adaptación y aprendizaje, situación imaginaria en la que adopta un papel simulador que le permite ensayar sin riesgos, las acciones, actitudes y valores que requerirá en el futuro. Es fuente de placer y

medio de expresión, experimentación y creatividad que fortalece la salud y equilibrio interno del niño, pues a través del juego entiende y se comunica con el mundo que quiere y necesita integrar" (Tejerina, op cit).

El juego en sus diversas formas, estimula el crecimiento, encauza la energía interna hacia la acción, desenvuelve la propia capacidad de iniciativa y de manejo frente a personas o cosas. También incide en la formación de la personalidad en tanto funge como un medio eficaz de liberación de la agresividad y canalización de los conflictos internos.

El juego es un reflejo del estado general del niño, pues implica todas las dimensiones del sujeto (expresividad, motricidad, emociones, inteligencia, sociabilidad, etc); pero no sólo sirve como indicador del nivel de desarrollo sino que además lo impulsa, pues durante las actividades lúdicas el niño consolida y/o adquiere nuevas habilidades y conocimientos "que le permiten el paso de capacidades incipientes e inmaduras a otras afianzadas y permanentes" (Pulet, 1995).

La idea de hacer este recorrido breve a través de los componentes del concepto es mostrar la incidencia que el juego tiene sobre el desarrollo del niño, ahora la cuestión es revisar de qué manera la escuela puede apoyarse en el juego para estimular y potencializar el desarrollo integral de sus alumnos.

Aún cuando es cierto que para los profesores el juego tiene relevancia y prioridad, las ideas en torno al juego y las implicaciones que se mencionaron antes se contraponen con la manera de llevar las clases. Aparecen dos discursos contrarios, por una lado la teoría que muestra al juego como aspecto fundamental del desarrollo y por otro la práctica, donde el juego se utiliza poco y con un sentido desnaturalizado; situado como algo marginal, fuera del currículo ya sea como recreo, como premio, como no-tarea, como recurso para cubrir huecos o establecer transiciones entre unas tareas y otras.

Esta contraposición entre lo lúdico y lo académico plantea un dilema ¿es posible introducir el juego en la escuela? ¿cómo evitar la idea que algunos docentes tienen acerca de que el juego se contrapone al aprendizaje? La respuesta a estas preguntas depende de la postura desde la que se aborden, siendo imposible tratar de resolverlas partiendo de una concepción inflexible de la educación o del juego.

Para Zabalza (1987) la contradicción entre estos dos elementos disminuye si los profesores plantean su trabajo dentro del marco de un modelo educativo integrado; pues en la práctica docente es evidente cómo los niños juegan en clase y se divierten y cómo se combinan diversión y aprendizaje en los procesos de socialización, control emotivo, habilidades y experiencia sobre las cosas. Para profundizar en esta idea cita a Zelan cuando escribe:

"...no se trata de saber si el juego es una actividad que se opone al aprendizaje, o si el aprendizaje es contrario al juego. Sería más útil preguntarse qué parte del proceso de aprendizaje aprovecha la tendencia que ya se ha manifestado en el niño a conocer a través del juego, y qué aspectos del juego pueden estimarse realmente como un auténtico aprendizaje o con resultados equivalentes al aprendizaje". (Zabalza, op cit, p.183)

Con esta idea en mente, una manera de incluir al juego en el ámbito educativo es como dimensión cualitativa que caracterice toda la actividad y aprendizaje infantil, lo cual no significa limitarlo a un espacio de esparcimiento y descanso en la escuela, sino lograr que todo el aprendizaje escolar adquiera un carácter lúdico.

Ello podría suceder, si se empleara el juego como subterfugio para hacer más interesantes las actividades escolares que siguen conservando su sentido académico; o conceptualizando el trabajo escolar como ejercicio lúdico (lo que sucede en las escuelas que trabajan con niños pequeños pero que desaparece conforme crecen los alumnos).

El primer caso, usar el juego como una excusa disimulada, puede motivar a los niños y dotar de emoción y atractivo al trabajo escolar, presentando las actividades normales como juegos en lugar de como trabajo serio y costoso.

En palabras de Amonachvili (1986) (cit. en Zabalza, op cit, p. 182) usar el juego como subterfugio significa:

"...conseguir que el escolar, obligado a asimilar un conjunto de conocimientos durante un determinado período de aprendizaje, considere la obligación de instruirse que la sociedad le impone, como una tarea libremente elegida (...) ¿Podemos lograr que el escolar asocie el proceso de enseñanza, que es por principio coercitivo y obligatorio, a la misma sensación de libre elección que tiene con respecto al juego?"

Quizás no sea posible, incluso podría parecer utópico, no obstante algunos elementos de las teorías constructivistas expuestas anteriormente, podrían encontrar en el juego un método formativo que de alguna manera se acercara a la expectativa de Amonachvili de fomentar en el niño la sensación de libertad responsable que lo motive a aprender de manera tan intensa como lo motiva el juego.

Recordando la definición de constructivismo que ofrece Carretero (1993) (citada en el capítulo II de este trabajo) hay dos aspectos fundamentales de los que depende la construcción del conocimiento:

- De los conocimientos previos o representación que se tenga de la nueva información o de la actividad a resolver.

Los cuales se ponen en práctica durante el juego. El niño pone a prueba lo que conoce, plasma lo que sabe, lo que siente, lo que duda, expone sus pensamientos y la manera en que se representa las cosas y viceversa, aprende a representarse la realidad a través del juego.

- De la actividad externa o interna que el aprendiz realice al respecto

En este punto pueden incluirse como actividades internas, la fabricación de significados psicológicos de los que habló Ausubel o de los procesos de construcción del pensamiento de la teoría Piagetiana, por ejemplo, asimilación, acomodación, adaptación, que son los que permiten dar significado al nuevo conocimiento ya sea integrándolo en estructuras ya existentes (asimilación) o modificando (adaptación, acomodación) lo que ya se sabe para significar o integrar lo que se acaba de conocer.

Con respecto a la actividad externa podemos mencionar la manipulación de los materiales, el ensayo y error y la participación activa del niño. En el juego el niño pone en práctica lo que ya sabe al mismo tiempo que integra nuevos

conocimientos, gracias a que es libre de probar, de manipular los materiales como quiera y cuantas veces quiera para descubrir nuevas soluciones a un mismo problema.

Por otro lado las teorías sociales como la de Vigotsky o la propuesta pedagógica de la cognición situada conciben el aprendizaje como un proceso de construcción social donde la interacción con los demás a través del lenguaje es fundamental. Sin embargo para que esto suceda son necesarios algunos cambios en la estructura cognitiva del niño que según Piaget se logran con el juego simbólico.

Piaget (1975) habló del juego simbólico como parte del desarrollo cognitivo, lo describió como una actividad egocéntrica del pensamiento donde interviene la significación, es decir el lenguaje, en un esfuerzo del yo por asimilar lo real. Para Piaget el juego simbólico es uno de los alcances del pensamiento infantil que fomenta la aparición de estadios cognitivos más complejos. Es gracias a la capacidad de abstracción que surge el lenguaje y gracias al lenguaje que podemos relacionarnos con los demás y abstraer los elementos de la realidad, entre ellos los valores, reglas, roles sociales, etc.

Es un hecho que el desarrollo psicosocial se logra a través de la relación con los demás, por lo que los juegos grupales son un buen estímulo para que el niño se apropie de la cultura, además de un instrumento para conocer la realidad, pues en ellos ensaya las actividades que le van a servir para la vida.

Por medio del juego con pares, puede lograrse el trabajo cooperativo del que habla Vigotsky, además de que la actividad lúdica colectiva sirve como modelo para la actividad espontánea individual. Es decir, que en el juego grupal el niño encuentra contenidos y sugerencias que usa cuando juega solo y al mismo tiempo aprehende los valores sociales que le permiten relacionarse sanamente con sus compañeros y con los miembros de los grupos de los que forma parte. Por lo tanto, el juego es importante para la socialización entendida como proceso inseparable del logro de la individualidad.

Por otro lado el profesor tendría un papel activo en la organización del ambiente de juego y desde ahí proporcionaría el andamiaje que necesitan sus alumnos para construir el conocimiento.

En el juego y la interacción con los demás el niño conoce los roles sociales que le corresponden, las reglas que rigen su realidad social y tiene la posibilidad de dar significado cultural (como asegura la semiótica social) a la realidad que vive y experimenta.

Anteriormente se mencionó que el juego es un reflejo del estado general del niño y que a través de éste puede conocerse, entre otras cosas, cómo piensa o qué sabe. La teoría del cambio conceptual sugiere que para que puedan construirse aprendizajes reales de los contenidos científicos, es necesario que las hipótesis que los niños han creado para explicar su realidad se acerquen a las explicaciones que ofrece la ciencia, de manera que se den cuenta que existen diversos puntos de vista para explicar un mismo evento.

El juego podría ser un medio para explorar las ideas de los alumnos y ofrecer un punto de partida para que los niños comiencen a cuestionar sus propias hipótesis a través de experiencias divertidas que pongan a prueba las ideas que tienen sobre la realidad.

En conclusión, el juego es un recurso didáctico, que precisa un sentido formativo que haga posible su incorporación a un proyecto educativo. Indirectamente eso provocaría una revalorización del juego y dejaría de ser la actividad secundaria y marginal a la que el profesor acude cuando los niños han acabado las tareas.

Bajo un enfoque constructivista de la enseñanza hay espacio para plasmar algunos componentes del juego para potencializar el desarrollo integral y promover una educación en armonía con la naturaleza del niño, por ejemplo:

- La libertad de elección
- El movimiento y la movilización a la acción
- El placer y la gratificación lograda a partir de la propia acción del juego, de sus efectos o de la situación en la que se desarrolla
- La expansividad y apertura a situaciones, personas y actividades que supone todo juego. El niño puede adoptar cualquier papel y cualquier cosa puede pasar en su juego. Sale de la situación concreta y prueba otras con una libertad que la vida cotidiana no le permite
- La imaginación y la creatividad en cuanto búsqueda cognitiva de soluciones al problema-juego. Es divertido mientras implique un reto

Tristemente, el hecho de que el constructivismo quede reducido en muchos casos únicamente a los preconceptos y procedimientos sin modificar verdaderamente el currículo, aleja aún más la posibilidad de incluir al juego como metodología educativa que por su parte debe salvar también sus propios obstáculos, por mencionar algunos:

- o Es necesario que el docente se comprometa y comprenda que incluir el juego dentro de la actividad en el aula no le resta responsabilidad, sino que lo capacita para apoyar el desarrollo óptimo de sus alumnos, la integración y adaptación sociales, el afianzamiento de su personalidad, etc, a través de uno de los medios por los que el niño logra reconstruir y aprehender su realidad.
- o El docente debe abandonar su papel de moldeador de conductas y asegurar un ambiente de libertad y de estabilidad para que se puedan desarrollar las propuestas de los niños; proporcionar los medios que favorezcan sus juegos sin condicionarlos; prepararles el material atractivo a tal efecto; en ocasiones estimular su imaginación mediante sugerencias o informaciones; alentar la realización de juegos más complejos y, sobre todo, interaccionar con los niños ofreciéndoles seguridad y apoyo en todo momento. El impulso al juego no debe privar en ningún caso la iniciativa del niño (Tejerina, op cit).
- o Con respecto a los contenidos educativos, Medina y Vega (1993) consideran que para organizar una actividad en el aula a través del juego son necesarios tres elementos:
 1. *Buena preparación técnica del docente:* Es decir un conocimiento variado de juegos acorde a las edades
 2. *Un buen diagnóstico inicial del grupo,* el lugar, los espacios libres, el mobiliario, los recursos, etc

3. *Objetivos claros y precisos*: El docente debe tener claro cuál es su objetivo específico , cuál es el logro inmediato que desea a través del juego elegido
4. *Actitud lúdica*: Esta condición es fundamental y difícil de adquirir pues depende de factores propios de la personalidad de cada profesor

Es verdad que los obstáculos que enfrenta la educación constructivista no son fáciles de salvar; una transformación profunda del sistema educativo implica grandes modificaciones a varios niveles, aún así no sería justo dejar de lado la necesidad de ofrecer a los niños un espacio donde puedan fluir naturalmente mientras aprenden los contenidos de la escuela.

Si tomamos en cuenta que el aprendizaje no sólo se da dentro de las aulas escolares, no será tan complicado encontrar un espacio donde el niño pueda ser él mismo mientras aprende. Sin embargo, el espacio tiene dos restricciones, la primera es que el sentido lúdico que adopte no será igual al que se da en la escuela (como recreo) sino que estará en la línea de libre elección, característica natural del juego.

La segunda es que deberá estar encaminado al apoyo de la educación formal que la escuela proporciona (lo que no significa dar más información) sin castigar la expresión natural del niño. Dicho de otro modo deberá permitir la participación activa del niño, dándole la oportunidad de jugar y de aplicar y dar sentido a lo que ya sabe.

Estas características se retoman hacia el final del siguiente capítulo y se abordan plenamente en el desarrollo de la propuesta.

IV. EDUCACIÓN FORMAL, INFORMAL Y NO FORMAL

Definiciones, diferencias y similitudes

Generalmente se ha tratado erróneamente a los términos "educación" y "escuela" como sinónimos. No obstante, dado que hoy en día se comprende que el aprendizaje no termina nunca, sino que continúa durante toda la vida, han surgido nuevos términos para abordar otras formas de hacer llegar conocimientos, habilidades y destrezas a todos aquellos que por alguna razón no pertenecen al sistema educativo escolarizado (educación formal). Tales términos son la educación *informal* y *no formal*, sobre los cuales reflexionaremos en este apartado. A continuación se presentan definiciones sintéticas de dichos términos, para posteriormente discutir acerca de sus semejanzas y diferencias.

Finalmente, debido a que uno de los objetivos de la propuesta de actividades que se presentará más adelante es que sea viable tanto en el ámbito formal como en el informal, al final de este capítulo se hablará acerca de la labor educativa y divulgadora del museo de ciencias y sobre una propuesta educativa que le permite a éste, estrechar de manera lúdica, la distancia que existe entre el público y la ciencia.

Históricamente el término *formal* ha sido utilizado para referirse a la enseñanza dentro de la escuela y los términos *informal* y *no formal* se utilizaron, hasta hace algunos años, indistintamente para todos aquellos aprendizajes que se daban fuera de ella.

En 1974 obligados por la necesidad de definir concretamente cada uno de los términos, Coombs y Ahmed (cit. en Trilla 1998) llegaron a lo siguiente:

Educación formal

Sistema educativo altamente institucionalizado que se extiende desde la primaria hasta el último año de la universidad.

Educación no formal

Actividad organizada, sistematizada, educativa, realizada fuera del marco del sistema oficial, para facilitar determinadas clases de aprendizaje a subgrupos particulares de la población, tanto adultos como niños.

Educación informal

Proceso que dura toda la vida y en el que las personas adquieren y acumulan conocimiento, actitudes, habilidades y modos de discernimiento mediante las experiencias diarias y su relación con el medio ambiente.

La distinción que hacen Coombs y Ahmed deja mínimamente delimitado el contenido semántico de estas tres expresiones, más bien hacen una clasificación que pretende que la suma de las tres dimensiones dé como resultado la globalidad del universo educativo. Es decir que cualquier proceso debería poder incluirse en alguna de estas tres instancias sin embargo, esto no siempre es posible.

Según Touriñan (cit. en Trilla op cit) para lograr distinguir las diferencias entre las tres instancias es necesario partir de las similitudes que existen entre educación formal y no formal y compararlas en conjunto, contra la informal. Para

ello propone dos criterios comparativos: el de **Intencionalidad del agente** y el de **sistematicidad**.

Según el primer criterio la educación formal y la no formal poseen una intencionalidad educativa bien definida, mientras que no es el caso de la educación informal.

Cabe destacar que bajo esta óptica se ignoran todas aquellas situaciones de educación informal de las que es difícil excluir una intención educativa, como lo es el caso de la familia.

El segundo criterio niega la existencia de un método educativo sistemático dentro de la educación informal sin embargo, tampoco puede decirse que no exista sistematicidad en de la manera de educar de cada familia.

La opinión de Trilla (ibid) es que lo que realmente marca las diferencias "es un criterio de diferenciación y especificidad de la función del proceso educativo" y define a la educación informal como siempre subordinada a otros procesos sociales. Es decir que no surge como algo distinto sino que es inmanente a otro tipo de contenidos y tiene lugar de manera difusa. En este sentido y siguiendo con el ejemplo de la familia, puede decirse que la educación que se adquiere dentro del círculo familiar no es algo que pueda separarse de la vida cotidiana.

Aunque existen grandes similitudes entre la educación formal y la no formal también existe una frontera que las diferencia. Los dos criterios que más comúnmente se utilizan para distinguirlas son el **metodológico** y el **estructural**.

El criterio metodológico establece las diferencias con base en los procedimientos que cada una emplea.

Según éste la educación formal se rige por procedimientos escolares y tiene las siguientes características:

- tiene definido un espacio propio para desarrollarse (la escuela)
- el proceso de enseñanza-aprendizaje se da de manera colectiva y presencial
- se rige por tiempos prefijados
- se da una relación asimétrica entre los maestros y los alumnos (separación institucional de roles)
- hay una preselección y ordenación de contenidos en planes de estudios y currícula
- el aprendizaje está descontextualizado (los se aprenden fuera del ámbito natural donde fueron producidos)

Mientras que la educación no formal, se distingue por romper con algunas de las características antes mencionadas, sin perder la sistematicidad o la intención educativa; como ejemplos están:

- la educación a distancia
- la enseñanza preceptoral, pues no es una forma colectiva de aprendizaje
- centros de intercambio cultural, pues no hay separación de roles

A este tipo de enseñanza también se le ha llamado enseñanza no convencional o abierta (Cirigliano, 1982; García, J. 1991; cit en Trilla, op cit)

El segundo criterio es el que plantea una diferencia de tipo administrativo, con base en la inclusión o exclusión de la educación al sistema educativo regulado. En otras palabras lo formal es lo que define cada país como tal y lo no formal es lo que permanece al margen del sistema organizado.

Trilla apunta que estos dos criterios son incompatibles entre sí pues una universidad a distancia, por ejemplo, podría ser no formal según el primer criterio y formal para el segundo.

Este autor considera que las definiciones de Coombs antes citadas, en conjunción con el criterio estructural son la clave para lograr una diferenciación clara y entiende por educación no formal "el conjunto de procesos, medios e instituciones específicas y diferenciadamente diseñadas en función de explícitos objetivos de formación o de instrucción, que no están necesariamente dirigidos a la provisión de grados propios del sistema educativo reglado."

Por otro lado autores como John Falk (2001) afirman que lo importante no es enlistar las diferencias que existen entre cada tipo de educación sino encontrar un término apropiado que caracterice la naturaleza del aprendizaje que ocurre en cada una de las tres instancias educativas. En este sentido y argumentando que el contexto social y la motivación del que aprende son los principales elementos que subyacen al aprendizaje, consideró que el término apropiado para referirse a las experiencias que ocurren fuera de la escuela y en particular a aquellas que ocurren en el ámbito informal, era el de educación de libre elección (*free-choice education*).

Con "educación por libre elección" el autor se refiere a todas aquellas experiencias educativas que se dan fuera de la escuela y define el aprendizaje por libre elección como la resultante de este tipo de enseñanza, mismo que reconoce la influencia del medio social en la construcción del conocimiento, es decir la interacción que se da entre el que aprende y el medio en el que se desenvuelve y enfatiza en el hecho de que la mayoría de las experiencias educativas que ocurren fuera de la escuela se sustentan en las motivaciones intrínsecas e intereses del que aprende; contrario a lo que ocurre en la educación formal donde se apoyan el aprendizaje compulsivo, predeterminado e impuesto por una autoridad (Falk, op cit).¹

Particularmente en el caso de las ciencias, al ser una materia con contenidos complejos y abstractos, exige un medio efectivo para poder acercarla a las personas. La educación por libre elección, actúa como un puente entre la ciencia de la vida cotidiana y la ciencia de la escuela, de esta manera las personas aprenden ciencia por su propio gusto, de forma directa y en términos cotidianos, mientras que en la enseñanza formal la aprenden de manera indirecta, por la imposición de alguien más y en términos escolares, lo que dificulta la comprensión y la recuperación posterior.

El vínculo que se crea, gracias a la libre elección, entre la vida cotidiana y el mundo de la ciencia y los fenómenos naturales, abre la posibilidad de que más personas tengan un contacto verdadero y significativo con la ciencia. Por ejemplo a través de la divulgación, la cual puede equipararse a la educación informal por su carácter por un lado propiciador de una cultura científica y por otro, porque la recepción de sus mensajes no necesariamente implica una

¹ La propuesta de Falk es equiparable a las características del juego tratadas en el capítulo anterior, la motivación intrínseca y la libertad de elegir, son las que permiten al niño aprender de manera natural y casi como un efecto colateral, ya que el niño no juega con el fin de aprender algo.

voluntad de aprendizaje (Sánchez M, 2002), pero si la curiosidad y la motivación del que se acerca a los materiales de divulgación.

Mikel Asensio y Elena Pol (1998) coinciden con Falk en algunos aspectos y consideran las siguientes características para el aprendizaje informal:

- es autoexploratorio
- es autodirigido, lo que le permite acercarse a una motivación intrínseca
- los contactos sociales y el aprendizaje cooperativo se dan de manera menos estructurada que en el ámbito formal
- la relación con los materiales y los objetos se da de manera directa y se trata con objetos reales más o menos contextualizados
- los mecanismos comunicativos suelen ser mucho más variados, estimulantes y escenográficos
- sitúa al aprendiz en un ambiente nuevo, intrínsecamente estimulante y no degradado
- el entorno del aprendizaje y las actividades suelen ser más abiertas
- busca decididamente una experiencia más cualitativa y menos cuantitativa, una exposición al conocimiento de mayor calidad, más real, más divertida y basada en la vivencia personal más directa, desarrollada a partir de mensajes más globales, significativos y menos analíticos

Hasta aquí hemos hablado sobre las diferencias que existen entre los tres tipos de educación y sobre algunas definiciones, no obstante también existen similitudes e intromisiones entre ellas que vale la pena resaltar, ya que los efectos de la educación surgen como resultado de la interacción e interdependencia de cada experiencia educativa, ya sea dentro o fuera de la escuela. Dichas interacciones ocurren de distintas maneras siendo las principales de complementariedad, suplencia, sustitución o de refuerzo y colaboración.

Complementariedad

Cada tipo de educación atiende de distinta manera los contenidos educativos a los que puede acceder el sujeto; unas se encargan de lo académico, otras de lo social, otras más de lo afectivo, unas capacitan para el trabajo, para el empleo del tiempo libre, etc; de esta forma se complementan.

Suplencia

En ocasiones la educación no formal se encarga de tareas que debieran ser propias del sistema formal pero que éste no realiza satisfactoriamente. A veces sucede también a la inversa.

Sustitución

La educación no formal se ha planteado como sustituto de la formal por ejemplo cuando la población no tiene acceso a esta última, ya sea por falta de recursos, de tiempo, etc. Este es el caso de la educación para adultos donde es preferible que la enseñanza sea abierta pues así se ahorra tiempo sin impedir que las personas sigan trabajando a la par que se preparan académicamente.

Refuerzo y colaboración

Este caso ocurre cuando ciertos recursos de la educación no formal o de la informal son empleados para apoyar la acción de la educación formal.

Un ejemplo es el programa de actividades que proponemos, pues se pretende que sea llevado a las escuelas primarias para reforzar algunos temas curriculares mediante experiencia relacionadas con la vida cotidiana.

Según el modelo de La Belle (cit. en Trilla, op cit) las intromisiones entre las tres dimensiones educativas surgen en todos los sentidos, una instancia educativa puede pertenecer a uno de los tres tipos y acoger al mismo tiempo procesos de los otros dos. Por ejemplo la escuela, que pertenece mayoritariamente al ámbito formal, puede incluir actividades no formales (las de carácter extracurricular) y procesos informales (los que resultan de las interacciones no planificadas entre los grupos de iguales).

¿Cómo se aproximan los sujetos a las ciencias en el ámbito informal?

Una de las vías para acercar el conocimiento científico a las personas fuera de la escuela es a través de la divulgación y son precisamente el lenguaje y los métodos que ésta emplea los que permiten a los museos de ciencia transmitir mensajes científicos a una variada audiencia. Anteriormente se explicó que la divulgación es equiparable a la educación informal debido a que propicia una cultura científica sin implicar una voluntad de aprendizaje. Debido a ello y a que el museo se encuentra situado entre las posibilidades que todo individuo tiene para aumentar sus conocimientos sobre ciencia y disfrutarlos, es que podemos decir que pertenece al ámbito informal de la educación y que es una de las principales formas de trabajar con ciencia fuera de la escuela.

Hasta hace poco tiempo, el concepto tradicional de la educación en el museo se centraba en las posibilidades de aprendizaje que esta institución ofrecía principalmente a los escolares. Sin embargo, en los últimos años se ha llegado a la conclusión de que el valor educativo es intrínseco al museo y que ha de considerarse como la estructura que da forma y apunta los objetivos generales del museo.

Al ejercer su función educativa de manera prioritaria como institución que divulga la cultura científica, esta función educativa se extiende a buscar nuevas formas de exponer el quehacer científico y a dirigirlas hacia un público heterogéneo. Es en este sentido que el museo juega un importante papel educativo para toda la sociedad, independientemente de la edad, conocimientos o profesión de los visitantes, sin olvidar la posibilidad de apoyo que el museo ofrece a los profesores y otros educadores en la enseñanza de los programas escolares. Diversas investigaciones Russell (1990) muestran que los estudiantes presentan una actitud mucho más participativa en el marco educativo informal de un museo que en el aula y se sabe que la visita a un museo puede incidir emocionalmente en los escolares, promoviendo, en el caso de los museos de ciencia, una actividad positiva hacia ésta (Sánchez-M op cit).

La idea de que la educación es un proceso que dura toda la vida (que no se limita a los estudios que pudieran ofrecerse dentro de una institución formal) permite al museo actuar y ser aprovechado en diversos momentos de la vida de

una persona y con variados objetivos. Los tipos de educación que pueden darse en un museo de ciencias surgen de acuerdo al uso que se haga de éste y de sus recursos y, fundamentalmente, del público que los utilice, de las condiciones de su visita, de sus conocimientos previos y de sus intereses y objetivos, sin que esto signifique que las exposiciones de un museo hagan distinción de edad, formación, nivel cultural u otra característica del público, al contrario están basadas en emociones, lo que les permite incidir sobre una audiencia universal.

La exposición como medio de divulgación está a disposición de todos los visitantes y pretende facilitar el acceso del público a la ciencia mediante exhibiciones permanentes generalmente acerca de los principios y procesos básicos de la ciencia y de la ciencia de frontera por medio de exposiciones temporales, que al divulgar la ciencia a través del mensaje museístico, pretenden no sólo que el visitante comprenda aspectos científicos particulares sino que, en la medida que este mensaje sea claro, emocionante y atractivo, permita que los apliquen a su propia vida.

Sin embargo el visitante no sólo busca recorrer las exhibiciones e interactuar con ellas, sino que además busca participar activamente en experiencias que suponen realizar determinadas actividades, contestar preguntas, iniciar nuevas secuencias de encuentros interactivos, etc. (íbid); de manera que para que una exposición de carácter científico sea capaz de transmitir una serie de conocimientos, de motivar hacia la ciencia, de desarrollar habilidades, pero sobre todo, de crear emociones, es necesario que integre actividades paralelas a la propia exposición y todos los medios de divulgación a su alcance, como paneles explicativos con texto, fotografías, ilustraciones, audiovisuales, equipos interactivos o demostraciones científicas lúdicas itinerantes como la propuesta que se expondrá en este trabajo.

Estas actividades paralelas suponen un reto, ya que deben ser suficientemente variadas, atractivas y novedosas, pero a la vez, rigurosas y claras como para atraer al público que acude al museo por curiosidad para pasar un rato agradable, pero no con el objetivo específico de aprender o estudiar, cosa que no sucede con la visita escolar formal, o con quienes acuden a las actividades programadas de educación no formal como los ciclos de conferencias, los cursos, los talleres, etc.

En síntesis podemos decir que el museo de ciencias es una institución cultural esencialmente educativa, lo que se manifiesta primordialmente en su función divulgadora de la ciencia y en la oportunidad que ofrece de que se implementen otros enfoques educativos que permitan acercar al público a la ciencia. Uno de estos enfoques es "el teatro en el museo", el cual rescata el valor de lo lúdico en el aprendizaje y enriquece la función educativa y divulgadora del museo.

El teatro en el museo

A continuación expondremos algunos de los puntos compartidos por estas dos instituciones (el teatro y el museo) que han dado lugar a una nueva perspectiva educativa llamada "teatro en el museo" (*museum theatre*).

El teatro es un lugar donde se involucran emociones, tanto de los actores como de los espectadores. Tiene el poder de permitir a la audiencia observar relaciones humanas, hacer juicios sobre situaciones que bien haya o no experimentado e imaginarse dentro de ellas. Estas características o propiedades del teatro le dan soporte a su uso dentro del museo, pues aunque usualmente se pensaba que la experiencia museística no se relacionaba en nada con las emociones, para que una exposición sea significativa y de utilidad para el público debe apelar a ellas. Por otro lado es al museo donde la gente acude para explorarse a sí mismos y al mundo en el que viven.

La naturaleza experiencial del teatro y del museo y la estrecha relación que ambos sostienen con el público son algunas de las características que acercan estas dos instituciones y las convierten en medios educativos generadores de emociones a través de la experiencia presente (interacción) y de la evocación de experiencias pasadas que ayudan al espectador a dar significado a lo que vive.

En este punto es necesario describir cómo son los visitantes de los museos y profundizar acerca los servicios educativos que éstos ofrecen.

El museo recibe visitantes variados, personas con diferente nivel cultural y distintos conocimientos y expectativas sobre el museo que visitan. Sus gustos y preferencias son probablemente diversos, así como son distintas también las motivaciones que les han llevado a visitar el museo y los objetivos que pretenden conseguir con su presencia en ese lugar. Con el fin de ofrecer un servicio de calidad a la audiencia de los museos se han creado servicios educativos cuya finalidad es servir de "puente" entre la institución museística y el público.

Durante mucho tiempo la atención de los servicios educativos de los museo de ciencias se ha centrado únicamente en un sector del público: los grupos escolares, sin embargo, actualmente muchos museos tienen programas educativos dirigidos a visitantes casuales que, como se mencionó anteriormente, se acercan al museo con una necesidad de esparcimiento. Por ello la educación en el museo ha de basarse en la consecución de unos objetivos de aprendizaje que respondan a las características específicas de las instituciones y del público que acuda, por lo que no puede limitarse a unas pocas técnicas didácticas tradicionales (guías, visitas comentadas, conferencias), sino que ha de buscar nuevos métodos y medios que permitan aprovechar al máximo las grandes posibilidades del museo y facilitar la participación creativa de los diferentes sectores de la población en un proceso de descubrimiento de la ciencia, la cultura y el propio entorno.

La perspectiva educativa del teatro en el museo es una alternativa para llegar a aquella población que se acerca al museo con la finalidad de divertirse y no necesariamente de aprender o de reforzar lo que ha aprendido.

Una de las técnicas teatrales que se lleva a cabo dentro de los museos es la de "historia viva" (*living history*) cuyo objetivo es recrear eventos pasados en el presente. Los actores interpretan personajes reales o ficticios de diferentes eras para recrear un escenario particular.

La interpretación de los actores puede ser en primera o en tercera persona. Cuando es en primera persona, los intérpretes hablan como si ellos fueran el personaje y, si se realiza adecuadamente, puede llevar al público a experimentar

emociones que le ayuden a comprender y dar sentido a la información que el personaje expone.

Por otro lado los personajes deben tener la flexibilidad de viajar desde su realidad pasada a la realidad presente de los espectadores para no imponer distancia y propiciar la participación del público. En otras palabras el actor debe ser capaz de responder las preguntas del público desde su punto de vista ficticio.

La interpretación en tercera persona es aquella donde los actores se visten como si fueran el personaje sin adoptar el papel. Esta interpretación sirve básicamente para dar ambientación a la sala y generalmente quienes adoptan este tipo de interpretación tienen la labor de ofrecer información general a los visitantes.

La técnica de historia viva en especial es útil cuando se quiere sensibilizar al visitante sobre un contexto temporal determinado y se emplea principalmente en los museos de historia, sin embargo puede ser de utilidad en cualquier clase de museo.

En el caso de los museos de ciencia son comunes las demostraciones de conceptos científicos, las cuales se enriquecen significativamente cuando se emplean elementos teatrales. Generalmente las demostraciones son desarrolladas por un experto que ofrece una explicación acompañada por un experimento que demuestra lo que dice.

Por otro lado cuando se realizan demostraciones teatrales pueden involucrarse personajes, narraciones y lo más importante, se comprometen reacciones emocionales. Por ejemplo en el Museo de Ciencias de Boston en lugar de comenzar una demostración sobre animales enlistando las características de cada uno, el demostrador inventa una historia sobre cómo cada animal llegó al museo.²

Durante las demostraciones teatrales puede jugarse con distintos elementos como los personajes, el contexto, los conceptos que se abordan, etc. y son el caso que nos ocupa en este trabajo; el programa de actividades que proponemos utiliza la técnica de caracterización en primera persona ya que los demostradores adoptan el papel de personajes ficticios para hacer la experiencia más divertida para el público. Por otro lado no desarrollan las demostraciones en la manera tradicional sino que dan la oportunidad a los participantes de que lleguen a ellas por sí mismos. Es decir, nunca ofrecen una explicación antes de que la demostración se realice y nunca desarrollan una demostración antes de que los participantes experimenten. Todo esto ocurre dentro de un contexto de juego y debate entre los participantes y los demostradores.

Tanto la técnica de historia viva como las demostraciones teatrales pueden ser consideradas como formas de interpretación cuyos principios pretenden llevar al visitante a crear significados mientras recorren y participan de las exposiciones.

Según Freeman Tilden (1957) (cit. en Hughes, 1998) los seis principios de la interpretación son:

1. Toda interpretación que no relacione de alguna manera lo que se describe con la experiencia o personalidad del visitante será estéril.

² Tomado de Hughes, 1998

2. Información no es lo mismo que interpretación. La interpretación es una revelación basada en información, pero son cosas totalmente distintas. Sin embargo toda interpretación involucra información.
3. La interpretación es un arte que combina muchos artes, no importa que el material que se presente sea científico, histórico o arquitectónico.
4. Lo que promueve la interpretación no es la instrucción sino la provocación.
5. La interpretación debe apuntar a representar totalidades y no particularidades.
6. La interpretación de los niños obedece a una presentación distinta de la que se hace con los adultos.

Estos principios sustentan la perspectiva de teatro en el museo. El primer punto que habla sobre la importancia de la experiencia del visitante, se relaciona con lo que anteriormente ya se ha revisado acerca de la teoría ausubeliana y la teoría de la cognición situada.

Coincido con Hughes, en que el punto cuatro (acerca de que lo importante en la interpretación no es la instrucción sino la provocación) es el más fuerte y el más importante de los principios de la interpretación. El teatro no debe convertirse en instrucción, igual que el museo no debe ser una extensión de la escuela. El poder del teatro para provocar cuestionamientos, debate, reacciones emocionales tampoco debe perderse. De hecho, lo que se busca al introducir el teatro dentro de los espacios museísticos es invitar al público a compartir los sentimientos que experimenta acerca de cualquier cosa, a compartir lo que los diferentes temas o disciplinas le provocan.

El objetivo del teatro en el museo va más allá de animar las exposiciones. Es una herramienta para comunicar ideas complejas, crear experiencias reales y convincentes en los visitantes, apoyar la educación informal, atraer todo tipo de público, pero sobre todo cautivar, motivar y provocar al visitante.

El teatro es un vehículo mediante el cual el museo puede cubrir sus objetivos y es un ejemplo de los retos a los que se enfrenta al buscar nuevas técnicas para atender al público casual que se acerca con el propósito de entretenerse y no precisamente de aprender.

El aprendizaje constructivo con su revaloración del juego encuentra en esta perspectiva educativa un medio para captar la atención tanto del público casual como del escolar y tender un puente entre lo formal y lo cotidiano, permitiendo impregnar de sentido lúdico la enseñanza escolar, a través de actividades extracurriculares.

V. LA ENSEÑANZA Y PROMOCIÓN DE LA SEGURIDAD A TRAVÉS DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

A raíz del sismo de 1985, se generalizó en México la necesidad de crear una cultura de protección civil; por ello, la SEP creó un Programa de Seguridad y Emergencia Escolar que desde 1986 ha buscado consolidar los conocimientos y aptitudes que permitan a la comunidad estar preparada ante situaciones de desastre o de riesgo.

Además de diversos programas, grupos y comités orientados a la capacitación sobre cómo actuar en caso de emergencia, la SEP también ha establecido programas de prevención y seguridad.

Aunque estos avances en materia de protección y prevención son de vital importancia, el campo de la seguridad ha quedado reducido casi en su totalidad a la prevención de desastres naturales (sismos, incendios, inundaciones) dejando desatendido el tema de la seguridad personal y la prevención de accidentes comunes.

Uno de los objetivos de la educación básica de nuestro país es crear ciudadanos concientes que tengan respeto por la naturaleza y por sí mismos, capaces de cuidar los recursos y de mantener su salud y bienestar total. No obstante, dentro de los programas de protección de la SEP, no se ha abordado directamente este último punto, dado que las actividades sobre prevención están dedicadas mayoritariamente a los simulacros y se presta poca atención al tratamiento de otras situaciones de la vida cotidiana que ponen en riesgo la seguridad. Por esta razón, la propuesta que se presentará en el siguiente capítulo intenta rescatar la importancia del cuidado del propio cuerpo y de la integridad, con el fin de fomentar en los niños una conciencia de seguridad personal y de prevención que les sea de utilidad al enfrentarse a los riesgos de la vida cotidiana.

A continuación se discutirá el papel de la educación en la creación de una cultura de protección civil con base en el trabajo de expertos en la materia, que a mi juicio pueden adaptarse al caso de la seguridad, entendiéndola como la preservación de la integridad personal y la prevención de accidentes comunes.

Considerando que muchos de los accidentes ocurren por ignorancia, exceso de confianza, negligencia, etc, una de las vías para lograr evitar o disminuir el número de incidentes es educando mediante información oportuna y adecuada que permita prever los problemas antes que remediar las consecuencias. El medio ambiente en el que se desenvuelven los niños y del cual reciben dicha información, está compuesto por la casa y la escuela. Mientras el niño es pequeño y se desenvuelve sólo en la casa, es relativamente fácil para los padres controlar los peligros; sin embargo, en cuanto el niño se va haciendo independiente queda expuesto a un riesgo de lesión más alto, pues todo el tiempo está explorando su medio con energía casi ilimitada, la cual aunada a su inexperiencia, lo colocan en situaciones de alto riesgo (González Rivera, 1999).

En la familia se generan y fomentan las actitudes de autoprotección que tienen que ver con la supervivencia en general, como instrucciones para cruzar la calle, para usar el gas y la electricidad, etc. No obstante el niño no sólo requiere estar en contacto con información que le diga qué hacer en caso de

emergencia o con recomendaciones preventivas sobre riesgos, es necesario ofrecerle información sobre las causas de los desastres y los accidentes para que al comprenderlos esté en posibilidad de evitarlos. La escuela es un buen vehículo para lograrlo (Arjonilla 1999).

Dentro de la escuela el niño no depende tanto de sus padres y es responsabilidad de ésta supervisar su seguridad; por ello se establecen reglas que es necesario enseñar a los niños para prevenir accidentes. Sin embargo, imponer reglas que deben respetarse no significa ofrecer información oportuna que permita a los niños comprender cómo prevenir accidentes, sino "educar en el NO", sin dar explicaciones de por qué no, es decir de los riesgos, las causas o las consecuencias de los accidentes (González Rivera, op cit).

Educar en la seguridad no significa prohibir a los niños toda actividad que el adulto considere peligrosa sino lograr que sean capaces de identificar los peligros potenciales (comprendiendo las causas) y evitarlos (entendiendo las consecuencias). Una de las intenciones de la propuesta de actividades es ofrecer explicaciones, basadas en la ciencia, de algunas de las causas de accidentes comunes.

Coincidiendo con Elia Arjonilla (op cit), en cuanto a que dentro de la educación formal puede profundizarse en el aspecto preventivo y de seguridad de varias maneras:

- Primero, al vincular los contenidos académicos con las necesidades y actividades de protección y seguridad.

En otros términos, la escuela inicia a los niños en el campo de la seguridad ofreciendo información sobre qué hacer al mismo tiempo que les permite conocer los principios fundamentales, las teorías y los conocimientos abstractos que explican las causas de los fenómenos que provocan desastres o accidentes y la manera de mitigarlos.

Aunado a esto, vincular los contenidos escolares con aspectos de la vida cotidiana ayuda a que los niños encuentren un referente significativo que les permita comprender los contenidos temáticos de la escuela, lo cual se traduce en la capacidad de generalizar y aplicar la información de la escuela en contextos diferentes.

La propuesta de actividades que se desarrollará en el siguiente capítulo parte de esta premisa y apunta a crear en los niños una conciencia de seguridad a través de relacionar los contenidos científicos y reflexionar sobre cómo evitar accidentes y proteger la integridad aplicando sus conocimientos.

- Segundo, porque el lapso de tiempo que abarca la escuela es mucho más largo que cualquier curso de capacitación, lo que permite dar seguimiento a los temas y aplicarlos en diversos contextos según el desarrollo del niño.

Según Arjonilla (1992), como resultado de este proceso educativo, los alumnos:

- Mejoran sus condiciones materiales y psicológicas para responder ante una emergencia
- Están preparados para recibir mensajes de alerta y actuar oportuna y adecuadamente
- Pueden reconocer las características de los fenómenos, ya sean extraordinarios o recurrentes

- Tienen mayor capacidad para comprender la situación y no hacer caso de los rumores
- Están preparándose para tomar las decisiones que sean necesarias en lo concerniente a su propia seguridad
- Van adquiriendo elementos para participar en la toma de decisiones de su comunidad
- Van adoptando una actitud responsable y crítica que formará la cultura preventiva de su comunidad

En palabras de Rodríguez Vangort (1999), la importancia de la relación entre la educación y la seguridad estriba en que:

"la educación primaria es la base fundamental de la formación del individuo y constituye el espacio ideal para fomentar las actitudes de solidaridad y participación. Es ahí donde los educandos adquieren sus primeros y más firmes conceptos epistemológicos, donde inician el contacto con los fenómenos físicos y sociales y donde además de identificar un evento pueden relacionarlo sin dificultad con su entorno, por lo tanto esta etapa formativa es óptima para forjar una cultura de la protección civil (y de la seguridad) que genere individuos éticos, preparados y concientes, responsables, exigentes y participativos".

Por su parte, Jorge Dettmer (1999) cita a Bermúdez cuando dice que:

"por su carácter masivo y su función socializadora, la educación tiene la capacidad de proporcionar a los niños y jóvenes los conocimientos científicos, las actitudes y las pautas de conducta que contribuyan a minimizar la vulnerabilidad..."

No obstante, con todos los esfuerzos realizados por empapar el sistema educativo con una filosofía de prevención, seguridad y protección civil, existen algunos obstáculos que limitan el alcance de la educación para fomentar y consolidar la cultura de protección civil en México. Dettmer (op cit) considera los siguientes:

- o La desigual distribución de las oportunidades educativas entre los distintos grupos sociales y regiones geográficas
- o La insuficiencia de contenidos en los libros gratuitos, relacionados con la ecología, el cuidado del medio ambiente, la preservación de la salud o las actividades económicas o industriales que impliquen riesgos para las personas
- o La insuficiencia de recursos humanos, materiales y financieros que, dentro del propio sector educativo, se destinan a las actividades de protección civil
- o La falta de coordinación, supervisión y evaluación de las actividades de prevención y seguridad escolar entre las autoridades educativas municipales, estatales y federales

En el caso de la seguridad personal, entendida como se propone en este trabajo, otra limitante es el hecho de que se dedica más tiempo a las actividades referentes a la prevención de desastres.

Dettmer (op cit) opina que para que el sistema educativo desempeñe un papel más significativo en la consolidación de una cultura de la protección civil en las actuales y futuras generaciones, es indispensable:

- o Fortalecer los programas compensatorios destinados a disminuir el rezago educativo en diversas entidades federativas
- o Actualizar periódicamente los contenidos de los libros de primaria y secundaria
- o Aumentar los recursos humanos, materiales y financieros destinados a la protección civil en el sector educativo en general y en la educación básica en particular
- o Mejorar la comunicación entre los responsables de coordinar, supervisar y evaluar las actividades de protección civil en el sector educativo

Rodríguez Vangort (op cit) considera además que se necesita fortalecer los planes de seguridad apuntando hacia la detección de riesgos, la prevención y la reducción de la vulnerabilidad.

Arjonilla (1999 op cit) por su parte, propone aumentar la presencia de la seguridad en la vida cotidiana, para ganar terreno en la educación informal y no formal a través de la familia y los medios de comunicación, los cuales juegan un importante papel en la transmisión de información sobre el qué hacer.

Un ejemplo de esto es el trabajo realizado en la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC) en 1998 (íbid) donde, como apoyo a la educación formal y no formal y con la colaboración de especialistas de la UNAM y de otros países, se ofrecieron espacios, actividades y materiales relacionados con la actividad eruptiva del Popocatepetl.

La propuesta de actividades sobre ciencia y seguridad que se presenta en este trabajo es otro esfuerzo por participar en la preparación de ciudadanos formados en la filosofía de la seguridad de modo que puedan prevenir, mitigar y proponer soluciones nuevas para responder a los cambios continuos que enfrenta nuestra sociedad.

En conclusión, para que la escuela logre desarrollar esta cultura de seguridad y protección es necesario que se renueven las estrategias e instrumentos que preparen a la sociedad ante situaciones de riesgo o desastres, lo que se traduce en el desarrollo de nuevos y mejores métodos para impartir conocimientos en estas materias (Higareda, 1999).

La propuesta que se presenta en el capítulo VII, intenta ser una alternativa viable para preparar a los niños ante situaciones de riesgo e introducirlos a la cultura de la seguridad al mismo tiempo que funge como un programa de apoyo extracurricular (dentro de los ámbitos no formal e informal de la educación) donde los niños pueden dar significado práctico a los conocimientos que les da la escuela, aplicándolos en la búsqueda de la seguridad personal y la prevención.

VI. PROCEDIMIENTO

Como se ha venido mencionando a lo largo de esta tesis, para conjuntar aspectos educativos, lúdicos y de seguridad, se requirió plantear una metodología para desarrollar la propuesta, misma que se dividió en dos fases:

- La primera se dedicó a la búsqueda de información, para dar sustento a la propuesta y para elegir los contenidos y las actividades.
- Durante la segunda fase, toda la información obtenida se integró para dar forma al programa de actividades; a una sesión y a un video ilustrativos y al manual para el facilitador.

El desarrollo de la propuesta se dio de la siguiente manera:

Recopilación de información y desarrollo del marco teórico

1. Revisión bibliográfica para sustentar la propuesta
2. Revisión bibliográfica para decidir qué contenidos tratar en la propuesta
3. Revisión bibliográfica para elegir un criterio de selección de las actividades que abordaran dichos temas
4. Indagación en el aula

Diseño de la propuesta

5. Selección de las actividades
6. Desarrollo de la propuesta
7. Desarrollo de una sesión de actividades para estudiantes de primero a tercero de primaria ("La extraña cosa"), video ilustrativo y manual para el facilitador

Justificación:

Debido a que bajo el sistema de enseñanza tradicional en el que se basa la enseñanza de la ciencia en nuestras escuelas no siempre queda clara la aplicación de los conocimientos científicos a la vida cotidiana y a que es un hecho conocido que estimular y motivar el desarrollo de una cultura científica en todos los miembros de la sociedad son factores determinantes para el futuro de nuestro país; se sugiere un programa para niños y niñas de primaria basado en perspectivas educativas constructivistas que abren la posibilidad de insertar los conceptos científicos dentro de un contexto cotidiano, permitiendo a los infantes acercarse a las ciencias de una manera distinta a la que están acostumbrados.

Con base en estas razones se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general:

La propuesta que se presenta en esta tesis, pretende ofrecer una alternativa educativa que permita generar una situación de aprendizaje adecuada para que los infantes puedan, reconstruir, organizar, interpretar y dar sentido a la información que reciben a diario dentro de un contexto cotidiano creando un puente entre lo científico y lo cotidiano. Intenta ser un medio que

refleje la utilidad del conocimiento científico en la vida diaria, a través de actividades con las que los niños puedan vincular conceptos científicos con eventos de su realidad, específicamente la prevención de accidentes, el cuidado de su cuerpo y la promoción de la seguridad personal.

Objetivos específicos:

1. Se pretende que los niños y niñas que participen en las actividades tengan acceso a explicaciones objetivas sobre las posibles causas de algunos accidentes, de manera que puedan construir aprendizajes significativos de los temas de ciencia que se aborden (ayudados por la experiencia concreta) y los apliquen para cuidarse a sí mismos y prevenir accidentes.
2. El programa de actividades pretende ser un apoyo a la labor educativa informal (manifiesta a través de la divulgación) de los museos de ciencia, específicamente del Museo de la Luz y del Universum y fungir como complemento de las actividades educativas de éstos, las cuales deben ser suficientemente variadas, atractivas y novedosas, pero a la vez, rigurosas y claras como para atraer al público que acude al museo por curiosidad para pasar un rato agradable, pero no con el objetivo específico de aprender o estudiar.
3. Se busca que, a través del juego y el teatro, la propuesta de actividades sea un espacio donde los niños y las niñas puedan fluir naturalmente mientras aprenden los contenidos de la escuela.

Recopilación de información y desarrollo del marco teórico

Revisión bibliográfica

La creación del programa de actividades sobre ciencia y seguridad implicó seguir varias líneas de trabajo, por un lado la revisión bibliográfica de la literatura acerca de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en el marco constructivista; sobre la enseñanza y promoción de la seguridad y acerca de las diferentes actividades científicas que pueden llevarse a cabo con niños de primaria. Por otro lado, en la última etapa de realización de esta tesis, se llevó a cabo el diseño de la propuesta, de un manual de capacitación y de un video demostrativo.

Al inicio de este trabajo se destinó gran parte del tiempo a la recopilación de información acerca del planteamiento constructivista en el ámbito de la enseñanza de las ciencias, por ser una teoría que ofrece la posibilidad de diseñar programas educativos que apoyen el desarrollo de las habilidades necesarias para que los niños puedan acceder al conocimiento científico dando sentido a la información que reciben tanto dentro como fuera de la escuela.

Dado que la intención de este trabajo era llegar a una propuesta de actividades mediante las cuales los niños pudieran organizar, interpretar y dotar de significado sus propias ideas acerca de los conocimientos científicos que les ofrece la escuela y la vida diaria, encontré en los trabajos de Ausubel y Novak (1983) el sustento teórico congruente con mi objetivo. Sin embargo, al revisar la

literatura sobre la enseñanza de las ciencias quedó claro que para intentar que los niños dieran significado a sus ideas previas, primero había que conocerlas; los trabajos de Pozo (1998), Harlen (1998), entre otros, proporcionaron información acerca de la importancia de partir de las concepciones alternativas o ideas previas, mientras que las investigaciones de Driver (1986) sugirieron la posibilidad de indagación directa con los niños.

Debido a que el constructivismo es el eje que dio sustento a la propuesta y a que las experiencias de aprendizaje que la conforman tenían que ser planeadas para que fueran accesibles y atractivas para los niños, opté por las actividades lúdicas como metodología para diseñar la propuesta, por ser uno de los medios que permite la expresión natural de los niños y promueve el clima de libertad y participación activa que requiere el aprendizaje constructivo.

Por último, ya que esta propuesta surge de una petición muy específica: relacionar la ciencia con la seguridad personal, me basé en los trabajos de Brown, Collins y Duguid (1989) que plantean que los conocimientos y habilidades deben enseñarse dentro de un contexto práctico. Con esta idea en mente, se llegó a la conclusión de que la seguridad debía ser el referente práctico que ayudara a los niños a comprender los conocimientos científicos.

Para abordar el tema de la seguridad en el marco de referencia que sustenta esta propuesta, acudí al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) donde me facilitaron material bibliográfico acerca de la enseñanza y promoción de seguridad en la escuela primaria.

Una vez que se desarrolló el sustento teórico de la propuesta, el siguiente paso fue revisar los libros de la SEP para seleccionar los contenidos que se abordarían en el programa de actividades, tomando en cuenta que debía existir un referente de seguridad para cada uno.

Con base en el constructivismo como eje conductor del trabajo, se llegó a la conclusión de que las actividades debían estar en armonía con las características de los niños y surgió la idea de que el programa se estructurara de manera que su objetivo principal no fuera ofrecer información específica sino promover que los niños aplicaran sus conocimientos y reflexionaran sobre seguridad.

Para adaptar las actividades a las particularidades de los niños y con base en los temas de los libros de la SEP, el programa de actividades se dividió en dos bloques. Al bloque de los niños pequeños se le asignó un tema sencillo y tangible -los sentidos- y para los niños mayores se buscaron temas más abstractos -gravedad, fuerzas, etc-.

En este punto se presentó un primer obstáculo a sortear: era necesario conocer lo que los niños sabían sobre los temas para elegir las actividades, adecuar las explicaciones y encontrar referentes sobre seguridad. Si bien no fue difícil encontrar referencias sobre las concepciones alternativas acerca de los temas que se abordan en las actividades para cuarto a sexto grados; no se encontró literatura sobre ideas infantiles acerca de los sentidos. La mayoría de los trabajos que tratan sobre concepciones alternativas acerca del cuerpo humano hablan sobre el sistema digestivo y el reproductivo. La única referencia que se encontró respecto a los sentidos (Driver et al, 1999) no fue de utilidad para este trabajo pues las investigaciones que versaban sobre visión y audición, se referían a preguntas específicas como ¿cuál es la relación entre el oído y la audición? o

¿qué sucede entre un libro y el ojo de una niña que lo está mirando? y no a la función (para qué sirven) o el funcionamiento (cómo trabajan) de los órganos de los sentidos, que era el enfoque que se requería para este trabajo.

Ante la escasez de información se decidió explorar las ideas que los niños entre 6 y 8 años tienen acerca de este tema, por lo que se recurrió a la indagación en el aula. Con base en los resultados que se obtuvieron se encontró la pauta para elegir qué actividades incluir en la propuesta, cómo desarrollar las sesiones, cómo adaptar las explicaciones y qué temas sugerir para la discusión sobre seguridad.

Indagación en el aula

Las autoridades del Colegio Madrid, ubicado al sur de la ciudad de México, permitieron que se trabajara con niños de primer, segundo y tercer grado de primaria. Cabe mencionar que los resultados que se obtuvieron con este sondeo (expuestos en la sección VII.1 de este trabajo, en los apartados sobre "las ideas de los niños" de cada eje temático) no son de ninguna manera generalizables, ni fue el propósito realizar una investigación profunda. Sólo sirvieron como una guía para decidir qué contenidos incluir en la sección de actividades para niños de primer a tercer grado.

Ante la falta de referentes en la bibliografía sobre la manera de abordar y adquirir información respecto a las concepciones alternativas acerca de los sentidos, una parte de este trabajo consistió en plantear una metodología que se llevó a cabo de la siguiente manera:

La investigación se desarrolló en una sola sesión y se trabajó con seis niños de cada grado (de primero a tercero). Primero con los más pequeños, después con los de segundo y finalmente con los de tercero.

Dado que se requería un manejo ágil del grupo y la obtención de la mayor cantidad de información, recibí apoyo de la persona que posteriormente colaboró en el desarrollo del guión que se presenta en el Anexo 1.

Con los niños de primer grado el procedimiento fue el siguiente:

1. *Presentación y rapport*: conversación con los niños acerca del propósito de nuestra visita y presentación
2. *Sondeo*: preguntas para conocer los conocimientos de los niños sobre los cinco sentidos básicos
3. *Dibujo*: acerca del o los sentidos sensoriales que más les gustaran o que encontraran interesantes
4. *Los reporteros*: juego para obtener información acerca de la función y funcionamiento de los sentidos

El juego de los reporteros fue el medio para lograr que los niños externaran sus ideas, consistió en elegir al azar a un niño para representar al experto. Este niño escogía el tema sobre el que hablaría, es decir escogía hablar sobre uno de los sentidos. Los cinco niños restantes se turnaban el papel de reportero y hacían preguntas al experto.

Los investigadores iniciamos el juego planteando la primer pregunta, después las entrevistas corrieron a cargo de los niños. Algunas de las preguntas que surgieron fueron:

"Buenos días nos encontramos con la Dra. X experta en el funcionamiento del sentido del gusto. Buenos días Doctora, ¿podría decirnos algo acerca de este sentido?"

"¿Dónde se localiza el sentido del gusto?"

"¿Para qué sirve?"

"¿Qué pasaría si no lo tuviéramos?"

"¿Qué es la vista?"

"¿Para qué sirve ver?"

"¿Qué se puede ver?"

"¿Cómo ven los ciegos?"

"¿Qué se escucha?"

Una vez que se agotaba un tema o que los niños se distraían se elegía otro "experto" para charlar sobre otro tema.

El procedimiento fue el mismo con los cinco sentidos y se logró captar la atención de los niños gracias a una grabadora de reportero con la que se grababa la entrevista. El niño que hacía las preguntas sostenía el micrófono, mientras que los demás escuchaban la entrevista con los audífonos; lo cual sirvió para dar un tono realista y divertido a las entrevistas.

Con los niños de segundo y tercero el procedimiento fue diferente, en este caso se hicieron mesas redondas donde se discutió el tema de los sentidos al mismo tiempo que los niños dibujaban "su sentido" favorito.

Durante las discusiones, los investigadores servimos como moderadores y propusimos preguntas para guiar el debate, sin embargo los niños eran libres de preguntar lo que quisieran. Además de las preguntas que surgieron con los niños de primero, en este caso se discutió también sobre:

"¿Qué le pasa a eso que vemos o que sentimos, se queda en el ojo o en la piel?"

"¿Qué les pasa a los colores que vemos, a dónde se van?"

"¿Quién dice qué es lo que vemos?"

"¿Cómo sabemos qué es lo que estamos probando?"

"¿Sentimos lo mismo con todo el cuerpo?"

"¿Dónde está el sentido del tacto?"

Los temas de olfato y oído no pudieron discutirse a fondo porque los niños eran libres de elegir sobre qué temas y en qué orden querían discutir y la vista, el gusto y el tacto fueron los más socorridos. Invertían mucho tiempo en discutir estos tres temas haciendo referencia a personajes de películas o caricaturas, al comportamiento de los ciegos o los sordos y a experiencias cotidianas que en ocasiones no se relacionaban directamente con los temas pero que servían para contextualizar. Por ejemplo una niña comenzó a hablar detalladamente sobre su visita al dentista para poder hablar después de la relación entre el sentido del tacto y la anestesia.

Los resultados del sondeo realizado en el Colegio Madrid fueron de gran utilidad para decidir las actividades de la propuesta y la línea de la obra de teatro "La extraña cosa", no obstante ninguna variable estuvo controlada, la

muestra fue muy pequeña y no se diseñó ningún instrumento, por lo que los resultados no son concluyentes.

La importancia de este estudio es que puede servir como guía o idea para que se desarrollen futuras investigaciones con niños mexicanos, de las cuales pueda derivarse literatura acerca de las concepciones alternativas sobre el cuerpo humano.

Diseño de la propuesta

Selección de actividades

Una vez que se tuvo información sobre las ideas de los niños, se eligieron las actividades tanto para los niños de primero a tercero como para los más grandes.

Los criterios que se utilizaron para escoger las actividades fueron:

1. Que se relacionaran lo más posible con las concepciones de los niños
2. Que no requirieran de materiales costosos, numerosos o difíciles de transportar
3. Que en la medida de lo posible permitieran que la mayoría de los niños pudiera llevarlas a cabo simultáneamente
4. Que fueran divertidas e interesantes
5. Que pudieran presentarse a manera de retos
6. Que pudieran relacionarse con cuestiones de seguridad

Aquí se presentó el segundo obstáculo, encontrar actividades que fueran viables de relacionarse con seguridad implicó un análisis extenso y la inversión de mucho tiempo. Es importante resaltar que en esta propuesta lo que importa no son las actividades en sí mismas sino la manera en que éstas pueden desencadenar la reflexión y la activación de los conocimientos previos, gracias a la acción mediadora del facilitador, el cual tiene la responsabilidad de guiar la reflexión y aprendizaje de los niños y crear el ambiente de aprendizaje que permita que cada niño se sienta libre de expresarse y con la posibilidad de experimentar de la manera que quiera con los objetos de estudio.

Para cada sección de actividades se incluyó un apartado con información científica; una lista con las ideas de los niños y otra con los referentes sobre seguridad.

Desarrollo de la propuesta

Siguiendo la idea original de que las sesiones de actividades fueran divertidas y viables, tanto dentro del museo de ciencias (y en otros escenarios informales) como en la escuela y para decidir cómo planearlas, se recurrió al juego por ser un método coherente con la teoría constructivista y acorde con las características de los niños; y al teatro por ser un vehículo efectivo para acercarse tanto al público casual de los escenarios informales como al público escolar de los escenarios no formales.

El teatro visto como actividad lúdica, permite que las actividades sean atractivas y que puedan tratarse temas de ciencia sin perder de vista el objetivo de fomentar la reflexión y la activación de los conocimientos previos; gracias a que su finalidad no es ofrecer datos que los niños tengan que aprender o analizar, sino proponer situaciones para que reflexionen y lleguen a sus propias

conclusiones, además de que busca crear emociones y dudas, que los impacten y al mismo tiempo les permitan disfrutar de lo que ven.

Una vez que se desarrolló el marco teórico de la propuesta y que se tuvieron las actividades seleccionadas, los referentes sobre seguridad, las ideas de los niños y la información científica que sustentaba los contenidos, se integró el programa de actividades.

Desarrollo de la sesión, el video y el manual

Posteriormente surgió la necesidad de materializar e ilustrar la propuesta por lo que se decidió crear y grabar en video una sesión completa para trabajar con niños de primero a tercero de primaria.

La obra de teatro "La extraña cosa" incluye actividades acerca de los sentidos y es un ejemplo de cómo desde el constructivismo, las actividades, la mediación del facilitador y la participación de los niños promueven la activación de los conocimientos previos y la aplicación de los conocimientos científicos dentro de un contexto práctico.

Con base en el sondeo realizado en el colegio Madrid y en los referentes de seguridad que se encontraron para el tema de los sentidos, se desarrolló el guión teatral de la obra y posteriormente se puso en escena. Se presentó en dos ocasiones con grupos de diferentes características y durante la segunda representación se grabó el video.

La primera representación se llevó a cabo con 23 niños de segundo de primaria de la escuela Juana de Asbaje. En la segunda representación se trabajó con un grupo de 10 niños de diferentes escuelas y de diferentes edades, ya que la logística del video exigía que fueran pocos niños para lograr una mejor apreciación de sus participaciones. Debido a que el objetivo del video era ilustrar la propuesta, se consideró necesario que los niños que participaran pudieran representar, en la medida de lo posible, las características del público al que está dirigida la sesión, por lo que se decidió que el grupo estuviera integrado por niños de los tres primeros grados de primaria.

El video puede consultarse en la biblioteca "Manuel Sandoval" de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia o en la videoteca de la Facultad de Psicología.

Finalmente, con el propósito de que diferentes personas pudieran tener acceso a la propuesta y capacitarse para ponerla en práctica se integró un manual que incluye toda la información que se presenta en esta tesis, el video y algunas ilustraciones que acompañan y complementan las actividades y la información científica que las respalda. El manual también se encuentra como material de consulta en la biblioteca de la DGDC.

VII. UNA PROPUESTA LÚDICA SOBRE CIENCIA Y SEGURIDAD PARA VINCULAR LA EDUCACIÓN FORMAL CON LA INFORMAL EN CIENCIAS

VII. 1 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

En el 2001 la Secretaría de Educación Pública entra en contacto con la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM solicitándole un programa de actividades para niños de primaria que tratara temas de ciencia y seguridad. Con base en esta petición y tomando en cuenta la importancia de ofrecer a los niños clases de ciencia de calidad, surge esta propuesta de actividades lúdico teatrales que intenta ser un espacio para que los niños sean libres de aplicar en el cuidado de sí mismos y en el cultivo de la seguridad, los conocimientos que la escuela y la experiencia les han dado.

Partiendo de las premisas básicas del constructivismo y de la necesidad de abrir un espacio donde los niños puedan fluir naturalmente mientras aprenden los contenidos que la sociedad ha escogido para ellos, las actividades de ciencia y seguridad que se proponen en este trabajo recurren a lo lúdico para crear un puente entre la escuela y la vida cotidiana.

Este vínculo entre lo formal y lo cotidiano se da de varias formas, primero permitiendo a los niños poner en práctica sus conocimientos de la manera en que siempre lo hacen, es decir jugando; segundo ayudando a los niños a dar un significado útil a los contenidos escolares aplicando lo que saben de ciencia para encontrar algunas de las causas de los accidentes con los que están en contacto en la vida diaria; tercero llevando el conocimiento a un contexto menos formal que el escolar: el museo de ciencias, no con la imagen de institución educativa sino como espacio de diversión y esparcimiento.

La propuesta de actividades sobre ciencia y seguridad está diseñada pensando en que las personas que se interesen en ponerla en práctica (facilitadores) encuentren toda la información necesaria para lograrlo, por ello se crearon el manual y el video que apoyan su capacitación. El índice del manual se presenta en el Anexo 3, la obra completa, puede consultarse en la biblioteca de la DGDC, a un costado del museo Universum y el video en la videoteca de la Facultad de Psicología.

Sobre las teorías que sustentan la propuesta

Con base en las dificultades que enfrenta la educación científica bajo un enfoque tradicional de enseñanza (discutidas en el primer capítulo) y considerando que el constructivismo, al utilizar al juego como método formativo, podría traer beneficios al aprendizaje y desarrollo del niño, la propuesta de actividades sobre ciencia y seguridad se apoya en algunos principios básicos de la corriente constructivista. A continuación se exponen brevemente estos principios sin embargo, si el lector requiriera más detalle puede recurrir al capítulo II donde se expone cuidadosamente el impacto que ha tenido el constructivismo

en la enseñanza de la ciencia y al capítulo III que muestra la relación entre constructivismo y juego.

Dentro de los elementos constructivistas que se retoman en esta propuesta se encuentran:

- Adaptar las actividades al nivel de desarrollo de los niños, para que las encuentren motivadoras
- Vincular los nuevos conocimientos con los que ya se tienen ~
- Dar significado práctico a los conocimientos insertándolos en un contexto cultural acorde con la realidad cotidiana
- Partir de lo que los niños piensan al mismo tiempo que se les ofrecen otros puntos de vista sobre los mismos temas para que cuestionen y modifiquen esquemas de pensamiento ingenuos
- Experimentar con los objetos, manipular los materiales, libertad para actuar y llegar a conclusiones basadas en la experiencia
- Interactuar con los demás para construir socialmente el conocimiento

Como se mencionó anteriormente una de las finalidades de esta propuesta es tender un puente entre lo formal y lo cotidiano, por lo que se diseñó de manera que pueda desarrollarse tanto en la escuela como en escenarios de educación informal. En el capítulo IV de esta tesis se expusieron las diferencias entre la educación formal, informal y no formal, a continuación se hablará sobre la incidencia que la propuesta tiene en cada una de las dimensiones de la educación.

Siguiendo la línea de Coombs y los criterios de Touriñan (ambos cit en Trilla, 1998) a los que se hizo referencia anteriormente, se puede decir que la propuesta es de tipo no formal en tanto que está estructurada, tiene intencionalidad educativa definida, se da fuera del marco oficial y facilita una clase de aprendizaje particular (el científico) a un subgrupo particular (niños de primaria). Además de que, como puntualiza Trilla (op cit) no pretende proveer de grados especiales a los niños que participen de las actividades.

Por otro lado, la propuesta coincide con la línea de Trilla en cuanto a que los conceptos que se enseñan mediante la educación informal siempre están inmersos dentro de otros contenidos. Por ello también puede ser de tipo informal en el sentido de que las actividades y habilidades que pretende desarrollar en los alumnos de primaria no pueden separarse tajantemente de los contenidos científicos. Incluso es posible que los participantes tengan la impresión de que lo que se pretende es enseñarles ciencia y no ciencia y seguridad.

Debido a que el programa de actividades que se propone no sólo será llevado a las escuelas sino que también podrá desarrollarse dentro de los museos, podemos decir apoyados en los postulados de Falk (2001), que es un programa informal pues en escenarios informales como el museo, el desarrollo de las actividades dependerá de la curiosidad y el interés del público.

La descripción que ofrecen Asensio y Pol (1998) también enmarca este programa dentro del ámbito informal pues utiliza los contactos sociales y el aprendizaje cooperativo y trata con objetos reales más o menos contextualizados, mediante experiencias divertidas y significativas.

En conclusión, es difícil inscribir esta propuesta dentro de un solo tipo de educación pues, tal como afirma el modelo de la Belle, (cit en Trilla op cit) una instancia educativa puede acoger procesos tanto formales como no formales o informales.

Lo que sí puede decirse es que cuando el programa es llevado a las escuelas se acerca más a la definición de educación no formal pues está sistematizado y funge como un medio extracurricular de refuerzo y apoyo a la acción formal. Mientras que cuando es desarrollado en escenarios fuera de la escuela se acerca más a los procesos informales pues depende principalmente de la motivación intrínseca de los participantes. En este punto vale la pena aclarar que una de las características del programa es que dentro del museo se desarrollará no sólo con los visitantes escolares sino también con el público casual, que se acerca al museo con la intención de divertirse y no necesariamente de aprender.

Esta pretensión por trabajar tanto dentro de la escuela como en el museo planteó una dificultad, pues parecía imposible dar el mismo tratamiento a los temas en los dos ámbitos, ya que las expectativas de los participantes son muy diferentes en cada uno. Sin embargo el sentido lúdico que pretende el programa permitió encontrar en la perspectiva educativa del "teatro en el museo" un medio para que tanto los niños de la escuela como los que visitan el museo de manera casual se sintieran atraídos por las actividades y pudieran participar de ellas, además de que las características del aprendizaje constructivo y el juego, encuentran correspondencia con esta perspectiva.

La característica esencial de esta propuesta es que los niños tengan la oportunidad de significar sus conocimientos de ciencias naturales situándolos en un contexto práctico de seguridad y prevención, con la intención de que al aplicarlos, los comprendan mejor y construyan una base sólida para seguir aprendiendo.

Aunque es una realidad que los niños conocen razones para no realizar acciones que ponen en peligro su seguridad pues a su alrededor hay personas que los guían y protegen, el propósito de este programa de actividades es también que los niños encuentren por sí mismos las causas de algunos accidentes en explicaciones cercanas a la ciencia y se responsabilicen de sus acciones partiendo de lo que saben (o lo que puedan aprender con las actividades) sobre su cuerpo y sobre algunos fenómenos externos.

Más adelante se presentarán concretamente las actividades que componen esta propuesta y un ejemplo de cómo estructurar las sesiones para trabajar con los niños, por ahora cabe destacar que se pretende dar forma a las sesiones como obras de teatro que puedan presentarse tanto dentro de los museos y en los escenarios informales donde, como ya se mencionó, atraen el interés del público casual, como en las aulas escolares donde, crean el ambiente de diversión y libertad requerido para el aprendizaje constructivo.

Las actividades experimentales darán cuerpo a las obras y podrán adaptarse dependiendo de los temas que quieran trabajarse, de las características de los niños o de los escenarios donde se presenten. Dentro de la puesta en escena, estarán incluidos los niños como parte sustancial, pues son ellos quienes deberán llevar a cabo las actividades y discutir al respecto.

Propósitos generales

Se pretende que como resultado de su participación en las diferentes sesiones u obras que surjan de la propuesta, los niños de primaria comprendan que la ciencia no tiene por qué ser aburrida y la apliquen para prevenir accidentes comunes, tener una vida más segura y desarrollar un sentido crítico y de cuestionamiento sobre sus actividades cotidianas.

Por otro lado, también se busca que las demostraciones (al ser llevadas a la escuela) aporten a los docentes estrategias alternativas para tratar temas de ciencia en el ámbito formal.

Por último, se busca que las personas que recurran a esta propuesta, se vean impulsadas a desarrollar los guiones para las sesiones y a proponer otras experiencias que hagan referencia a diversos temas científicos que puedan desarrollarse con niños y niñas de primaria, así el programa tiene la posibilidad de replicarse y crecer. Aunado a esto, el actualizar las actividades constantemente asegura, en el caso de que el programa sea llevado a las escuelas, que los alumnos participen de variadas y novedosas experiencias a lo largo de su trayectoria escolar.

Sobre las actividades

Las actividades propuestas están planeadas para desarrollarse como retos, pensando en que cuando se plantea a los niños un problema se les motiva a reflexionar sobre las posibles soluciones. Ello permite que el niño se sienta libre de pensar y encontrar la mejor manera de solucionar la situación, lo que no sucedería si se le invitará simplemente a realizar los experimentos siguiendo las instrucciones.

En el caso de las sesiones para niños de primero a tercero, dos personajes tipo juglares (Sifo y Timo), que fungirán como guías y facilitadores de las actividades, plantearán los retos a los niños, les harán preguntas para conocer su opinión acerca de la explicación científica en la que está basada la actividad y los motivarán a reflexionar sobre cuestiones de seguridad y prevención de accidentes relacionados con los temas que se aborden.

Uno de los juglares, Sifo, es el que siempre conoce las respuestas correctas y Timo sólo hace inferencias absurdas para divertir a los niños y hacerlos pensar. La función de los juglares es guiar a los niños, partiendo de los conocimientos que éstos ya traen, haciéndoles preguntas para que lleguen a sus propias conclusiones sobre las explicaciones científicas que subyacen a las experiencias; motivarlos a discutir los temas y guiar la reflexión sobre seguridad. Todo con el objetivo de asegurar la participación de los alumnos y la búsqueda del aprendizaje significativo.

Como se mencionó antes, uno de los elementos del constructivismo que se retoma en esta propuesta es la importancia de adaptar los contenidos al nivel de desarrollo de los participantes, por lo que el programa de actividades está dividido en dos partes, la primera con actividades aptas para niños de primer, segundo y tercer grados y la segunda con actividades aptas para niños de cuarto a sexto. Cada uno de estos bloques tiene sus propias actividades y

objetivos. En el primero se desarrollan las actividades para niños de primer a tercer grados, denominadas **"Cómo nos engaña el cuerpo"** En este bloque se abordan cuatro ejes temáticos:

- Vista
- Tacto
- Oído
- Gusto y Olfato

El referente sobre seguridad de las actividades para los niños más pequeños toca los siguientes temas:

- Caídas
- Ahogamientos
- Quemaduras
- Atropellamientos
- Ingestión de líquidos desconocidos

Cada eje temático contiene una lista de preguntas sobre seguridad en las que los juglares pueden apoyarse para promover la reflexión y dirigir la participación de los niños.

Los ejes temáticos están integrados por tres actividades que incluyen una lista de materiales, la guía para realizarlas, los resultados que se obtienen y una breve explicación científica en términos comprensibles para los niños. Todas las actividades que conforman el bloque comparten objetivos.

Las explicaciones científicas de las actividades hacen referencia al cuerpo, en otras palabras, se explica cómo funcionan los sentidos y cómo es que a veces éstos nos engañan en las percepciones poniendo en peligro nuestra seguridad. Sin embargo, la idea no es que los niños piensen que las ilusiones perceptuales siempre son peligrosas; sino que se den cuenta que el cuerpo, además de permitirnos percibir, todas las cosas que nos rodean, a veces también nos da la oportunidad de imaginar y sentir que hay cosas que en realidad no están. La idea es discutir acerca de las capacidades y limitaciones de los sentidos y descubrir cómo partir de lo que se conoce del propio cuerpo (de nuestras percepciones y sensaciones) para cuidarse, pero también para divertirse.

Las experiencias sugeridas para esta sección son muy concretas pues para los niños pequeños es difícil interpretar información abstracta. Se propone que la duración de las sesiones sea máximo de una hora, primero para que no sean tediosas o aburridas para los niños y segundo para que sean accesibles al ritmo de trabajo de las escuelas y den tiempo a los visitantes de los museos de realizar un recorrido completo por las salas.

El objetivo principal de las actividades para primero a tercero es que los niños comprendan que no siempre pueden confiar en la información que proporcionan los sentidos y reflexionen acerca de algunos accidentes que pueden evitarse si tienen eso en cuenta.

Para los grados de tercero a sexto, se presentan 28 actividades denominadas **"¡A que no puedes..!"** Se trata de cuatro ejes temáticos integrados por siete actividades cada uno. Los cinco ejes son:

- Está de gravedad
- Fuerzas a fuerzas
- Fluidos engañosos
- Enérgicos con la energía

Cada uno de los ejes tiene sus propios objetivos y las experiencias que los conforman incluyen también la lista de materiales, la guía para realizarlas, los resultados que se obtienen, y breves explicaciones científicas accesibles a los niños.

Las explicaciones científicas para este bloque tienen que ver con los fenómenos que ocasionan los accidentes y no son tan sencillas como las del bloque anterior, ello con el afán de adaptarlas al nivel de desarrollo cognitivo de los niños, apoyándolo e impulsándolo, para que logren esquemas más complejos.

La duración de las sesiones es también de una hora y se pueden incluir experiencias de un sólo eje temático o de varios.

Para las sesiones de cuarto a sexto se recomienda que los personajes que representen las obras, tengan características diferentes, por ejemplo un científico loco y su ayudante, que aunque podría parecer un tema trillado, se adapta mejor a las actividades que se proponen y a las características de los niños más grandes.

A diferencia de las actividades para primero, segundo y tercero, que abordan un mismo tema (el funcionamiento de los sentidos) y siguen una línea de seguridad parecida, cada eje temático en las actividades que se proponen para los niños mayores, trata cuestiones de seguridad diferentes. Por ejemplo "esta de gravedad" se refiere principalmente a caídas producidas por una mala posición; "fuerzas a fuerzas" habla sobre esfuerzos innecesarios que podrían lastimar el cuerpo; en "fluidos engañosos" se abordan varios temas: ahogamientos, accidentes con la loza, accidentes en la regadera, accidentes en la lluvia y accidentes con la olla express; en "enérgicos con la energía" trata sobre: electrocuciones, quemaduras, el funcionamiento de los extinguidores, el cuidado de los oídos y accidentes por no usar cinturón de seguridad.

El objetivo principal para las sesiones de cuarto a sexto es que los niños descubran algunas de las causas (con base en la ciencia) de accidentes comunes y que reflexionen acerca de cómo pueden prevenirlos.

En la sección VI.2 "Desarrollo de la propuesta" se expondrán los objetivos específicos de cada bloque de actividades, por ahora se presentan los objetivos generales del programa sobre ciencia y seguridad.

Objetivos terminales generales

1. Que los niños tengan un acercamiento lúdico con la ciencia
2. Que los niños identifiquen que el conocimiento científico es útil en la vida diaria
3. Que los niños sean libres de explicar los conocimientos que poseen y de discutirlos, para distinguir la teoría que sustenta las actividades
4. Que los niños identifiquen las posibles causas de algunos accidentes a partir de explicaciones objetivas basadas en la ciencia
5. Que los niños tengan la posibilidad de construir significados prácticos de los conocimientos que poseen

Sobre los facilitadores

Se propone que los facilitadores, que lleven a cabo la propuesta de actividades sean estudiantes de teatro o de ciencias (interesados en hacer teatro), que puedan elegir llevar a cabo este programa como servicio social o como proyecto tutorial dentro del Programa de Becas que ofrece la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC), ya sea en el Museo de las ciencias Universum o en el Museo de la Luz, para lo cual deberán cubrir con los requisitos que su escuela considere en el caso de servicio social y con los siguientes requerimientos en el caso de aspirar al programa de becas ¹:

- haber sido estudiante inscrito, por lo menos durante dos años anteriores a la fecha de solicitud de beca
- tener un promedio general de 8.5
- haber cubierto el 50% de créditos de licenciatura
- ser menor de 25 años en el momento de presentar la solicitud de beca
- no haber causado baja en el programa de becas por incumplimiento en años anteriores

Por otro lado es necesario que, tanto los alumnos de servicio social como los aspirantes a beca cuenten con las siguientes características:

- Posean habilidades histriónicas
- Conozcan los temas científicos que se abordan
- Tengan interés por el trabajo con niños
- Cumplan con un período de capacitación dentro de la DGDC

¹ Tomado del manual de becarios de la DGDC 2003

CUADRO 1

	VISTA	TACTO	OÍDO	GUSTO Y OLFATO
CIENCIA DETRÁS	- Estructura y función del ojo - Estructura y función de la retina - Del ojo al cerebro	- La piel de nuestro cuerpo - El tacto - Los sistemas cinestésico y vestibular	- Estructura y función del oído - Del oído al cerebro	- El sistema olfatorio - El sistema gustativo ¿Cómo saboreamos?
CIENCIA NIÑOS	¿Cómo vemos?	¿Cómo sentimos?	¿Cómo escuchamos? - Los sistemas cinestésico y vestibular	¿Cómo saboreamos?
IDEAS	Ideas de los niños acerca del funcionamiento y utilidad de los sentidos			
ACTIVIDADES	- Un hoyo en la mano - Una moneda que desaparece - Bandera de tres colores	¿Cuántos sientes? - Caliente o frío ¡Adivina qué es!	- Como una campana ¿De dónde proviene? ¡A girar!	- Papas por manzanas ¿A que huele? - Bomba apestosa
SEGURIDAD	Algunas preguntas para guiar la discusión con los niños			

VII.2 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Objetivos específicos y experiencias de aprendizaje para primer, segundo y tercer grados

Debido a que los niños de primero a tercero de primaria no han estructurado esquemas de pensamiento que les permitan acceder a conceptos abstractos y a que su razonamiento es intuitivo, guiado principalmente por la percepción, las demostraciones propuestas para este bloque de actividades son experiencias concretas y sencillas a partir de las cuales los niños podrán reflexionar acerca del funcionamiento de sus sentidos.

Las experiencias denominadas "*cómo nos engaña el cuerpo*" consisten en ilusiones perceptuales con las que se pretende, de manera sencilla y divertida, mostrar las capacidades y limitaciones de los cinco sentidos básicos. Están divididas en cuatro ejes temáticos: vista, gusto y olfato, oído y tacto. Para cada uno de los ejes se proponen tres actividades que abordan el mismo tema desde diferentes ángulos; algunas son ilusiones propiamente dichas y dan pie para hablar de las limitaciones de los sentidos; otras son experimentos que ilustran el funcionamiento normal de los órganos sensoriales.

Con la finalidad de ofrecer a los facilitadores información suficiente que les permita desarrollar las actividades con los niños, cada uno de los ejes temáticos está dividido en cinco secciones como se muestra en el cuadro 1:

1. LA CIENCIA DETRÁS: Esta sección contiene la información mínima general que los facilitadores deben conocer sobre los órganos de los sentidos
2. LA CIENCIA PARA NIÑOS: Esta sección contiene información básica general sobre el funcionamiento de los sentidos, en términos accesibles para los niños
3. LAS IDEAS DE LOS NIÑOS: Este apartado expone algunas de las ideas o concepciones que los niños tienen acerca del funcionamiento y utilidad de los sentidos¹
4. ACTIVIDADES SUGERIDAS: En esta sección se ofrece la lista de materiales, el procedimiento, los resultados y una explicación breve para cada actividad
5. IDEAS PARA DISCUTIR SOBRE SEGURIDAD: Se sugieren algunas preguntas para guiar la discusión con los niños

Se espera que en estas cinco secciones el facilitador encuentre toda la información que necesite para abordar los temas con los niños y para que tenga noción de cómo piensan y de la información científica que sustenta las actividades, de manera que pueda sentirse seguro y capaz de responder las preguntas que pudieran surgir, dirigir las discusiones y ayudar a los niños, en la medida de lo posible, a poner a prueba sus hipótesis y dar significado a los conocimientos que poseen.

Por otro lado las ideas sobre seguridad servirán para situar los contenidos científicos dentro de un contexto cotidiano, de este modo queda cubierto el

¹ La información que se incluye en esta sección se obtuvo por medio de entrevistas con alumnos del Colegio Madrid debido a que no se encontró literatura al respecto.

objetivo de que los niños descubran que las ciencias pueden aplicarse a la vida diaria.

No es necesario que la información de la sección dos (ciencia para niños) se desarrolle o se exponga de manera literal, de hecho se pretende trabajar principalmente con lo que los niños ya saben pues el objetivo es que puedan darle un significado propio y que lo apliquen en el cuidado de sí mismos sin embargo, los juglares pueden apoyarse en ella en caso de que los niños tengan dudas o pidan explicaciones. Ellos podrán adaptarla y/o enriquecerla dependiendo de las características de los niños y del contexto en el que presente, ya sea la escuela o el museo.

Las ideas que se sugieren para discutir sobre seguridad pueden dirigirse directamente a los niños o incluirse dentro de las sesiones (puesta en escena) que desarrollen. En este caso se sugiere que la reflexión sobre seguridad esté incluida en la puesta en escena y que se aborde de manera muy literal la importancia que implica conocer nuestro cuerpo para cuidarlo y cuidarse. Los juglares marcarán la pauta para que los niños piensen cómo relacionar lo que saben sobre sus sentidos con cuestiones de seguridad, sin perder de vista que el reto es que los niños lleguen por sí mismos a los conceptos y no que los facilitadores los proporcionen desde el primer momento.

En el anexo 1 se presenta un ejemplo que muestra que algunas de las ideas sobre seguridad están incluidas en los diálogos de los personajes, no obstante también se da un espacio para que los niños aporten sus ideas sobre la utilidad (en términos de seguridad) que tiene el conocer cómo trabajan sus sentidos.

Por otro lado, es conveniente que exista congruencia entre las actividades y las explicaciones que se traten en las discusiones, que se haga referencia a cuestiones cotidianas y que se permita participar a los niños en todo momento. Esto dará orden y congruencia a la reflexión y ayudará a los niños a descubrir distintos puntos de vista, modificar esquemas de pensamiento ingenuos (en caso necesario) y a construir distintas hipótesis para explicar los eventos que experimentan; con todo lo anterior se optimiza el tiempo empleado en las actividades y se centra la atención, pues es más fácil involucrar a los niños en las experiencias, si existe congruencia entre las explicaciones y las actividades, si éstas se relacionan con su vida cotidiana y si se les da la oportunidad de participar activamente y de cuestionar y discutir con sus compañeros y con los juglares las explicaciones a las que han llegado basados en su experiencia.

Durante las sesiones se intentará que los niños tengan una participación activa, buscando que la mayoría tenga la oportunidad de solucionar los retos; por supuesto siempre sin presionarlos y respetando todo lo que digan y hagan. Para lograrlo, los juglares pueden valerse de preguntas o de los propios comentarios que los niños hagan y apoyarse de las recomendaciones que se sugieren en el anexo 2.

Es muy importante que los juglares tengan presente en todo momento el hecho de que los niños llegan por su cuenta a conclusiones y explicaciones sobre el mundo que los rodea (que tienen sentido para ellos) con base en las experiencias que viven. Si no se tomaran en cuenta las hipótesis que ellos se han formulado para explicar su realidad, podrían estarse imponiendo las respuestas "correctas", obligándolos a aprender de memoria, lo cual dista de ser el objetivo de este programa.

Por otro lado, trabajar con las ideas de los alumnos es un buen punto de partida para generar la discusión y dar sentido a las actividades, pues es a partir de la experiencia que las hipótesis se cuestionan, se modifican y se reconstruyen.

El ejemplo que se presenta detalladamente en el anexo 1, muestra una sesión demostrativa para niños de primero, segundo y tercero, incluye una actividad de cada eje, específicamente:

- Vista: "Un hoyo en la mano"
- Oído: Una variación de la actividad "¿De dónde proviene?"
- Tacto: ¡Adivina qué es!
- Gusto y olfato: Papas por manzanas

Las dos actividades restantes de cada eje apoyan los mismos contenidos y pueden adaptarse para crear otras sesiones.

Objetivos específicos

- Que los niños se diviertan mientras están en contacto con temas científicos
- Que los niños lleguen a sus propias conclusiones ayudados por la discusión en grupo y por la dirección de los facilitadores (construcción del conocimiento)
- Que los niños tengan una primera aproximación con el conocimiento acerca de cómo funcionan los sentidos
- Que los niños analicen, a partir de su experiencia, que lo que se percibe no siempre corresponde al estímulo real
- Que los niños tengan acceso a explicaciones objetivas sobre algunas causas de accidentes comunes, al relacionar los conocimientos científicos con la seguridad
- Que los niños analicen las capacidades y limitaciones de los sentidos perceptuales
- Que los niños sean capaces de identificar situaciones potencialmente riesgosas y deduzcan por qué deben evitarlas
- Que los niños reflexionen sobre accidentes que pueden evitarse aplicando los conocimientos teóricos que poseen sobre los sentidos y las ilusiones perceptuales

🕒 VISTA

- Un hoyo en la mano
- Una moneda que desaparece
- Bandera de tres colores

🕒 TACTO

- ¿Cuántos sientes?
- Caliente o frío
- ¡Adivina qué es!

🕒 OÍDO

- Como una campana
- ¿De dónde proviene?
- ¡A girar!

🕒 GUSTO Y OLFATO

- Papas por manzanas
- ¿A que huele?
- Bomba apestosa



LA CIENCIA DETRÁS

El propósito del sistema visual es transformar el estímulo visual en energía nerviosa. Al proceso de conversión de una forma de energía en otra se le llama transducción y, por tanto, los órganos de los sentidos sirven como transductores.

Estructura y función del ojo

Las partes visibles del ojo, desde afuera, son la esclerótica, la córnea, el iris y la pupila.

El ojo tiene dos compartimentos, cada uno lleno con un material diferente: el humor acuoso que nutre la córnea y el humor vítreo que ayuda a mantener la forma del globo ocular. En la parte anterior del ojo se encuentra la córnea que es una membrana clara que se encuentra frente al iris (la parte de color). La córnea se une con la esclerótica (la parte blanca del ojo) y protuye ligeramente. Su función es ayudar a desviar los rayos luminosos que entran del exterior, con el fin de que caigan directamente sobre la superficie del globo ocular. En otras palabras refracta los rayos luminosos para enfocarlos sobre la retina.

Detrás de la pupila está localizado el cristalino, que es un cuerpo esférico transparente. El cristalino se encarga de enfocar las ondas luminosas sobre los fotorreceptores localizados en la parte posterior del ojo. La forma del cristalino cambia para hacer que los objetos cercanos y alejados estén en foco y es controlada por los músculos ciliares.

Estructura y función de la retina

La retina es la capa de células receptoras para la luz, o fotorreceptores y de células nerviosas, esta capa absorbe los rayos luminosos y los convierte en información que puede ser transmitida por las neuronas.

La retina contiene a la fovea, que es el punto de mayor agudeza visual y al disco óptico (punto ciego) que es el punto donde no existen receptores luminosos y por donde salen las fibras nerviosas del ojo hacia el cerebro.

Los conos y los bastones son las dos clases de fotorreceptores que transducen la información luminosa en información neural. Difieren en su reacción al cambio de condiciones de iluminación brillante al de escasa iluminación (adaptación a la oscuridad). Los conos se adaptan rápidamente pero son relativamente insensibles. Los bastones se adaptan mas lentamente pero permiten ver en condiciones de escasa iluminación.

Los conos y los bastones también difieren en su reacción a un cambio de condiciones de escasa iluminación a condiciones de iluminación brillante (adaptación a la luz). Los conos se adaptan rápidamente permitiéndonos ver de manera clara. Los bastones son rápidamente blanqueados y nos son funcionales en condiciones de iluminación brillante.

Los conos permiten la visión a color en condiciones de buena iluminación. Se localizan en la retina pero se concentran en la fovea. Como resultado, la agudeza de los conos es excelente pero su sensibilidad es pobre.



Los bastones, que permiten la visión en blanco y negro en condiciones de poca iluminación, se encuentran en la parte de la retina fuera de la fovea. Como resultado, la agudeza en la región de los bastones es pobre, pero la sensibilidad es excelente.

Del ojo al cerebro

El sistema visual tiene dos clases de entrecruzamientos: 1) el material visual es invertido por el cristalino sobre la retina y 2) en el quiasma óptico, (el punto donde los dos nervios ópticos se juntan) la mitad de las fibras de cada nervio se entrecruzan. El resultado de estos entrecruzamientos es que todo lo que proviene del lado izquierdo del campo visual termina en el lado derecho de la retina de cada ojo y todo lo que viene del lado derecho del campo termina en el lado izquierdo de cada retina.

La razón por la cual los humanos somos capaces de ver el mundo tridimensionalmente se debe a que existen ligeras diferencias en las imágenes formadas por las dos retinas. El entrecruzamiento que tiene lugar en el quiasma lleva la información principal de cada ojo a la misma región de la corteza visual donde puede combinarse para formar una sola imagen completa.

LA CIENCIA PARA NIÑOS

¿Cómo vemos?

Los órganos de los sentidos están comunicados con el cerebro, que se encuentra dentro de la cabeza y forma parte del sistema nervioso.

El sentido de la vista necesita que la luz entre a los ojos para detectar todo lo que se encuentra alrededor. Cada uno de mis ojos tienen un círculo de color ¿lo has visto? Esa parte del ojo se llama iris. En el centro del iris se puede ver un punto negro conocido como pupila. Ese punto es en realidad un agujero por donde entra la luz.

Cuando está oscuro la pupila se hace más grande para poder captar la poca luz que hay. En cambio cuando está muy luminoso la pupila se hace pequeña para que no entre tanta luz. Cuando está oscuro la pupila se hace más grande para poder captar la poca luz que hay. En cambio cuando está muy luminoso la pupila se hace pequeña para que no entre tanta luz.

En el fondo del ojo están las células que se comunican con el cerebro, ellas le dicen a tu cerebro lo que estás viendo y nos ayudan a percibir los colores y las formas de las cosas. Las células que perciben los colores se llaman conos y necesitan mucha luz para funcionar bien. Las células que ven en blanco y negro se llaman bastones y no necesitan tanta luz como los conos.

¿Sabías que pocos animales podemos ver a colores?

Los seres humanos además también podemos ver con los dos ojos al mismo tiempo lo que nos permite tener noción de la distancia ¿te has dado cuenta que algunos animales sólo ven con un ojo a la vez?

¿Qué función crees que cumplen el párpado, las pestañas, las cejas y las lágrimas?

¿Sabías que las zanahorias mejoran la vista porque contienen una sustancia que se llama caroteno que es buena para los ojos? Si no me crees fíjate en los conejos ¿has visto alguno que use anteojos?



LAS IDEAS DE LOS NIÑOS ¹

- El sentido de la vista está en los ojos
- El sentido de la vista sirve para ver todas las cosas, los árboles, las personas, la mesa, los plumones de colores
- Las personas vemos en colores, sólo las películas se ven en blanco y negro
- No podemos ver todo, por ejemplo el aire, el viento y los fantasmas no los podemos ver
- No podemos ver otros países
- No vemos con todo el ojo, sólo con lo negrito que está dentro de lo café
- Todo lo que vemos se va al cerebro y él piensa qué es lo que estamos viendo
- Los ciegos ven con las manos
- Los ciegos ven con el bastón o con el perro que los guía
- Con la vista podemos ver de cerca y de lejos, depende de lo que haya enfrente, por ejemplo si no hay nada podemos ver el cielo

ACTIVIDADES SUGERIDAS

1. Un hoyo en la mano

Se necesita:

- Media hoja de papel

Para hacerlo:

- a) Enrollar la hoja de papel como si fuera un tubo con un diámetro del tamaño del ojo
- b) Sostener el tubo frente al ojo derecho
- c) Mantener ambos ojos abiertos jeso es muy importante!
- d) Mientras se miran diferentes puntos, acercar la mano izquierda frente al ojo del mismo lado, descansándola sobre el costado del tubo de papel

Qué pasa:

Da la impresión de que la palma de la mano tiene un hoyo

Explicación:

Generalmente las imágenes que reciben cada uno de los ojos son proyectadas en la retina y se enciman para formar una sola en el cerebro. En este caso el tubo restringe la visión de los dos ojos y al encimarse lo que cada uno ve se produce la imagen de la mano con un hoyo en el centro. El ojo derecho mira a través del tubo a la vez que el izquierdo mira la palma de la mano, cuando estas imágenes se enciman el mensaje que envían al cerebro es el de una mano perforada.

2. una moneda que desaparece

Se necesita:

- Un vaso de cristal
- Un plato de cristal

¹ Tomadas de entrevistas hechas en el Colegio Madrid



- ▶ Agua
- ▶ Una moneda

Para hacerlo:

- a) Colocar una moneda sobre la mesa
- b) Llenar el vaso con agua hasta el borde
- c) Poner el vaso sobre la moneda
- d) Descansar el plato sobre el vaso
- e) Intentar ver la moneda por arriba del plato

Qué pasa:

La moneda no puede verse por arriba del plato. Sólo es posible verla por un costado del vaso.

Explicación:

Para que podamos ver, la luz debe ser reflejada por los objetos y ésta debe llegar a nuestros ojos. ¿Por qué si la luz que refleja la moneda pasa por el agua que es transparente, no la podemos ver?

El sitio por donde sale la luz reflejada está tapada por el platito.

Los rayos de luz se desvían cuando pasan de una sustancia transparente a otra, lo que ocasiona que se mueva la imagen de la moneda. Sólo es posible ver la moneda cuando está abajo del vaso lleno de agua, pero si se mira desde arriba del vaso, éste lo impide.

3. bandera de tres colores...

Se necesita:

- ▶ dos hojas blancas
- ▶ plumones de color verde y rojo
- ▶ cinta adhesiva
- ▶ reloj o cronómetro

Para hacerlo:

- a) Dibujar sobre una de las hojas blancas una bandera de México, que en lugar de ser verde, blanco y rojo, será rojo, blanco y verde
- b) Pegar el dibujo y la hoja restante, una al lado de la otra, sobre la pared a la altura de los ojos
- c) Mirar el dibujo fijamente durante un minuto entero, intentando no mover los ojos hacia otros lados y parpadeando tantas veces como sea necesario
- d) Después de mirar la bandera durante un minuto, apartar la mirada del dibujo y ver la hoja blanca. Parpadeando varias veces

Qué pasa:

En la hoja blanca aparecerá la imagen de la bandera de México, como es realmente. La bandera que originalmente era rojo, blanco y verde, se verá verde, blanco y rojo.

Explicación:

En la retina existen células encargadas de percibir los colores, se llaman conos. Son sensibles a los colores primarios o sea rojo, amarillo y azul. Al mirar un objeto de color rojo, los conos envían un mensaje al cerebro para avisarle que el objeto es de color rojo.



Al ver un objeto de color verde, los conos que perciben el amarillo y el azul se activan y envían mensajes al cerebro para que sepa que el objeto es verde.

Al mirar la hoja blanca, se estimulan las tres clases de conos, pero como los rojos están cansados sólo responden los azules y los amarillos, entonces lo que antes era rojo ahora se ve verde.

Lo mismo pasa con los conos amarillos y azules que percibieron el verde en el dibujo, al estar cansados, cuando miras la hoja blanca sólo responden los rojos y lo que era verde en el dibujo, en la hoja se ve rojo.

IDEAS PARA DISCUTIR SOBRE SEGURIDAD

- o Si no podemos confiar siempre en lo que vemos, te imaginas ¿qué pasaría si al tratar de cruzar una calle calculáramos mal la distancia entre nosotros y un coche?
- o ¿o qué pasaría si al intentar sacar algo del fondo de una alberca o una fuente nos falla el cálculo?
- o ¿qué crees que pasaría si utilizamos lentes oscuros o accesorios que nos impidan ver bien mientras andamos en bicicleta o corremos?
- o ¿cómo crees que podemos evitar accidentes utilizando lo que acabamos de aprender?
- o ¿qué colores o figuras conoces que tengan un significado que intente alertarnos sobre algo?
- o En ocasiones jugamos bruscamente con palos, lápices o tijeras y corremos el riesgo de clavarlas en nuestros ojos. ¿Qué tipo de juegos crees que podrían ser peligrosos para nuestros ojos?



TACTO

LA CIENCIA DETRÁS

La piel es nuestro sistema sensorial más grande. Contiene muchas clases de receptores, los cuales tienen terminaciones nerviosas que llevan la información a la corteza somatosensorial del cerebro.

El tacto incluye la información producida por la deformación de la piel, esto es, la piel resulta ligeramente distorsionada al tocar o ser tocada por un objeto. Nuestro sentido del tacto surge de la estimulación de diferentes tipos de receptores, de los cuales los más estudiados son las terminaciones nerviosas encapsuladas llamadas corpúsculos de Pacini, que son los órganos terminales sensoriales más grandes del cuerpo y son muy sensibles a las depresiones de la piel. Estos receptores están localizados estratégicamente y hay unos 1000 a 1500 en la palma de cada mano. La estimulación de los receptores produce disparos de los nervios dirigidos al cerebro.

La actividad somatosensorial se produce por la estimulación de los receptores de la piel en una de dos formas: en el tacto pasivo, cuando un objeto es colocado sobre la piel; o en el tacto activo, cuando el sujeto activa interacciones con el medio explorando objetos y tocándolos.

La percepción de los objetos por medio del tacto recibe el nombre de percepción táctil, la cual incluye ocasionalmente, colocar una mano sobre un objeto sin realizar ningún movimiento. Sin embargo es más frecuente que busquemos información sobre los objetos por lo que movemos las manos explorando activamente sus características. El tacto nos permite percibir las características estructurales de las cosas como la forma o el tamaño aunque la visión es más eficaz en esta tarea, sin embargo, el tacto funciona mejor para la percepción de la dureza y la aspereza.

El sentido del tacto también es útil para percibir sensaciones como el dolor o la temperatura, lo que depende de la parte del cuerpo que es estimulada, la cantidad de piel expuesta y la velocidad del cambio en el caso de la temperatura.

Los sentidos cinestésico y vestibular están asociados al tacto y son los sentidos que nos dan información acerca del movimiento y la conservación de la postura erguida.

La cinestesia se refiere a la sensación de movimiento y la sensación de un miembro estático. Las fuentes de información acerca de la cinestesia incluyen el monitoreo de las órdenes enviadas a los músculos proveniente de los receptores sensoriales, complementada por la información visual, auditiva y táctil.

Los receptores cinestésicos incluyen a los órganos tendinosos de Golgi, los corpúsculos de Pacini y terminaciones nerviosas libres.

El sentido vestibular tiene que ver con la orientación, el movimiento y la aceleración. Los receptores vestibulares se encuentran cerca de la cóclea del sistema auditivo. Los tres canales semicirculares que conforman la cóclea están llenos de líquido y se encuentran limitados por las células ciliadas. Las personas sólo notamos estimulación de este sistema cuando los receptores sensoriales son



estimulados de forma inusual por ejemplo cuando giramos o cuando flotamos en el agua.

CIENCIA PARA NIÑOS

Los órganos de los sentidos están comunicados con el cerebro, que se encuentra dentro de la cabeza y forma parte del sistema nervioso.

La piel cubre todo el cuerpo y lo mantiene en contacto directo con el medio exterior, o sea con todas las cosas. A través de la piel podemos percibir sensaciones agradables, como las caricias y desagradables, como cuando nos lastimamos. Gracias a la piel podemos distinguir las distintas formas, consistencias y texturas. También podemos saber qué tan frío o caliente está lo que tocamos, incluso con los ojos cerrados o tapados.

En toda la piel existen células que le dicen al cerebro lo que sentimos para que él nos ayude a reconocer lo que estamos tocando.

La sensibilidad al dolor es muy importante, pues nos ayuda a evitar las heridas, quemaduras y otras lesiones al avisarnos de la presencia de aquellos elementos que las provocan.

LAS IDEAS DE LOS NIÑOS ¹

- El sentido del tacto está en la mano.... bueno en toda la piel
- El sentido del tacto está en todo el cuerpo
- A veces el sentido del tacto también está en la lengua, cuando sentimos si la comida está caliente o fría
- Con los labios también sentimos si está caliente o frío
- El sentido del tacto sirve para sentir las cosas
- Algunas cosas, como este mantel, se sienten rasposito, pero hay cosas como el fierro que se sienten duras y frías
- Con el sentido del tacto sentimos si las cosas están calientes o frías
- Cuando nos caemos el sentido del tacto nos hace sentir el dolor
- El sentido del tacto está en el pellejo
- Cuando nos acarician se siente rico en la piel
- El tacto sirve para sentir las cosas, el dolor y si está caliente o frío
- No en todo el cuerpo se siente igual, por ejemplo si te pegas en el codo te da como un calambre y si te sientas mucho tiempo sobre tu pie se te duerme
- Cuando te ponen anestesia no sientes
- Cuando te ponen anestesia se siente raro, se siente alzado como gordito
- El tacto esta en la yema de los dedos ... bueno en todos lados, en todo el cuerpo
- Lo que tocamos se va al cerebro, él piensa y nos dice qué es lo que estamos sintiendo
- Nosotros no podemos tocarnos el cerebro, él piensa qué es lo que tocamos

¹ Tomadas de entrevistas hechas en el Colegio Madrid



ACTIVIDADES SUGERIDAS

1. ¿cuántos sientes?

Se necesita:

- ▶ dos lápices con buena punta
- ▶ cinta adhesiva
- ▶ dos participantes
- ▶ una venda para los ojos

Para hacerlo:

- a) Cubrir los ojos de uno de los participantes
- b) Pegar los lápices con la cinta cuidando que las puntas queden a la misma altura
- c) El segundo participante tocará distintas partes del cuerpo del compañero que tiene los ojos vendados
- d) Este último tendrá que reportar cuántas puntas siente (una o dos)

Esta actividad puede desarrollarse por parejas o se puede pedir a un solo participante que se preste para recibir los piquetitos y para adivinar mientras los demás observan lo que él reporta.

Qué pasa:

La persona reporta una sola punta en los lugares del cuerpo poco sensibles, como la espalda o el antebrazo. Sin embargo, reportará dos puntas en lugares sensibles como el cuello, las orejas o la punta de los dedos.

Explicación:

Debido a que en algunas partes de tu cuerpo, como la espalda o el antebrazo, las terminaciones nerviosas son pocas, es difícil distinguir con precisión cuántas puntas te tocan. Sin embargo, en la punta de los dedos, en los labios o en el cuello las terminaciones son muchas y son más sensibles a los diferentes estímulos. ¿te has fijado que las heridas en los dedos duelen mucho?

Como las terminaciones nerviosas son las que nos ayudan a identificar los estímulos que provienen del exterior, entre más terminaciones existan en un punto específico de nuestro cuerpo más sensibles seremos en esas zonas.

2. ¡adivina lo que es!

Se necesita:

- ▶ Una caja de cartón con un hoyo por el que se pueda meter el brazo. Se sugiere que la caja tenga divisiones con un hoyo en cada una de manera que sólo se pueda tocar un objeto a la vez
- ▶ Objetos varios para meter en la caja. Es importante que los objetos sean distintos y que tengan diferentes texturas. Se propone un pedazo amorfo de piña con cáscara, unas semillas y arcilla fresca
- ▶ Guantes de plástico grueso

En esta actividad se trabajará en pequeños grupos y es necesario que cada uno cuente con los materiales, de manera que todos los niños tengan oportunidad de participar de la experiencia.

**Para hacerlo:**

- a) Llenar la caja con los distintos objetos sin que los participantes los vean.
- b) La caja deberá estar cerrada para impedir que los participantes descubran qué son los objetos antes de tocarlos
- c) Pedir a los participantes que se coloquen uno de los guantes en la mano y que traten de identificar los objetos de la caja
- d) Pedir a los participantes que se quiten el guante y que identifiquen los objetos
- e) Puede pedirse a los participantes que intenten reconocer el objeto con diferentes partes de su brazo o mano. Por ejemplo tocándolo sólo con la palma, con el antebrazo o con la punta de los dedos.

Qué pasa:

Es difícil reconocer los objetos con los guantes pues interferimos con la percepción al poner una barrera entre los receptores y los objetos.

Es más fácil adivinar qué es tocando los objetos con los dedos, en comparación con las demás partes de la mano.

Explicación:

La piel en nuestro cuerpo está formada por miles de células que transmiten información sobre lo que sentimos a nuestro cerebro. En algunas partes de nuestro cuerpo la piel es mucho más sensible porque contiene mayor número de esas células. Nuestros labios por ejemplo, están llenos de células y son una de las partes más sensibles de nuestro cuerpo.

Como vimos en la actividad anterior, las manos y en especial los dedos son mucho más sensibles que el antebrazo y es por eso que es más fácil identificar los objetos con ellos.

3. caliente o frío**Se necesita:**

- un participante
- tres recipientes con agua: uno con agua fría, otro con agua muy caliente (pero soportable) y otro a temperatura ambiente.
- una banda para tapar los ojos
- cronómetro

Para hacerlo:

- a) Cubrir los ojos de los participantes
- b) Sumergir su mano izquierda en el agua fría y la derecha en la caliente por tres minutos.
- c) Enseguida meter ambas manos en el agua a temperatura ambiente. Preguntarle cuál es la temperatura del agua del ese recipiente

Qué pasa:

Es difícil decir si el agua está fría o caliente

Explicación:

Es imposible contestar esa pregunta, porque el agua se siente tanto fría como caliente. Lo que ocurre es que el cerebro recibe señales conflictivas desde las manos. Una dice que el agua está caliente y la otra que está fría.

Caliente y frío se vuelven dos términos relativos pues depende de lo que se esté usando como referencia.



IDEAS PARA DISCUTIR SOBRE SEGURIDAD

El sentido del tacto es uno de los que más utilizamos en nuestro trato con el medio, nos sirve para conocer texturas, formas, temperaturas, etc.

- o ¿te imaginas qué pasaría si tocas algún traste que haya estado en la estufa, o si no tienes cuidado al tomar un líquido o comida caliente? Recuerda que los labios son muy pero muy sensibles
- o ¿qué crees que pase si no tienes cuidado cuando sales al campo y tocas una planta con espinas o ponzoñosa?
- o Como utilizamos las manos para conocer los objetos y para muchas otras cosas generalmente están sucias. ¿qué clase de cosas "raras" crees que contengan tus manos cuando no están limpias? ¿crees que sea importante que las laves antes de comer?
- o ¿crees que sea importante que las personas nos cuidemos de los rayos del sol?

Asolearse es saludable pero, al hacerlo, hay que evitar exponer la piel mucho tiempo al sol.

- o ¿qué clase de cosas conoces que sirvan para protegerse del sol?



OÍDO

LA CIENCIA DETRÁS

Estructura y función del oído

El oído consta de tres regiones anatómicas: oído externo, oído medio y oído interno.

El oído externo está formado por el pabellón auricular, lo que la gente generalmente llama oreja; el canal auditivo externo y la membrana timpánica.

Los pabellones auriculares son la parte mas obvia del oído y son importantes debido a que incrementan ligeramente la amplitud del sonido.

El canal auditivo externo tiene 0.8 cm de diámetro y 2.5 cm de largo. Esta estructura ayuda a mantener insectos, objetos pequeños y polvo alejados del tímpano, que es muy sensible. Además este conducto se comporta como un tubo de resonancia y puede amplificar algunas frecuencias de manera impresionante.

El tímpano o membrana timpánica es una membrana delgada que vibra en respuesta a las ondas sonoras.

Las ondas sonoras viajan a través del aire hasta que llegan al oído medio. El aire no ofrece mucha oposición al flujo de ondas sonoras. Sin embargo, dentro del oído interno, las ondas sonoras, deberán viajar a través de líquido, un medio que ofrece oposición al flujo. Esta resistencia al pasaje de las ondas se conoce como impedancia. Cuando la impedancia entre dos medios es diferente, resulta una desigualdad de impedancia y las ondas sonoras no pueden transmitirse de un medio a otro.

El oído medio alberga tres huesos (los más pequeños del cuerpo humano)- el martillo, el yunque y el estribo-, que son importantes para reducir los efectos de la desigualdad de impedancia entre la presión del aire y los líquidos del oído interno. Los huesecillos sirven para amplificar el sonido, sin embargo cuando un sonido es demasiado fuerte, los músculos del oído medio se contraen por reflejo para evitar que las estructuras del oído interno se dañen.

El oído interno consta de una estructura llamada cóclea, la cual está llena de líquido y alberga al órgano de Corti, estructura que contiene los receptores auditivos o células ciliadas que transducen la energía de presión de una onda sonora en la clase de energía eléctrica que puede transmitirse a las vías superiores del sistema auditivo. El órgano de Corti también incluye la membrana basilar que es la base del órgano y la membrana tectoria que descansa sobre la punta del órgano.

Del oído al cerebro

Así como la retina tiene dos clases de receptores para la visión, la cóclea posee dos clases de células ciliadas: la células ciliadas internas y las células ciliadas externas. La función de las células ciliadas es producir potenciales graduales que ocasionan potenciales de acción (disparos) en las células del nervio auditivo (proceso de transducción).

El nervio auditivo viaja del oído a la corteza auditiva en el cerebro, la cual está organizada tonotópicamente (por tonos); además algunas células en la



corteza responden a características complejas del sonido, como la percepción del habla y otras tareas auditivas complejas, como la percepción del movimiento.

LA CIENCIA PARA NIÑOS

Los órganos de los sentidos están comunicados con el cerebro, que se encuentra dentro de la cabeza y forma parte del sistema nervioso.

El movimiento que se necesita para que se produzca un sonido se llama vibración. Es como cuando jalas la cuerda de una guitarra o tensas una liga con el dedo. Las vibraciones que producen los objetos viajan a través del aire y es así como llegan a nuestros oídos. Los sonidos o vibraciones llegan a las orejas y entran por ahí a través de un conducto, que es el hoyito por donde nos limpiamos las orejas. Recuerda que nunca debes meter ningún objeto por ese conducto.

El sonido llega hasta una parte del oído que se llama tímpano que es como la tela de un tambor, sólo que es muy delgadita, ésta empieza a vibrar junto con el sonido. A partir de ahí las células que están en nuestro oídos convierten los sonidos en una señal que el cerebro puede interpretar, de esa manera nos damos cuenta de lo que escuchamos.

Para calcular el lugar de donde proviene el sonido, el cerebro compara la intensidad con la que se percibe en cada uno de tus oídos. Cuando la fuente de sonido está a la misma distancia de los dos oídos es complicado saber donde se encuentra.

Dentro de los oídos están también unas pequeñas estructuras que parecen caracoles, como los del mar. Los caracoles están llenos de un líquido que se mueve conforme se mueve nuestro cuerpo. Cuando giramos el líquido también da vueltas y cuando nos detenemos se queda un ratito girando solo, por eso nos sentimos mareados después de dar vueltas.

La sensación que experimentamos cuando estamos flotando en el agua también se debe al extraño movimiento del líquido de los caracoles del oído.

LAS IDEAS DE LOS NIÑOS ¹

- El oído sirve para escuchar
- Escuchamos todo lo que pasa en el mundo, voces, ruidos, motores, música

ACTIVIDADES SUGERIDAS

1. Como una campana

Se necesita:

- ▶ Una agujeta de 61 cm
- ▶ Una cuchara de metal

Para hacerlo:

- a) Amarrar al centro de la agujeta el mango de la cuchara de metal
- b) Amarrar a los extremos los dedos índices. Asegurándose de que ambos lados de la cuerda midan lo mismo de la cuchara hacia los dedos.

¹ Tomadas de entrevistas hechas en el Colegio Madrid



- c) Tapar los oídos con los dedos, dejando la cuchara suspendida libremente
- d) Golpear con la cuchara suavemente sobre una mesa

Qué pasa:

Se oye como una campana de iglesia

Explicación:

La cuchara vibra al golpearla contra la mesa. Estas vibraciones viajan a través de la cuerquita hacia los oídos. Nosotros podemos escuchar gracias a que nuestros oídos son capaces de percibir vibraciones.

Los objetos que vibran causan que el aire a su alrededor se mueva. Las moléculas del aire que vibran entran al oído donde las vibraciones continúan viajando a través de los huesos y los fluidos en el oído hasta que alcanzan las células que cargan la información hacia el cerebro.

2. ¿De dónde proviene?**Se necesita:**

- ▶ Dos tubos de plástico
- ▶ Dos embudos de plástico
- ▶ Un trozo de madera
- ▶ Cinta aislante
- ▶ Cinta adhesiva
- ▶ Trozo pequeño de gasa

En esta actividad se trabajará en pequeños grupos y es necesario que cada uno cuente con los materiales, de manera que todos los niños tengan oportunidad de participar de la experiencia.

Para hacerlo:

- a) Conectar los extremos de los tubos a los embudos
- b) Fijar los tubos con la cinta adhesiva al trozo de madera de forma que un embudo quede dirigido hacia la derecha y otro hacia la izquierda. Los extremos libres del tubo estarán dirigidos en sentido contrario a los embudos.
- c) Fijar con la cinta un trozo de gasa a los extremos libres de cada tubo
- d) Pedir a los participantes que, sin lastimarse, introduzcan a sus orejas los tubos por el extremo que tiene la gasa. El tubo que tiene el embudo dirigido hacia la derecha deberá entrar en el oído izquierdo. El tubo del embudo de la izquierda irá en el oído derecho
- e) Pedir al participante que vaya a hacer la prueba que cierre los ojos y que trate de descubrir de dónde vienen los sonidos que percibe
- f) Pedir a otro de los participantes que aplauda desde diferentes posiciones

Qué pasa:

Cuando cada una de nuestras orejas está conectada a un embudo que recoge los sonidos, y los dos tubos que conectan los dos embudos están entrecruzados, el cerebro se confunde y no puede distinguir de donde viene el sonido.

Explicación:

El sonido viaja en forma de vibraciones por el aire y, aunque no podemos verlo, nuestros oídos detectan esas vibraciones y lo podemos percibir.



El hombre posee dos oídos no sólo capaces de captar el sonido, sino también de determinar de dónde procede. El sonido llega a un oído un poco antes que al otro. Esa diferencia hace que el cerebro pueda calcular con precisión el origen de lo que se escucha.

En este experimento se engaña al cerebro invirtiendo las señales que llegan a los oídos.

3. ¡A girar!

Se necesita:

- Un participante

Para hacerlo:

- a) El participante deberá girar rápidamente cinco veces y posteriormente
- b) Sentarse en una silla o en el piso

Qué pasa:

Cuando se detienen los giros, queda la sensación de estar mareado

Explicación:

El líquido que está en los conductos de los oídos se mueve conforme el cuerpo gira. Cuando el cuerpo se detiene el líquido sigue moviéndose y para el cerebro es como si continuara girando.

IDEAS PARA DISCUTIR SOBRE SEGURIDAD

- o ¿crees que el ruido que producen los coches puede darnos información acerca de la distancia a la que se encuentran y la dirección de donde provienen?
- o Los sonidos que producen los animales nos hablan sobre su estado de ánimo ¡cuidado con los perros ladrones!
- o Las alarmas son sonidos que nos advierten sobre el peligro ¿qué clase de alarmas conoces? ¿para qué sirven?
- o ¿cómo puedo jugar a girar sin lastimarme?
- o ¿qué clase de sonidos crees que podrían lastimar tus oídos?

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA



GUSTO Y OLFATO

LA CIENCIA DETRÁS

El sistema olfatorio está conformado por la cavidad nasal y el epitelio olfatorio. La cavidad nasal es el espacio vacío que se encuentra detrás de cada narina. El aire que contiene los olores, llega a la cavidad a través de dos vías. Cuando llevamos aire hacia adentro, en la inhalación, y cuando proviene de la parte posterior de la garganta, al masticar, beber o respirar por la boca.

En la parte superior de la cavidad se encuentra el epitelio olfatorio, que es la superficie que contiene a los receptores que captan los olores. El olfato tiene una sola clase de receptores y cada uno de ellos tiene pequeños cilios o "pelos" que sobresalen, estas células, a diferencia de los receptores de los sentidos de la vista o los del oído entran en contacto directo con el estímulo.

Los receptores del epitelio se forman de manera constante durante toda la vida. Cada uno funciona menos de ocho semanas y luego es reemplazado.

Una estructura localizada por arriba de los receptores es el llamado bulbo olfatorio, el cual desempeña el primer procesamiento de las señales que provienen de los receptores del olfato. El bulbo olfatorio es, de hecho, la terminación agrandada de los lóbulos olfatorios que se encuentran en la parte frontal del cerebro.

El gusto se refiere sólo a percepciones que resultan de sustancias que entran en contacto con receptores especiales localizados en la boca. Aunque existe cierta controversia, la mayoría de los investigadores cree que los humanos podemos saborear cuatro clases diferentes de estímulos básicos: dulce, amargo, salado y agrio.

Los receptores del gusto llamados corpúsculos gustativos, se localizan en toda la boca, sin embargo la mayor parte de la investigación y análisis se concentra en los receptores que se encuentran en la parte superior de la lengua. Los corpúsculos gustativos se localizan en forma de pequeñas protuberancias sobre la lengua y son considerados papilas. Las papilas más pequeñas no contienen corpúsculos gustativos.

Los corpúsculos gustativos tienen una vida media de unos diez días y son continuamente reemplazados. Los receptores gustativos tienen microvellosidades que pueden tocar las moléculas del gusto que se encuentren en la saliva, cada corpúsculo responde a por lo menos una clase de sabor.

Los sabores agrios son más perceptibles a los lados de la lengua. Los amargos en el paladar blando y los salados y dulces en la punta de la lengua; la parte central de la lengua es relativamente insensible a todos los sabores.

Los nervios de la boca y la garganta viajan hacia una parte del cerebro llamada tálamo y de ahí la información es transmitida hacia la corteza somatosensorial.

El olfato y el gusto han sido llamados sentidos químicos y contribuyen de manera significativa a la percepción del sabor; el olfato y el gusto interactúan y probablemente nunca se encuentren separados, existen investigaciones que demuestran que las personas reconocen mejor un alimento (sin verlo) cuando se les permite oler además de probar.



LA CIENCIA PARA NIÑOS

El sentido del gusto se localiza en la lengua, nos permite identificar el sabor de los alimentos. Además el sentido del gusto es importante para distinguir los alimentos y bebidas que están descompuestos o echados a perder y evitar así que nos hagan daño.

La lengua está llena de unas pequeñas bolitas como granos ¿las has visto?, se llaman papilas gustativas. Cuando las papilas entran en contacto con los alimentos, registran su sabor y mandan esa información al cerebro.

Los niños tienen unas 10 000 papilas gustativas, pero algunas dejan de funcionar conforme crecemos, por lo que al hacernos mayores nos parece que los sabores no son tan fuertes como antes.

Hay diferentes papilas, unas se encargan de percibir los sabores dulces, como los caramelos, otras los salados, como las papas fritas, otras los amargos, como el café, y otras más que perciben los sabores ácidos o agrios, como el limón.

Lo salado y lo dulce se percibe principalmente en la punta de la lengua, lo agrio a los lados de la lengua y lo amargo en la parte de hasta atrás.

El gusto y el olfato son dos sentidos muy relacionados, para saborear la comida no basta con el sentido del gusto es necesario el olfato, los dos intervienen para identificar el sabor de los alimentos. Como la lengua sólo puede percibir cuatro sabores, todos los demás sabores que conocemos son más bien olores. Al masticar los alimentos se desprenden gases que llegan hasta las fosas nasales, los hoyitos de la nariz. Como al mismo tiempo que saboreamos, olemos, confundimos los sabores con olores.

¿te has dado cuenta de que cuando estamos enfermos de gripa la comida casi no sabe a nada? Eso se debe a que la mucosidad que produce la inflamación impide el contacto de los olores con las células que los perciben.

A tu nariz llegan todo el tiempo olores de los objetos y de los seres que te rodean. Dentro de ella existen pequeñas células que igual que las papilas mandan información hasta el cerebro para que nos demos cuenta de lo que estamos oliendo o probando.

Además dentro de la nariz hay una capa de células que calientan el aire y lo libran de impurezas como el polvo. ¿para qué crees que son los pelos que nos salen por los hoyos de la nariz?

Gracias al sentido del gusto y el olfato podemos reconocer los alimentos que comemos aún sin verlos. La textura y la temperatura de los alimentos también nos ayudan a determinar su sabor.

Por otro lado cuando vamos a comer algo siempre nos fijamos en su aspecto, si parece extraño, rechazamos la comida pensando que no va a saber bien. Esta reacción nos protege de enfermedades porque el aspecto de la comida cambia cuando se pudre.



LAS IDEAS DE LOS NIÑOS ¹

- El sentido del gusto sirve para saber, por ejemplo cuando comes algo sabes si es dulce, salado y así sucesivamente
- Con el sentido del gusto probamos cosas que pueden ser dulces, saladas, agrias... o las que saben feo
- El sentido del gusto está en la boca
- Si no tuviéramos sentido del gusto no podríamos probar nada ~
- Lo que probamos se va al cerebro y él es el que dice qué estamos comiendo

ACTIVIDADES SUGERIDAS

1. Papas por manzanas

Se necesita:

- ▶ Palillos
- ▶ venda para los ojos
- ▶ pinza para la ropa
- ▶ trocito de tela
- ▶ manzana
- ▶ papa cruda

Para hacerlo:

- a) Pelar y partir la manzana y la papa en pequeños cubos del mismo tamaño
- b) Cubrir los ojos del participante con la venda para evitar que vea los alimentos antes de probarlos
- c) Tapar su nariz con la pinza de la ropa, poniendo el trozo de tela entre la piel y la pinza para evitar que apriete mucho o que se lastime la nariz. Es importante que el participante no pueda oler nada.
- d) Tomar un trozo de alimento con un palillo y proporcionarlo al participante indicándole que lo pruebe y que identifique qué está comiendo.
- e) Después de que ha probado ambos alimentos sin la ayuda de su nariz, retirar la pinza, pedirle que los pruebe de nuevo y que los identifique

Qué pasa:

Sin oler, la manzana y la papa tienen un sabor similar y como la textura es parecida se dificulta reconocerlas entre sí.

Explicación:

La lengua está llena de células distribuidas en diferentes partes de la lengua. que nos permiten percibir diferentes sabores. Estas células envían información al cerebro y le dicen si las cosas saben, dulces, saladas, amargas o agrias. Sin embargo el olor contribuye para que la percepción sea mucho más clara.. Por eso cuando se está enfermo de gripe la comida no sabe casi a nada.

¹ Tomadas de entrevistas hechas en el Colegio Madrid



2. ¿A qué huele?

Se necesita:

- ▶ Líquidos con olores diferentes
- ▶ Un trozo de tela para cada uno de los olores

Para hacerlo:

- a) Impregnar cada uno de los trozos de tela con las fragancias
- b) Escribir el nombre de cada fragancia en uno de los lados de la tela
- c) Pegar los trozos de tela en la pared, con el nombre hacia atrás
- d) Pedir a los participantes que intenten identificar de qué olores se trata
- e) Pedir a los participantes que reflexionen sobre lo que les dice cada uno de los olores.

¿huele bien? ¿huele mal? ¿huele a comida, a basura...? ¿te recuerda a alguien ese olor? ¿a qué huele tu comida favorita? ¿tú o alguien de tu familia utiliza perfume?

Qué pasa:

Algunos de los olores se reconocerán

Explicación:

Los olores viajan a través del aire y las células de la nariz los reciben y envían el mensaje al cerebro.

Algunos animales utilizan su sentido del olfato para cazar. Aunque nosotros no cazamos como ellos, también utilizamos el olfato para escoger lo que comemos, generalmente los alimentos que huelen bien también son ricos.

El olor también nos ayuda a reconocer a las personas, y en algunos casos a advertir el peligro.

3. Bomba apestosa

Se necesita:

- ▶ Desperdicios orgánicos.
Para una bomba realmente apestosa se recomienda usar restos de alimentos verdes; lechuga, perejil, pepino, etc. Los desperdicios del pescado o los mariscos también son excelentes.
- ▶ Algo para fermentar, puede ser un poco de abono. (esto es opcional, se sugiere para acelerar el proceso)
- ▶ Una botella de refresco con capacidad de dos litros
- ▶ Un corcho que embone al cuello de la botella
- ▶ Una manguera de plástico (angosta) que mida unos 5 cm. más que la altura de la botella.
- ▶ Pintura de color oscuro
- ▶ Un globo
- ▶ Una liga

Para esta actividad, la bomba debe estar lista antes de hacer la demostración

Para hacerlo:

- a) Llenar un cuarto de la botella con los desperdicios y el abono



- b) Perforar el corcho de manera que la manguerita lo atravesara. Debe cuidarse que el hoyo sea justo del tamaño de la manguera para evitar fugas.
- c) Tapar la botella con el corcho, de manera que una parte de la manguera quede dentro de la botella
- d) Poner el corcho en la boquilla de la botella como se muestra en la ilustración
- e) Dejarla por unas horas en un lugar expuesto a la luz y el calor del sol, hasta que el globo se infle al tamaño deseado
- f) Retirar el globo de la botella y anudar para evitar que se libere el gas.

Durante la sesión demostrativa el globo deberá reventarse como parte de las actividades para discutir sobre olfato.

Qué pasa:

El globo se irá inflando conforme los alimentos se vayan descomponiendo.

Explicación:

Las bacterias que se encargan de descomponer los alimentos hacen que se libere un gas que tiene un olor como a comida podrida. Además, los restos orgánicos (la comida, las plantas o los animales) al pudrirse también se van convirtiendo en líquido. ¿te has fijado que cuando sacas las bolsas de basura de tu casa a veces escurre un líquido asqueroso y apestoso? El gas que se produce cuando se echan a perder los alimentos se llama gas metano y es él el que infla el globo.

IDEAS PARA DISCUTIR SOBRE SEGURIDAD

- o ¿cómo huele el gas de la estufa? ¿sabes por qué tiene un olor feo? ¿sabes lo que puede pasar si respiras mucho tiempo ese gas? ¿qué crees que debas hacer cuando percibas el olor del gas en tu casa? ¿cómo pueden evitarse las fugas de gas?
- o Probar para conocer el contenido de algunos recipientes no siempre es buena idea. Los frascos no siempre contienen lo que dice la etiqueta. ¿cómo crees que puedas averiguar qué contiene un frasco sin probarlo? ¿crees que olerlo primero sea mejor idea que probarlo? ¿y si no huele?... ¡mejor preguntar!
- o ¿cómo el olor y el sabor de la comida nos alerta sobre su estado? ¿a qué huelen las cosas podridas?
- o Probar las cosas no sólo nos sirve para conocer su sabor, ¿te has dado cuenta que los bebés y los niños pequeños utilizan su boca para explorar lo que les rodea? ¿has usado la lengua o los dientes para explorar objetos nuevos o desconocidos? ¿crees que sea peligroso meter objetos sucios o muy pequeños a la boca? ¿cómo podemos evitar que nuestros hermanitos pequeños se lastimen o se enfermen por chupar las cosas?

Objetivos específicos y experiencias de aprendizaje para cuarto, quinto y sexto grados.

En comparación con los niños de primer, segundo y tercer grados de primaria, los de cuarto a sexto han estructurado esquemas de pensamiento más complejos, por lo que las actividades que se proponen para este bloque tratan temas científicos más abstractos.

Como se mencionó anteriormente, las experiencias denominadas "¡A que no puedes...!" se dividen en cuatro ejes temáticos que contienen siete actividades cada uno. Los ejes son: "Está de Gravedad", "Fuerzas a Fuerzas", "Fluidos Locos" y "Enérgicos con la Energía". Las experiencias para este bloque también consisten en retos, aunque en algunos casos se acercan a ser demostraciones científicas en las que no todos los niños pueden participar de la misma manera.

De igual manera que en la sección para primero a tercero, cada uno de los ejes temáticos está dividido en cinco secciones, como se muestra en el cuadro 2:

1. LA CIENCIA DETRÁS: Contiene información la básica general que deben conocer los facilitadores sobre los conceptos científicos a tratar en cada eje,
2. LA CIENCIA PARA NIÑOS: Contiene información básica general sobre los conceptos científicos de cada eje, en términos accesibles para los niños
3. LAS IDEAS DE LOS NIÑOS: Expone algunas de las ideas o concepciones que los niños tienen sobre los conceptos científicos de cada eje
4. ACTIVIDADES SUGERIDAS: En esta sección se ofrece la lista de materiales, el procedimiento, los resultados y una explicación breve para cada actividad
5. IDEAS PARA DISCUTIR SOBRE SEGURIDAD: Sugiere algunas preguntas para guiar la discusión con los niños

Se pretende que en estas cinco secciones los facilitadores encuentren toda la información que necesiten para abordar los temas con los niños y para que tengan noción de cómo piensan y de la información científica que sustenta las actividades. De esta manera podrán sentirse seguros y capaces de responder las preguntas que pudieran surgir, dirigir las discusiones y ayudar a los niños, en la medida de lo posible, a poner a prueba sus hipótesis y dar significado a los conocimientos que poseen.

El procedimiento es el mismo que para los niños pequeños así que tampoco es necesario que la información de la sección dos (ciencia para niños) se desarrolle o se exponga de manera literal. Se pretende trabajar principalmente con lo que los niños ya saben pues el objetivo es que puedan darle un significado propio y que lo apliquen en el cuidado de sí mismos sin embargo, los facilitadores pueden apoyarse en esta sección en caso de que los niños tengan dudas o pidan explicaciones y podrán adaptarla o enriquecerla dependiendo de las características de los niños y del contexto en el que presente, ya sea la escuela o el museo.

Las ideas que se sugieren para discutir sobre seguridad pueden dirigirse directamente a los niños o adaptarse dentro de las sesiones (puesta en escena) que se desarrollen. A diferencia del bloque para niños de primero a tercero, en este caso se sugiere que exista un poco más de discusión con los niños con

CUADRO 2

	GRAVEDAD	FUERZA	FLUIDOS	ENERGÍA
CIENCIA DETRÁS	• Caída libre • La gravedad en el universo	Las leyes de movimiento	• Los tres estados de la materia • Presión • Flotación • Tensión superficial	• ¿Qué es la energía? • Tipos de energía
CIENCIA NIÑOS	• ¿Es cierto que la gravedad jala hacia el suelo?...	Las leyes de Newton	• ¿Qué es un fluido? • Presión • Cohesión • Adhesión	• Qué es la energía? • Tipos de energía
IDEAS	Ideas de los niños acerca de los conceptos científicos de cada eje			
ACTIVIDADES A que no puedes...	1. ...levantar un billete 2. ... levantar tus pies del suelo 3. ...saltar hacia delante deteniéndote los pies con las manos 4. ...levantarte de la silla sin usar los brazos 5. ...levantar un pañuelo con los dientes 6. ...sostenerte de puntitas 7. ...ganar en un concurso de rodar	1. ... mantener juntos tus puños 2. ... romper un cerillo 3. ...tocar el suelo con una escoba 4. ... empujarme para atrás 5. ... hacerme perder el equilibrio 6. ... ser levantado por los codos 7. ... hacer tiritas una toalla de papel	1. ... hacer que flote una bola de masa 2. ... hacer un coctel de colores 3. ... sacar agua por una manguera 4. ... separar dos vasos mojados 5. ... dejar que escape el agua por un agujero 6. ... hacer que cuatro cerillos bailen sobre el agua 7. ... mantener inflado un globo	1. ... mantener un cerillo encendido sobre un vaso de refresco 2. ... hacer que una pelota brinque tan alto como una pluma 3. ... hacer que una llama pase por una coladera 4. ... quemar un agujero en un vaso de papel 5. ... levantar estas hojas de papel con una regla 6. ... demostración sólo de los juglares (¡una gran descarga!) 7. ... ver el sonido
SEGURIDAD	Algunas preguntas para guiar la discusión con los niños			

respecto a la seguridad. Por lo que las sesiones deberán contemplar un espacio de participación mayor.

Durante las sesiones se intentará que los niños tengan una participación activa, buscando que la mayoría tenga la oportunidad de solucionar los retos; por supuesto siempre sin presionarlos y respetando todo lo que digan y hagan. Para lograrlo, los facilitadores pueden valerse de preguntas o de los propios comentarios que los niños hagan y apoyarse en las recomendaciones que se sugieren en el anexo 2.

Por otro lado, es conveniente que exista congruencia entre las actividades y las explicaciones que se traten en las discusiones, que se haga referencia a cuestiones cotidianas y que se permita participar a los niños en todo momento. Esto dará orden y congruencia a la reflexión y ayudará a los niños a descubrir distintos puntos de vista, modificar esquemas de pensamiento ingenuos (en caso necesario) y a construir distintas hipótesis para explicar los eventos que experimentan; con todo lo anterior se optimiza el tiempo empleado en las actividades y se centra la atención, pues es más fácil involucrar a los niños en las experiencias, si existe congruencia entre las explicaciones y las actividades, si éstas se relacionan con su vida cotidiana y si se les da la oportunidad de participar activamente y de cuestionar y discutir con sus compañeros y con los juglares las explicaciones a las que han llegado basados en su experiencia.

Es muy importante que los facilitadores tengan presente en todo momento el hecho de que los niños llegan por su cuenta a conclusiones y explicaciones sobre el mundo que los rodea (que tienen sentido para ellos) con base en las experiencias que viven. Si no se tomaran en cuenta las hipótesis que ellos se han formulado para explicar su realidad, podrían estarse imponiendo las respuestas "correctas", obligándolos a aprender de memoria, lo cual dista de ser el objetivo de este programa.

Por otro lado, trabajar con las ideas de los alumnos es un buen punto de partida para generar la discusión y dar sentido a las actividades, pues es a partir de la experiencia que las hipótesis se cuestionan, se modifican y se reconstruyen. A continuación se desarrollarán las actividades de cada uno de los ejes temáticos, comenzando por: **"Está de gravedad"** con las cuales se pretende explicar de manera sencilla y divertida, qué es la gravedad y cómo es que debe adaptarse el eje de gravedad para no perder el equilibrio.



ESTÁ DE GRAVEDAD

Todos los retos sobre gravedad, excepto "ganar en un concurso de rodar" son imposibles de lograr sin embargo, los demostradores alentarán a los niños a que intenten probar lo contrario.

Se irá discutiendo y explicando el concepto de gravedad y la relación que existe entre el centro de gravedad y el equilibrio al mismo tiempo que las demostraciones se van desarrollando. Por ello es necesario partir de lo que los niños ya saben haciéndoles preguntas acerca del tema. No es necesario que se trate exhaustivamente el tema, basta con discutir los conocimientos que externen los niños y discutir a partir y alrededor de eso.

Objetivos específicos:

- Que los niños se diviertan mientras están en contacto con temas científicos
- Que los niños lleguen a sus propias conclusiones ayudados por la discusión en grupo y por la dirección de los facilitadores (construcción del conocimiento)
- Que los niños identifiquen la relación que existe entre el centro de gravedad y el equilibrio, reconociendo que es indispensable modificar nuestro centro de gravedad para no caernos
- Que los niños estén en contacto con los conceptos: fuerza de gravedad, centro de gravedad, centro geométrico, masa, momento de inercia, equilibrio, velocidad
- Que los niños tengan acceso a explicaciones objetivas sobre las causas de algunos accidentes
- Que los niños sean capaces de identificar situaciones potencialmente riesgosas y comprendan por qué deben evitarse
- Que los niños reflexionen sobre accidentes que pueden evitarse aplicando los conocimientos teóricos acerca de la gravedad y el centro de equilibrio

Actividades:

A que no puedes...

- ♦ ... levantar un billete
- ♦ ... levantar tus pies del suelo
- ♦ ... saltar hacia delante deteniéndote los pies con las manos
- ♦ ... levantarte de la silla sin usar los brazos
- ♦ ... levantar un pañuelo con los dientes
- ♦ ... sostenerte de puntitas
- ♦ ... ganar en un concurso de rodar



LA CIENCIA DETRÁS

Cuando se suelta algo, cae cada vez más rápido hacia el suelo. Esta aceleración es debida a una fuerza llamada gravedad. Es esta fuerza la que nos mantiene sobre el suelo y mantiene a la Luna en órbita alrededor del de la Tierra. Nadie conoce suficientemente cómo actúa la gravedad, pero es una fuerza de atracción que mantiene la materia unida. Cada trozo de materia del universo, desde un átomo hasta una estrella, ejerce su propia atracción gravitacional sobre otra materia y la resistencia a la atracción depende de la masa. Los grandes objetos ejercen mayor atracción que los pequeños y es por ello que nosotros notamos la atracción de la gravedad de la Tierra pero no de objetos más pequeños.

Caída libre

La fuerza de gravedad acelera todo lo que cae a la misma proporción, 9.8 m/s^2 llamada la "aceleración de caída libre". A medida que un objeto cae más rápido, la fricción del aire a su alrededor se incrementa. Finalmente la resistencia del aire se hace tan fuerte que nivela la atracción de la gravedad y el objeto ya no cae tan rápido. Esa es la llamada "velocidad terminal".

A este respecto, Galileo Galilei (1564-1642) ideó experimentos para demostrar que la gravedad produce siempre una aceleración constante y hace que todos los cuerpos en caída libre lo hagan con la misma aceleración constante, sin importar lo que pesen.

La gravedad en el universo

La inmensa fuerza gravitacional de nuestra estrella más cercana, el Sol, hace que se mantengan unidos los nueve planetas del Sistema Solar. Los planetas se mueven por el espacio a velocidades que equilibra la atracción gravitacional del Sol, por eso están encerrados en un círculo perpetuo alrededor de él. Tan inmenso es el sol –una masa de 330 000 veces la Tierra– que su atracción es suficiente para mantener a plutón en órbita a 5.9 millones de km de distancia.

Las lunas orbitan en torno a los planetas y los satélites y las naves espaciales orbitan de la misma manera alrededor de la Tierra. Los satélites no desafían la fuerza de la gravedad girando alrededor de la Tierra, es precisamente porque se mueven tan rápido alrededor del mundo que la gravedad nunca los acerca.

CIENCIA PARA NIÑOS

¿Es cierto que la gravedad jala hacia el suelo?...

Es cierto, pero ¿A que no sabías que la gravedad también puede jalar hacia los lados o hacia arriba? Por ejemplo, gracias a la gravedad el Sol jala a la Tierra en una dirección que no es precisamente hacia abajo.

La gravedad es la fuerza de atracción entre dos cuerpos, y cuando es la única fuerza presente, jala al cuerpo o masa más pequeña hacia la más grande. La razón por la que creemos que la gravedad es una fuerza que jala hacia abajo, es porque uno de los ejemplos más famosos de ella es la fuerza de atracción que hay entre la gigante Tierra y nuestro cuerpo.



La forma en que la gravedad ejerce su fuerza es muy curiosa. Todo el peso de un cuerpo parece estar concentrado en un punto central. Si un cuerpo cualquiera tiene una base que lo sostenga, su centro de gravedad estará situado directamente sobre la base del cuerpo, de otra manera el cuerpo se caerá. Cuando un objeto tiene una forma regular, como es el caso de nuestro planeta, es fácil encontrarle el centro de gravedad porque coincidirá con su centro geométrico (justo en medio). Por ejemplo un serrucho se balanceará en su centro geométrico, que es su centro de gravedad.

Los objetos de forma irregular, como el cuerpo humano, no tienen un centro de gravedad que necesariamente coincida con su centro geométrico. De hecho, el centro de gravedad puede cambiar de posición. En algunos deportes, como el esquiar por ejemplo, el atleta tiene que estar cambiando constantemente la posición de su centro de gravedad para mantener el equilibrio. Aquí es donde comienza la diversión ya que el saber jugar con la gravedad nos puede ayudar a mantener o a perder el equilibrio, lo cual puede poner en peligro nuestra seguridad.

LAS IDEAS DE LOS NIÑOS ¹

- La pendiente ayuda a que el agua baje con más fuerza
- Un objeto que se deja caer desde la superficie de la Tierra va directamente al centro de la Tierra
- Los objetos tienden a acelerarse durante la caída libre
- Cuanto más elevado está un objeto del suelo, mayor es el efecto de la gravedad
- En caída libre, cuando la resistencia se incrementa, el objeto caerá con velocidad constante, y la fuerza hacia abajo será mayor que la de la resistencia
- Un objeto que se suelta desde cualquier lugar del Hemisferio Sur, caería fuera de la Tierra sobre el cielo, el espacio o sobre un fondo que limita al espacio
- Cuando una roca se deja caer a través de un agujero que atraviesa la Tierra de lado a lado pasando por el centro, sólo llegará al centro de la Tierra porque a partir de ahí subirá
- Cuando una roca se deja caer a través de un túnel que atraviesa la Tierra de lado a lado pasando por el centro, sólo llegará al centro de la Tierra porque a partir de ahí nada lo jalará más aún

ACTIVIDADES SUGERIDAS

1. A que no puedes levantar un billete

Se necesita:

- ▶ un billete de juguete para cada participante
- ▶ una pared

Para hacerlo:

¹ Tomadas de <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048>



Antes de comenzar, colocar un billete, a 30 cm. aproximadamente, frente a la pared

- a) Recargarse de espaldas a la pared, tocándola con los talones
- b) Intentar levantar el billete sin mover los pies de su posición

Que pasa:

Los participantes caerán de bruces o se verán obligados a cambiar de posición para poder recoger el billete.

Explicación:

Es imposible tomar el billete porque cuando nos paramos derechos contra una pared, el centro de gravedad está justamente arriba de nuestros pies (la base). Cuando nos doblamos hacia delante, movemos el centro de gravedad hacia delante. Para mantener el equilibrio, también deberíamos mover los pies hacia delante, de manera que se mantenga la base bajo el centro de gravedad. Dado que las reglas de este juego no permiten mover los pies, nunca se podrá tomar el billete, ¡a menos que se caiga de bruces!

2. A que no puedes levantar tus pies del suelo

Se necesita:

- una pared

Para hacerlo:

- a) Pararse al lado de una pared, apoyando el pie derecho y la mejilla del mismo lado sobre ella
- b) Intentar levantar el pie izquierdo sin mover ninguna otra parte del cuerpo

Qué pasa:

Es imposible levantar el pie sin mover la posición. Los participantes perderán el equilibrio.

Explicación:

Levantar un pie requiere que el centro de gravedad se mueva de la base. Esto no puede hacerse sin caer o sostenerse de algo. El cuerpo mantiene el equilibrio haciendo pequeños ajustes automáticos al centro de gravedad sin que nos percatemos de ellos.

3. A que no puedes saltar hacia delante deteniéndote los pies con las manos

Se necesita:

- un participante

Para hacerlo:

- a) Tomar los pies con las manos. Es posible flexionar las rodillas para poder alcanzarlos y sostenerse bien
- b) Intentar saltar hacia delante sin soltarse

En esta actividad puede pedirse a los niños que intenten saltar hacia atrás para ver qué sucede.

Qué pasa:

Es imposible lograrlo, los participantes perderán el equilibrio y caerán

**Explicación:**

Es quizá posible saltar hacia atrás porque moverías primero tu base de soporte y así mantendrías el equilibrio. Pero un salto hacia delante implicaría que tu centro de gravedad se moviera hacia delante de tu base. Al sostener tus pies se evita que muevas tu centro de gravedad. Si no puedes ajustar tu centro de gravedad, los músculos de tus piernas tendrían que hacer demasiada fuerza, no sólo para levantar tu cuerpo del suelo sino para sostener la posición fuera de equilibrio que tendrías mientras estuvieras saltando. Tal vez un jugador de fútbol pudiera hacerlo si tuviera unas piernas muy pero muy fuertes.

4. A que no puedes levantarte de la silla sin usar los brazos**Se necesita:**

- una silla

Para hacerlo:

- a) Sentarse en una silla que no tenga brazos, colocando la espalda muy derecha y los pies juntos sobre el suelo
- b) En esa posición, cruzar los brazos sobre el pecho de manera que las manos se apoyen en los hombros
- c) Intentar levantarse sin perder la postura

Qué pasa:

Es imposible levantarse sin echar el tronco hacia delante. Como no está permitido modificar la posición, los niños no podrán pararse de la silla.

Explicación:

El secreto está en la gravedad otra vez. Cuando estás sentado, el centro de gravedad está en la base de tu columna. Cuando te tratas de levantar con tu espalda derecha, impides que el centro de gravedad se mueva a la posición arriba de tus pies, que es la base de sostén. Los músculos de los muslos no son lo suficientemente fuertes como para poder compensar los problemas que ocurren con el equilibrio cuando intentas levantarte, así que es como si estuvieras pegado a la silla.

5. A que no puedes levantar un pañuelo con los dientes**Se necesita:**

- un palo de escoba
- un pañuelo

Para hacerlo:

Antes de comenzar, colocar el pañuelo, a 30 cm. aproximadamente, frente al participante

- a) Colocarse en cuclillas deteniendo el palo de una escoba detrás de las rodillas dobladas y pasando los codos por detrás de él
- b) Intentar tomar el pañuelo con los dientes

El participante puede apoyar las manos en el suelo para sostener el equilibrio.

**Qué pasa:**

Es imposible alcanzar el pañuelo sin perder el equilibrio. Los participantes se "irán de narices" antes de poder tomar el pañuelo con los dientes.

Explicación:

A medida que te inclinas hacia el pañuelo, el centro de gravedad se mueve de la posición de equilibrio que queda directamente arriba de tus pies. Cuando este centro se aleja de tus pies, pierdes el equilibrio y te vas de narices.

6. A que no puedes sostenerte de puntitas**Se necesita:**

- una puerta

Para hacerlo:

- a) Pararse de frente al canto de una puerta, de manera que el estómago y la nariz casi la toquen
- b) Colocar un pie a cada lado de la puerta, ligeramente abiertos a los lados del canto
- c) Intentar pararse de puntitas

Qué pasa:

Es imposible levantar los talones del piso si no se separa el cuerpo de la puerta.

Explicación:

La razón por la que no puedes pararte de puntas es que se está moviendo tu base de equilibrio fuera de tu centro de gravedad. Para que pudieras pararte de puntitas tendrías que mover tu centro de gravedad hacia delante y para lograrlo, tendrías que inclinarte, pero la puerta te impide hacerlo.

7. A que no puedes ganar en un concurso de rodar**Se necesita:**

- tres participantes
- una rampa
- esferas: canicas, pelotas de golf, o cualquier pelota sólida (no de ping pong)
- discos: platos de plástico, porta vasos, etc.
- aros: arillos de bordar, ruedas, aros de juguete, etc.

Para hacerlo:

Los participantes pueden elegir con qué clase de objetos quieren participar en la carrera.

El concurso se hará sobre un plano inclinado. El reto es ganar la carrera.

- a) Después de una señal convenida, dejar rodar los objetos desde un mismo punto
- b) Los demostradores preguntarán a los niños por qué eligieron ese objeto
- c) Los que no participen tratarán de adivinar quién ganará

Qué pasa:

Las esferas ganarán el concurso

**Explicación:**

No importa que tan pesados o grandes sean los objetos, la velocidad con que ruedan está directamente relacionada con la distribución del peso alrededor del centro de gravedad de un objeto, conocido como su "momento de inercia". En estos tres tipos de objetos, el centro de gravedad es su centro geométrico, pero los pesos tienen una diferente distribución.

En el caso de los aros, todo el peso está localizado fuera del centro de gravedad, de los tres tipos de objetos, éstos tienen el mayor momento de inercia. Las esferas tienen el más pequeño, ya que son las que tienen su peso más cercano al centro de gravedad. Mientras más cercana la masa o el peso al centro de gravedad de un objeto, más pequeño es el momento de inercia y mayor la velocidad que adquiere al rodar.

IDEAS PARA DISCUTIR SOBRE SEGURIDAD

- ¿Qué crees que pasaría si nos inclinamos en el filo de una ventana intentando mirar hacia abajo?
- ¿Qué crees que pasaría si nos asomamos por el barandal de una escalera?
- ¿Qué pasaría si empujamos a un compañero hacia delante cuando su posición no es estable?
- ¿Cómo crees que debemos equilibrar el centro de gravedad para evitar caer hacia delante? ¿Crees que haciendo eso se puedan evitar accidentes?
- En caso de que no tuvieras tiempo de adoptar una posición segura, ¿qué podrías hacer para lastimarte lo menos posible?
- ¿En qué otras circunstancias crees que es importante estar seguros de que nuestra posición es la correcta antes de intentar hacer un movimiento difícil o arriesgado?
- Ya vimos que el equilibrio depende de una buena posición, ¿qué crees que pasaría si intentamos caminar en el borde de una alberca, donde no hay mucho espacio para adoptar una posición segura? Cuando no estés seguro de poder ajustar tu centro de gravedad en algunas actividades, es mejor no intentar moverte pues te puedes caer o lastimar. El cambio en el centro de gravedad nos da una posición inestable y peligrosa. Por ejemplo si te sientes inseguro al caminar por una zanja o sobre una barda es mejor que no lo hagas. Al caminar a la orilla de una alberca por ejemplo, puede suceder que pierdas el equilibrio y podrías golpearte con la orilla antes de caer al agua.
- ¿Qué crees que pasaría si no tenemos cuidado de guardar el equilibrio mientras estamos trepados en un árbol?
- Si ya es difícil levantarse sin adaptar nuestra posición para no perder el equilibrio ¿te imaginas lo que pasaría si intentarás levantarte cargando algo pesado, por ejemplo a tu hermanito?
- ¿Crees que vale la pena hacer tanto esfuerzo sólo para levantarse de una silla?
- ¿de qué manera crees que sería más seguro y menos difícil levantarse?
- Al agacharse para recoger un objeto del suelo es mejor hacerlo doblando las rodillas y echando las pompas hacia abajo. Así es posible ajustar el



centro de gravedad y no quedas en una posición incómoda que podría lastimar tu espalda

- Hay que tener mucho cuidado cuando nos paremos demasiado cerca de un poste, un objeto alto o incluso otra persona que nos impida el libre movimiento, pues intentar movernos en su cercanía sin tener espacio suficiente para ajustar nuestro centro de gravedad, nos puede causar un golpe de narices
- Cuando los seres humanos giramos, si extendemos los brazos aumenta nuestro momento de inercia y no adquirimos mucha velocidad, pero si acercamos nuestros brazos a nuestro cuerpo, llevamos el peso más cerca de nuestro centro de gravedad y adquiriremos mayor velocidad al girar. Siguiendo este sencillo principio sabremos cómo cuidar nuestra seguridad al hacer deportes o juegos en los que tengamos que girar, por ejemplo al rodar sobre una pendiente, al dar vueltas por diversión, al subirte a los juegos del parque que dan vueltas como los volantines, el carrusel, al patinar, etc.

Detenerse del tubo al viajar en camión o metro es un buen apoyo para ajustar tu centro de gravedad de acuerdo con el movimiento del vehículo y a la inercia, sin que te caigas.



FUERZAS A FUERZAS

Los retos que conforman este eje no son imposibles de lograr, sin embargo las soluciones que requieren no son las que parecen más obvias. A diferencia de los experimentos de gravedad no se busca que los niños intenten probar lo contrario a lo que planteen los juglares sino que descubran a través del ensayo y error la solución a los desafíos y vayan gradualmente modificando sus propias hipótesis.

Al mismo tiempo que las actividades se van desarrollando se discutirán los conceptos de fuerza, mecánica, palanca, trabajo, de esa manera el aprendizaje se verá reforzado por los ejemplos que las experiencias aportan. Los juglares pueden valerse de otros ejemplos como analogías para reforzar las discusiones. No es necesario que se expliquen los conceptos detalladamente, la idea es partir y discutir lo que los niños saben haciendo preguntas para que ellos reflexionen acerca de lo que piensan y discutir alrededor de ello.

Objetivos específicos:

- Que los niños se diviertan mientras aprenden
- Que los niños lleguen a sus propias conclusiones ayudados por la discusión en grupo y por la dirección de los facilitadores (construcción del conocimiento)
- Que los niños identifiquen las posibles relaciones entre fuerzas
- Que los niños estén en contacto con los conceptos: fuerza, movimiento, mecánica, palanca, trabajo
- Que los niños reflexionen sobre accidentes que pueden evitarse aplicando los conocimientos teóricos que se abordan en este tema

Actividades:

A que no puedes...

- ♦ ... mantener juntos tus puños
- ♦ ... romper un cerillo
- ♦ ... tocar el suelo con una escoba
- ♦ ... empujarme para atrás
- ♦ ... hacerme perder el equilibrio
- ♦ ... ser levantado por los codos
- ♦ ... hacer tiritas una toalla de papel

LA CIENCIA DETRÁS

En física suele formarse una idea intuitiva de la fuerza como algo que implica un empujón o un jalón. Aunque las fuerzas no son visibles, podemos ver y experimentar sus efectos. Las fuerzas hacen que los cuerpos se deformen: estiran resortes, comprimen balones, doblan varillas.

También, como dice la primera ley de Newton, una fuerza neta (equilibrada) producirá un cambio en la velocidad de un cuerpo. Estos dos



efectos suelen ir juntos. Por ejemplo una pelota de béisbol al ser golpeada por el bat se deforma y también se acelera.

Las leyes de movimiento

La primera ley de Newton del movimiento nos dice qué le pasa a las manzanas, átomos, asteroides y cualquier otro objeto –en movimiento o en reposo– cuando se les deja solos.

Si el cuerpo está en reposo, permanecerá en reposo. Si el cuerpo está moviéndose a velocidad constante, continuará haciéndolo así.

Nota: un cuerpo en reposo, es un caso especial de un objeto a velocidad constante.

La segunda ley de Newton nos dice qué pasa cuando no se deja solo a un objeto. Cuando se aplica una fuerza sobre él: se acelera, es decir cambia su velocidad en la misma dirección que la fuerza. La aceleración dependerá de la fuerza y de la masa del cuerpo.

La tercera ley es la de "Acción y reacción", ésta nos dice que no existen fuerzas aisladas, siempre actúan en pares.

Cuando empujamos una pared o jalamos de ella, experimentamos una fuerza en dirección opuesta. Cuanto más fuerte empujemos (o jalemos), la pared empujará (o jalará) más fuerte en sentido contrario. De hecho la fuerza que ejerce la pared es exactamente igual en magnitud y opuesta en dirección a la fuerza que nosotros ejercemos sobre ella.

En otras palabras, A toda acción corresponde una reacción de igual magnitud y en sentido contrario.

CIENCIA PARA NIÑOS

En 1665, Isaac Newton escribió tres leyes sobre la manera en que las cosas se mueven.

La primera ley dice que un objeto sólo empezará a moverse si se le aplica una fuerza, una vez en movimiento mantendrá la misma velocidad y la misma dirección hasta que se le aplique una fuerza contraria.

Su segunda ley dice que la medida en que un cuerpo acelera o aminora su marcha varía dependiendo de la fuerza y de la masa del objeto.

La tercera ley es sobre la acción y la reacción y dice que siempre que un objeto se mueve, hay un balance de fuerzas empujando en direcciones opuestas. Por ejemplo cuando caminamos, igual que nuestros pies empujan hacia abajo, el suelo empuja hacia arriba exactamente con la misma fuerza. Si el suelo empujara con una fuerza menor, nuestros pies se hundirían en el suelo, como cuando caminamos en el agua. Si el suelo empujara con más fuerza, saldríamos disparados hacia arriba.

También cuando empujamos nuestros brazos y piernas al nadar, el agua "reacciona" empujándonos hacia atrás con la misma fuerza. En resumen la tercera ley de Newton dice que para cada acción hay una reacción opuesta equivalente.

Las fuerzas pueden ser invisibles como la gravedad o la presión, pero no pueden ser ignoradas, sobre todo cuando recibimos un golpe. Pero sin importar que forma tomen, ya sea un empujón, golpe o choque, podemos lograr que las fuerzas trabajen para nosotros en lugar de en contra nuestra.



Cuando uno sabe defenderse, hace que las fuerzas se desvíen o que vayan en contra de nuestro oponente. En realidad muchas de las acciones de defensa realmente no requieren que usemos mucha fuerza, sino que sepamos manejarla inteligentemente.

Como dijimos hace un momento, cuando dos fuerzas se encuentran, si son iguales y en direcciones opuestas, se cancelan y nada ocurre, como cuando caminamos sobre el piso. Pero fuerzas desiguales que provienen de diferentes direcciones pueden afectar a los objetos. Este es uno de los secretos de la mayoría de las artes marciales.

LAS IDEAS DE LOS NIÑOS ¹

- Después de echar a rodar una pelota, ésta llega tan lejos como sea la fuerza de empuje, y después se va parando a medida que la usa
- Las fuerzas son como empujones y jalones
- Tu necesitas usar una fuerza para darle energía a un cuerpo
- Tu necesitas energía para aplicar una fuerza
- Objetos moviéndose sin fricción (guijarro en el espacio), podrían permanecer yendo por siempre en el espacio
- Un objeto (guijarro, carro, etc.) moviéndose sobre una superficie con rozamiento, después de un impulso se detiene, porque se le acaba la energía o la fuerza
- Se necesita una fuerza constante para mantener el movimiento de un objeto con velocidad constante
- La fuerza de impulso que actúa sobre un objeto tiene que ser mayor que cualquier fuerza de resistencia, y si ellas fueran iguales entonces el objeto tendría que detenerse
- Para que un objeto aumente su velocidad, es decir, que se acelere, se tendría que aplicar una fuerza que aumente constantemente

ACTIVIDADES SUGERIDAS

1. A que no puedes mantener juntos tus puños

Se necesita:

- dos participantes

Para hacerlo:

- a) Uno de los participantes deberá extender los brazos colocando un puño sobre el otro. Un puño hará presión hacia arriba y el otro hacia abajo
- b) El segundo participante intentará separárselos

Deberá cuidarse que el niño con los brazos extendidos no ponga el dedo pulgar de la mano de abajo dentro de la que está arriba.

Qué pasa:

Es imposible que el niño separe los puños de su compañero si intenta jalarlos, sin embargo, es muy fácil separarlos con un rápido movimiento utilizando

¹ Tomadas de <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048>



sólo los dedos índices. Para ello hay que empujar hacia los lados la parte de los dedos de cada mano.

Explicación:

Lo que ocurre es que en un esfuerzo por mantener sus puños juntos, la persona concentra toda su fuerza en dirección de arriba hacia abajo. Cuando se empujan los puños hacia los lados se aprovecha que casi no hay fuerza ejercida hacia los lados y es fácil separarlos. La fuerza independiente de los dedos que empujan, viene de una dirección diferente a la de los puños y por eso es tan efectiva.

Además, los brazos extendidos no pueden desarrollar tanta fuerza como los flexionados. La fuerza en un brazo extendido proviene del hombro. En un brazo doblado, la fuerza del puño viene del codo, que es una distancia mucho más corta. Este principio se aplica en la siguiente actividad.

2. a que no puedes romper un cerillo

Se necesita:

- cerillos de madera
- la mano

Para hacerlo:

- a) Colocar un cerillo de madera sobre el dedo medio bajo el índice y el anular de la misma mano
- b) Intentar romper el cerillo empujando hacia abajo con el índice y el anular sin que se ayuden con el pulgar o el meñique

Qué pasa:

Es imposible romper el cerillo sin moverlo hacia los nudillos.

Explicación:

Esta situación es imposible porque no estás permitiendo que tus dedos tengan ventaja mecánica. Tus dedos pueden ser usados como palancas, que son máquinas que usadas correctamente, sirven para incrementar una fuerza. La clave de una palanca está en donde se encuentra colocado el punto de apoyo y la fuerza que se le asigna. Cuando la fuerza está cercana al punto de apoyo, aumentará, pero cuando la fuerza está lejos del punto de apoyo, se debilita.

En esta actividad el punto de apoyo está en los nudillos entre la mano y tus dedos. Cuando tratas de ejercer una fuerza lejos de este punto de apoyo, tus músculos no tienen la fuerza suficiente para hacer el trabajo. Pero si mueves el cerillo cerca de los nudillos, verás qué fácil es romperlo.

3. a que no puedes tocar el suelo con una escoba

Se necesita:

- una escoba
- un plato de papel grande
- cuatro participantes

Para hacerlo:

- a) Poner el plato de papel en el suelo (este es el blanco)
- b) Tres personas deben sostener una escoba en forma horizontal sobre el plato separado de éste unos 30 cm. Los participantes tendrán que sostener la escoba cerca de la punta en que están las pajillas



- c) Cuando estén listos, el cuarto participante deberá empujar con la palma contra el palo de la escoba cerca del final. Quizá este participante tenga que hincarse en el suelo para hacerlo
- d) Las tres personas que sostienen la escoba intentarán tocar el plato con ella
- e) Cuando ellos empujen hacia el plato, el cuarto participante empujará hacia un lado

Qué pasa:

Los tres participantes que empujan la escoba jamás podrán tocar el plato con ella.

Explicación:

Este es un ejemplo de fuerzas que trabajan independientemente entre sí. La fuerza lateral que tú ejerces es independiente de la fuerza vertical que ejercen los que mueven la escoba hacia el plato. Así que no importa qué tan fuerte empujen tus oponentes hacia abajo, siempre impedirás que la escoba toque el plato.

4. a que no puedes empujarme para atrás

Se necesita:

- un palo de escoba
- dos participantes

Para hacerlo:

- a) Uno de los participantes sostendrá el palo de escoba de manera horizontal con los brazos ligeramente flexionados frente a él, a la altura de sus hombros. Sus manos deberán estar a una distancia aproximadamente igual al ancho de sus hombros y deberá ejercer una ligera presión hacia arriba
- b) Retar al segundo participante para que trate de empujarlo hacia atrás. Esta persona deberá sostener el palo por los extremos y empujar usando una fuerza constante, no se pueden dar empujones de repente

Qué pasa:

El participante que empuja jamás logrará que su contrincante se mueva para atrás.

Explicación:

Es imposible mover hacia atrás al participante que sostiene el palo, debido a que la fuerza está diversificada y a que se cambia la dirección de la fuerza del oponente. Al doblar los codos hacia fuera y presionar un poquito hacia arriba se contrarresta cualquier presión. La fuerza que se supone lo tiraría se desvía hacia sus brazos y hacia arriba.

Esta actividad debe practicarse antes de hacerla.

5. a que no puedes hacerme perder el equilibrio

Se necesita:

- un palo de escoba
- dos participantes

Para hacerlo:

- a) Uno de los participantes sostendrá el palo de escoba horizontalmente con los pulgares hacia arriba y a una distancia de aproximadamente 15 cm a



cada lado del centro del palo. Deberá ejercer una ligera presión hacia arriba cuando su oponente lo empuje hacia atrás

- b) El segundo participante sostendrá las orillas del palo y tratará de hacer caer al primero

Qué pasa:

No logrará hacerlo caer

Explicación:

Es imposible mover hacia atrás al participante que sostiene el palo, debido a que la fuerza está diversificada y a que se cambia la dirección de la fuerza del oponente. Al presionar un poquito hacia arriba se contrarresta cualquier presión. La fuerza que se supone lo tiraría se desvía hacia sus brazos y hacia arriba. Se podría vencer igualmente aunque las manos estuvieran en la orilla del palo.

6. a que no puedes ser levantado por los codos

Se necesita:

- tres participantes (dos fortachones y uno ligero)

Para hacerlo:

- a) Uno de los participantes se mantendrá de pie con los brazos flexionados hacia arriba y bien pegados al cuerpo. Debe descansar las palmas de las manos sobre sus hombros
- b) Los otros participantes lo sostendrán por los codos, uno de cada lado, y tratarán de levantarlo del suelo

Qué pasa:

Es muy difícil que logren levantar a su compañero en esa posición.

Explicación:

El ángulo de los codos es la diferencia entre el éxito o el fracaso de esta actividad. El poner los codos hacia delante del centro de gravedad es lo que hace imposible levantar al compañero. Si mueve sus codos hacia el cuerpo es mucho más fácil de lograr.

Cuando los hombros están frente al cuerpo mueven la fuerza aplicada al levantarte lejos del centro de gravedad. Mientras más grande sea la distancia, más fuerza será necesaria para sobreponer la resistencia que ejerce el propio peso. Realmente es sorprendente como una pequeña distancia hace una gran diferencia.

7. a que no puedes hacer tiritas una toalla de papel

Se necesita:

- toallas de papel

Para hacerlo:

- a) Intentar hacer cortes rectos en la tela

En caso de que se logre el reto, pedir a los participantes que lo intenten en sentido contrario.

Qué pasa:

Sólo pueden hacerse cortes rectos en un sentido.

Explicación:



Es imposible hacer líneas rectas y perpendiculares porque la toallita de papel está hecha de fibras que corren rectas en una dirección (a esto se le llama el grano del papel). En la dirección contraria no existen estas fibras paralelas discontinuas.

Recuerda que una fuerza siempre ataca en el punto más débil. Las líneas paralelas del grano son más delgadas que el resto del papel. Así que cuando rasgas en sentido del grano, el corte corre a lo largo de la fibra y lo puedes cortar, pero cuando tratas de cortar en contra de la fibra, la fuerza atacará en los puntos más débiles y se produce una línea mordida.

Una actividad de apoyo para este ejemplo es "el secreto del forzado"

Se necesita:

- ▶ dos escobas
- ▶ una cuerda de tres metros de largo
- ▶ 4 participantes (uno de ellos deberá ser muy fortachón)

Para hacerlo:

- a) Dos de los participantes deberán sostener las escobas con mucha fuerza
- b) El participante "fortachón" intentará juntar las escobas

Qué pasa:

Es imposible juntar las escobas

Para lograrlo:

- a) El cuarto participante deberá atar la cuerda en zig-zag sobre las dos escobas y después la jalará hacia sí mismo

IDEAS PARA DISCUTIR SOBRE SEGURIDAD

- A veces empleamos mucha fuerza para lograr cosas que no la necesitan. ¿qué haces cuando no puedes abrir un cajón?
- ...¿has intentado moverlo hacia los lados en lugar de jalarlo hasta que sales disparado para atrás, la mayoría de las veces sin lograr abrirlo?
- ¿qué otras maneras conoces para abrir botellas o frascos que tienen la tapa muy apretada?
- ¿qué clase de esfuerzos innecesarios podrían lastimarte y cómo podrías evitarlos?



FLUIDOS ENGAÑOSOS

Los retos de este tema se asemejan mucho a demostraciones científicas, aún así, no serán los juglares quienes las realicen, sino que invitarán a los niños a que lo intenten. La limitante en este sentido es que no todos los niños participarán de la misma manera, algunos deberán ser sólo espectadores.

En este eje temático se discutirá con los niños acerca de qué es un fluido, cuáles son los que conocen y cómo se comportan, al mismo tiempo que se realizan las actividades. Es necesario que los facilitadores retomen las ideas de los niños y partan de ahí para guiar las discusiones sobre los conceptos.

Objetivos específicos:

- Que los niños se diviertan mientras aprenden
- Que los niños lleguen a sus propias conclusiones ayudados por la discusión en grupo y por la dirección de los facilitadores (construcción del conocimiento)
- Que los niños estén en contacto con el concepto fluido y reflexionen acerca de los diferentes fluidos que conocen
- Que los niños reflexionen acerca de las propiedades de los fluidos, principalmente del aire y del agua
- Que los niños estén en contacto con los conceptos: adhesión, tensión superficial, presión, flotación, densidad
- Que los niños reflexionen sobre accidentes que pueden evitarse aplicando los conocimientos teóricos que se abordan en este tema

Actividades:

A que no puedes...

- ♦ ... hacer que flote una bola de masa
- ♦ ... hacer un coctel de colores
- ♦ ... sacar agua por una manguera
- ♦ ... separar dos vasos mojados
- ♦ ... dejar que escape el agua por un agujero
- ♦ ... hacer que cuatro cerillos bailen sobre el agua
- ♦ ... mantener inflado un globo

LA CIENCIA DETRÁS

Los tres estados comunes o fases de la materia son sólido, líquido y gaseoso.

Un sólido mantiene una forma fija y un tamaño fijo; aún cuando se aplique una gran fuerza sobre un sólido éste no cambia con facilidad de forma y de volumen. Un líquido no mantiene una forma fija; toma la forma del recipiente y como los sólidos, no se comprime con facilidad, pero su volumen puede cambiar apreciablemente, mediante una gran fuerza. Un gas no tiene forma ni volumen fijos, se expande y llena su recipiente. Por ejemplo cuando se bombea aire en una llanta, el aire no va a todo el fondo, como lo haría un líquido; sino que llena



todo el volumen de la llanta. Como los líquidos y los gases no mantienen una forma fija, tienen capacidad de fluir; por lo tanto se les llama genéricamente fluidos.

Una propiedad de los fluidos es que ejercen presión en todas direcciones. Esto lo saben los nadadores y buceadores que sienten la presión del agua en todas las partes de su organismo.

Otra propiedad importante de un fluido es que la fuerza debida a la presión del fluido, siempre actúa perpendicular a cualquier superficie que esté en contacto con él. Los objetos sumergidos en un fluido parecen estar mucho más ligeros que cuando están fuera del fluido. Por ejemplo, una gran roca, que en el aire se puede levantar con dificultad, frecuentemente puede levantarse fácilmente cuando está en el fondo de una corriente. Cuando la roca sale de la superficie del agua, de repente parece mucho más pesada. Muchos objetos como la madera, flotan en la superficie del agua. Éstos son dos ejemplos de flotabilidad. En cada uno de ellos, la fuerza de gravedad actúa hacia abajo. Pero además, el líquido ejerce una fuerza de flotación hacia arriba.

La fuerza de flotación se presenta debido a que la presión de un fluido aumenta con la profundidad. Así, la presión hacia arriba que ejerce sobre la superficie inferior de un objeto sumergido es mayor que la presión hacia abajo sobre su superficie superior.

La tensión superficial de un líquido es otra propiedad de los fluidos que convierte la superficie de los líquidos en una especie de piel o membrana capaz de soportar cuerpos ligeros, por ejemplo algunos insectos, como los mosquitos que caminan sobre el agua. La tensión superficial se debe a que cada una de las moléculas que conforman el agua ejerce presión en todas direcciones sobre las que están a su alrededor, sin embargo, las moléculas de la superficie no tienen moléculas arriba sobre las cuales "empujar o jalar" así que la presión que hacen hacia los lados y hacia abajo hacen que el agua sea atraída hacia adentro y que la superficie parezca una pielecita delgada.

CIENCIA PARA NIÑOS

Un fluido es algo que "fluye" a menos que esté contenido en un envase. ¿Son fluidos la miel, el aire o el vidrio?. En efecto, los tres son fluidos, pero quizá te sea difícil creer que el vidrio es un fluido. Aunque el vidrio se vea como un sólido, en realidad es un fluido. Si no lo crees, observa el fondo de una botella, verás que el vidrio es más grueso en la base del vaso que en la parte de arriba, lo que muestra que antes de solidificarse "se concentró" en la parte inferior del vaso.

Muchos de los fluidos que conoces como el aire o el agua, comparten numerosas propiedades; una de ellas es que ejercen presión en todas direcciones y que dicha presión es igual en todos sentidos. La presión del aire decrece o se hace menor conforme subimos más alto del nivel al que estamos parados, por ejemplo cuando subes a una montaña, cuando vas por la carretera de regreso de la playa a la ciudad o cuando viajas en avión. Entre más subes se siente como si los oídos "tronaran" y si subes mucho (por ejemplo los escaladores) se vuelve más difícil respirar porque la presión del aire "aprieta" el interior de nuestro



cuerpo y nuestros pulmones no pueden crecer al tamaño necesario para captar aire.

El caso del agua es al revés entre más profunda es, más presión hay, ¿te has fijado que cuando nadas cerca del fondo los oídos se sienten raro? ¿Has metido tu mano con un guante puesto, en una pileta de agua? ¿Has notado que el guante aprieta tu mano conforme la bajas?

Otra propiedad de los fluidos es la cohesión y es cuando las moléculas que forman los fluidos tienden a pegarse entre sí. La cohesión es muy fuerte en la superficie de los fluidos, donde actúa como una especie de piel invisible, también se le llama tensión superficial.

Los fluidos también son adhesivos y pueden pegarse a otros objetos.

LAS IDEAS DE LOS NIÑOS ¹

Estática de fluidos

- En un balón o una llanta bien inflada, el aire interno se aplasta, o se aprieta o se comprime o se acumula más (que antes o afuera)
- Solamente hay aire cuando éste se mueve, en viento, flujo de aire, ráfagas o al aletear
- En una llanta ponchada no hay aire, al poncharse, el aire sale rápido y potentemente, al final no puede quedar aire remanente en el interior
- En un contenedor (recipiente, frasco, botella) abierto o cerrado hay aire, porque éste entró al contenedor
- En un contenedor (recipiente, frasco o botella) abierto o cerrado no hay aire, porque éste se salió
- Si el aire se expande hay más aire
- Para que el gas ejerza una fuerza es necesario que exista una causa externa
- Cuando se llena de aire un objeto, el aire es más ligero (menos pesado); así un flotador flota mejor o un balón de fútbol bota mejor llenos de aire
- Una botella de plástico tapada, con tapón de corcho, no se puede aplastar completamente, debido al aire presente dentro de él
- El aire no se puede llevar de un lugar a otro, entre dos ciudades o de un cuarto a otro, ya que el aire no se puede atrapar, o capturar, o encerrar, porque el aire es una cosa, una masa sola
- La ventosa se pega a una pared (o superficie) lisa porque el hule se adhiere.
- Dentro de un contenedor (jeringa) con aire a una presión menor a la atmosférica, el aire siempre está pegado a los lados del contenedor, por ésta razón, el aire es capaz de succionar o jalar
- Cuando el aire se comprime a mayor presión que la atmosférica, éste actúa, empuja o presiona un objeto sólo durante la compresión, hasta que el equilibrio se alcanza de nuevo y ya no hay más acción del aire
- El aire interno y externo a un contenedor son diferentes (por su movimiento o "grosor"). El aire comprimido es acumulado, amontonado, encogido,

¹ Tomadas de <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048>



contraído, atascado, apretado y el aire expandido está normal, cómodo, relajado, ensanchado, expandido o extendido

- En una llanta bien inflada, el aire interno no es diferente al externo
- En un balón (o una llanta) inflado el aire interno tiene una presión
- En un balón (o una llanta) inflado, el aire interno está a mayor presión (que antes o afuera). **[Correcta]**
- En una jeringa, que contiene un pequeño globo, el pistón es empujado, entonces el aire fuerza la reducción del tamaño del globo
- Cuando el aire es removido de un envase de hojalata y se cierra, el aire externo comprime el recipiente, por que el aire al interior del mismo no se puede mover
- La presión atmosférica actúa sobre la superficie del agua por que el aire viene y se apila encima del agua
- En una jeringa no hay aire, pero se puede hacer algo de aire moviendo el pistón hacia arriba y abajo
- El aire se expande porque está en todas partes, envolviéndolo todo, llegando hasta los rincones más pequeños, atravesando cualquier hueco, "golpeando" en todo momento las paredes de un recipiente
- El aire contenido en un recipiente no ejerce fuerzas sobre las paredes del mismo, "el aire sólo empuja si tienen probabilidad de éxito"
- El aire contenido en un recipiente no ejerce fuerza sobre las paredes del mismo: el aire empuja la membrana que tapa [el recipiente] pero "sólo un poquito" las paredes
- Cuando el pistón de una jeringa es jalado. El aire en el interior está a muy baja presión porque se ha sellado el contenedor y entonces se expande el volumen. Hay la misma cantidad de aire en un volumen mucho mayor. **[Correcta]**
- El aire toma cierta cantidad de espacio, ni más ni menos. Aquí [donde] hay mucho aire, hay presión
- El aire es "activo sólo si está molesto o enfadado"
- El aire se "cansa de empujar y deja de empujar"
- El "aire normal" (aire atmosférico) es fino, no denso o no tan denso en todas partes, fluido o relajado
- La ventosa se pega a una pared (superficie) lisa porque hay aire afuera y hay poco o casi nada de aire entre el chupón (ventosa) y la pared
- La ventosa se pega a una pared (superficie) lisa porque hay aire afuera y hay una gran cantidad de aire entre el chupón (ventosa) y la pared

Movimiento de fluidos

- El aire no circula igual en cualquier parte. El aire puede circular libremente en una botella abierta pero no en una cerrada
- Cuando los gases [aire] ejercen fuerzas en equilibrio es porque el aire está en perpetuo movimiento
- Después de introducir o empujar aire en una jeringa, aquél no ejerce fuerza porque está inmóvil
- En una llanta bien inflada, el aire interno está bloqueado o no puede circular



- Un movimiento del aire en una dirección causa, o es causado por, una sola fuerza en la misma dirección. El aire actúa en la dirección en que se mueve
- Los gases son capaces de moverse y este movimiento causa que los gases ejerzan fuerzas sobre los objetos con los cuales ellos están en contacto

ACTIVIDADES SUGERIDAS

1. a que no puedes hacer que flote una bola de masa

Se necesita:

- ▶ un recipiente grande de plástico o pecera
- ▶ masa para moldear
- ▶ agua

Para hacerlo:

- a) Llenar tres cuartas partes de la pecera con agua
- b) Hacer una bola de masa compacta y depositarla con suavidad en el agua
- c) Observar los resultados y el nivel del agua
- d) Sacar la bola del recipiente y dar la forma de canoa con los lados altos
- e) Observar los resultados y el nivel del agua

Qué pasa:

La bola de masa se hunde y la canoa flota.

Explicación:

¿por qué algunos objetos flotan sobre el agua y otros se hunden?...

...todo se debe a la densidad. Los objetos que flotan son más ligeros o menos densos que el agua; los que se hunden son más pesados o más densos. Cuando un objeto se sumerge, su peso lo empuja hacia abajo, pero el agua lo vuelve a empujar hacia arriba, con una fuerza o empuje equivalente al peso del agua desplazada por el objeto.

Si el objeto es menos denso que el agua, el empuje será suficiente para hacerlo flotar, si es más denso, se hundirá. La madera flota porque es menos densa que el agua. Los barcos flotan gracias al aire del interior, lo mismo pasa con los salvavidas.

La bola de masa se hunde porque es más densa que el agua y el nivel del agua sube porque la bola desplaza su propio volumen de agua.

Cuando se moldea la masa en forma de canoa, aumenta el volumen del objeto y aumenta también la fuerza de empuje del agua. En este caso el volumen del agua crece un poco más porque la canoa y aire que contiene desplazan un mayor volumen de agua.

2. a que no puedes hacer un coctel de colores

Se necesita:

- ▶ una copa alta de vidrio transparente
- ▶ almíbar
- ▶ glicerina
- ▶ agua coloreada con colorante vegetal azul
- ▶ aceite de oliva



- ▶ alcohol de 90° coloreado con colorante vegetal rojo

Para hacerlo:

- Verter el almíbar en el fondo de la copa
- Añadir la glicerina poco a poco
- Después de que se haya asentado la glicerina, vaciar con cuidado el agua
- Vaciar el aceite de oliva
- Dejar caer el alcohol poco a poco

Qué pasa:

Se observarán una serie de bandas o rayas de colores en la copa.

Explicación:

De la misma manera que los objetos menos densos que el agua flotan, también lo hacen los líquidos que son menos densos siempre que no se mezclen. Un líquido ligero flotará encima de otro más pesado.

Se puede cambiar la densidad de un líquido cuando se calienta o cuando disolvemos cosas en él, lo que afecta también la manera en que los sólidos flotan sobre él, por ejemplo los barcos flotan más elevados en el agua salada que en la dulce, porque la primera es más densa.

3. a que no puedes sacar agua por una manguera

Se necesita:

- ▶ una manguera gruesa de jardín
- ▶ algo para enredar la manguera en círculos de por lo menos 30 cm de diámetro
- ▶ un embudo
- ▶ una cubeta con agua
- ▶ una cubeta vacía

Para hacerlo:

- Enredar la manguera por lo menos dándole cinco vueltas

La manguera tiene que estar perfectamente vacía y no debe tener dobleces ni fugas.

- Introducir una punta de la manguera en la cubeta vacía y la otra, subirla lo más que se pueda sobre el suelo
 - Insertar el embudo en la punta alta y vaciar el agua por ahí
- Hay que esperar a que salga el agua por el otro lado

Qué pasa:

El agua nunca saldrá.

Explicación:

Esta es una pesadilla científica. Hay muchas teorías para explicarlo, pero ninguna es válida, ¿podrías explicarlo tú?

4. a que no puedes separar dos vasos mojados

Se necesita:

- ▶ dos vasos de plástico grueso del mismo tamaño (no desechables)
- ▶ agua

Para hacerlo:



- a) Colocar un vaso dentro del otro
- b) Vaciar un poco de agua alrededor del borde del vaso que quedó hacia fuera hasta que se forme una pequeña película de agua
- c) Tratar de separar los vasos

Qué pasa:

No se puede separar los vasos.

Explicación:

El agua actúa como pegamento.

Aquí intervienen dos fuerzas, la primera es la cohesión que es la fuerza que reúne a las moléculas de agua. La segunda es la adhesión, que es la atracción entre el agua y el vaso.

Para solucionarlo se necesita:

- hielos
- agua caliente

Para hacerlo:

Enfriar el vaso interior poniendo en su interior cubos de hielo, mientras están los hielos allí, hacer correr agua caliente por fuera del vaso exterior y separarlos inmediatamente. Si no se hace rápido, los vasos se pegarán aún más.

El chiste es lograr contraer con el frío el vaso de adentro y expandir el de afuera con el agua caliente

5. a qué no puedes dejar que escape el agua por un agujero

Se necesita:

- una botella de plástico con tapa de rosca
- tijeras de punta
- agua

Para hacerlo:

- a) Con las tijeras hacer un agujero pequeño en la base de la botella
- b) Cubrir el agujero con un dedo mientras se llena de agua la botella hasta el borde
- c) Enroscar la tapa asegurándose que no haya entrado aire a la botella
- d) Quitar el dedo del agujero. Enderezar la botella y esperar que el agua empiece a gotear

Qué pasa:

El agua no saldrá de la botella.

Explicación:

¿Te has fijado que sobre una lata de refresco fría o un vaso de agua helada se pueden ver muchas gotitas de agua? ¿o que cuando llenas un vaso de agua hasta el borde la superficie del agua se levanta como en una pancita? ¿has visto esos insectos que pueden caminar sobre el agua?

Casi todas las gotas grandes son perfectamente redondas. Lo mismo pasa con las gotas de rocío que quedan en las hojas de las plantas o en una telaraña o con las gotas que resbalan lentamente por un grifo. Las gotitas de agua tienden siempre a ser redondas por un fenómeno llamado *tensión superficial*. Eso sucede porque las moléculas que están en el agua siempre están "jalándose" entre sí en todas direcciones y con la misma fuerza. En el centro de una gota las moléculas se jalen hacia todos lados, pero en la superficie sólo jalen hacia adentro de la



gota. Lo mismo sucede en la superficie del agua, todas las moléculas son atraídas hacia adentro, lo hace parecer una piel elástica.

La tensión elástica es lo que permite que el agua se quede adentro de la botella.

6. a que no puedes hacer que cuatro cerillos bailen sobre el agua

Se necesita:

- ▶ cuatro cerillos de madera
- ▶ un plato poco profundo
- ▶ detergente líquido
- ▶ gotero
- ▶ agua

Para hacerlo:

- a) llenar el plato con agua limpia y dejarla asentar hasta que la superficie sea completamente lisa
- b) con cuidado depositar los cerillos en el centro del plato formando una estrella
- c) tomar una gota de jabón con el gotero y añadirla exactamente en el centro de la estrella

Qué pasa:

Al añadir el jabón los cerillos saldrán impulsados hacia el borde del plato.

Explicación:

El jabón contiene un "agente humedecedor" que rompe la tensión superficial por lo que los cerillos flotantes se mantienen en la posición pero la tensión se dispersa instantáneamente cuando se añade la gota de jabón.

7. a que no puedes mantener inflado un globo

Se necesita:

- ▶ un globo
- ▶ una secadora de pelo

Para hacerlo:

- a) Inflar el globo al máximo y anudarlo para evitar que se escape el aire
- b) Calentar el globo con la secadora en su nivel máximo de calor

Qué pasa:

Después de unos minutos el globo explotará.

Explicación:

Cuando los sólidos y los líquidos se calientan se expanden, porque sus moléculas vibran alejándose cada vez más. Cuando se enfrían se contraen de la misma manera. Con los sólidos y los líquidos la dilatación es demasiado pequeña para verse, pero la fuerza de dilatación es muy poderosa.

Los gases (como el aire del globo) se dilatan mucho más que los sólidos y los líquidos, pero con menos fuerza; si están encerrados en un contenedor fuerte y rígido su presión aumenta pero no se dilatan. Como el globo es fácil de romper, la presión del aire es suficiente para reventarlo.



IDEAS PARA DISCUTIR SOBRE SEGURIDAD

- ¿Cómo funcionan los salvavidas? ¿Crees que es importante utilizarlos?
 - ¿Te has fijado que en los charcos de las calles por donde pasan muchos coches hay una delgada capa de aceite flotando en la superficie del agua? ¿Qué crees que pueda ocurrir si no se limpian las calles?
 - El jabón ayuda a eliminar la tensión que no deja que el aceite y el agua se mezclen, sólo recuerda que el jabón en el piso podría ser peligroso, ¿cómo podemos evitar accidentes cuando usamos jabón para lavar el piso o cuando nos estamos bañando?
 - Si tratas de separar dos vasos de vidrio pegados te puedes cortar, pues podrías apretarlos con la fuerza suficiente como para romperlos en tus manos.
 - La presión del aire dentro de los objetos puede reventarlos, ¿qué clase de objetos conoces que contengan aire y que puedan ocasionar accidentes en caso de explotar? Por ejemplo: llantas de los coches, la olla express
- La presión del aire y del agua puede lastimar tus oídos ¿sabes cómo evitarlo?



ENÉRGICOS CON LA ENERGÍA

Las actividades de esta sección incluyen, retos propiamente dichos, demostraciones que realizan algunos niños mientras otros observan y una demostración que presentan sólo los juglares. La razón por la que las actividades están divididas de esta manera es debido a los temas que abordan, por ejemplo el caso específico de la actividad que representan los facilitadores trata sobre electrocuciones, para evitar accidentes o mal uso de "maquinas de toques", se decidió que los facilitadores lo representarán teatralmente dentro de la puesta en escena.

Igual que en los ejes temáticos anteriores, se irá discutiendo y explicando el concepto de energía y los diferentes tipos de energía que los niños conocen, al mismo tiempo que las actividades se van desarrollando. Por ello es necesario partir de lo que los niños ya saben haciéndoles preguntas acerca del tema. No es necesario que se trate exhaustivamente el tema, basta con discutir los conocimientos que externen los niños y discutir a partir y alrededor de eso.

Objetivos específicos:

- Que los niños se diviertan mientras aprende
- Que los niños lleguen a sus propias conclusiones ayudados por la discusión en grupo y por la dirección de los facilitadores (construcción del conocimiento)
- Que los niños estén en contacto con los conceptos: energía calorífica, punto de ignición, combustible, combustión, energía cinética, energía eléctrica, electricidad estática, energía sonora
- Que el alumno reflexione sobre accidentes que pueden evitarse aplicando los conocimientos teóricos que se abordan en este tema

Actividades:

A que no puedes...

- ♦ ... mantener un cerillo encendido sobre un vaso de refresco
- ♦ ... hacer que una pelota brinque tan alto como una pluma
- ♦ ... hacer que una llama pase por una coladera
- ♦ ... quemar un agujero en un vaso de papel
- ♦ ... levantar estas hojas de papel con una regla
- ♦ ... demostración sólo de los juglares (¡una gran descarga!)
- ♦ ... ver el sonido

LA CIENCIA DETRÁS

La energía es la capacidad que poseen los cuerpos para realizar un trabajo. Esta capacidad se hace evidente de varias maneras que pueden transformarse e interrelacionarse. En otras palabras, la energía se conserva, es decir, no se crea ni se destruye, sino que sufre transformaciones de unos estados a otros. Por ejemplo, la energía calorífica o térmica que es la que proviene de la combustión de varios materiales o de la fricción entre dos cuerpos, puede



convertirse en energía mecánica a través de ciertos mecanismos, como en las máquinas de vapor.

La energía eléctrica por su parte, se produce principalmente a partir de transformaciones de otras formas de energía como la hidráulica, térmica o eólica. El movimiento del agua o del viento accionan las turbinas que ponen en funcionamiento el rotor de dinamos o alternadores para producir la corriente eléctrica.

Otro tipo de energía es la potencial, que se define como la capacidad de un sistema para realizar un trabajo de acuerdo a su posición o configuración. Por ejemplo cuando un objeto pende sobre el suelo tiene energía potencial que puede convertirse en energía cinética si se deja caer hacia el piso.

La energía cinética es la capacidad de un sistema para hacer un trabajo en virtud de su movimiento, lo que quiere decir que cualquier cuerpo en movimiento posee energía potencial, que puede convertirse en calor, sonido, electricidad, etc.

A la ley que habla sobre la transformación de la energía se le conoce como Ley de la conservación y dice que cuando existe una transformación, la cantidad de energía que existía antes es la misma que aparece al transformarse.

CIENCIA PARA NIÑOS

La energía tiene muchas formas. El calor que hace hervir el agua, la energía química como el combustible que hace caminar a los coches, la energía eléctrica, etc. Pero independientemente de la forma que tome es esencialmente una capacidad de hacer que algo suceda o "funcione" ya sea moviéndolo, calentándolo, o alterándolo.

Los científicos hablan de dos tipos de energía, la cinética y la potencial. La energía potencial es la que no hace nada pero que está preparada para actuar. Por ejemplo hay energía potencial en el carbón o en la madera o en cualquier cosa que esté por encima del nivel del suelo porque en cualquier momento la gravedad lo hará caer.

La energía cinética es la energía que algo tiene por estar en movimiento, por ejemplo una bicicleta andando.

Casi todas las formas de energía pueden ser convertidas en otras por ejemplo la energía potencial de una pelota antes de ser lanzada se convierte en energía cinética cuando está en movimiento, o la energía eléctrica que enciende un foco se convierte en luz y calor.

¿Sabías que hay una ley en la naturaleza que dice que siempre que la energía pasa de una forma a otra, la totalidad de la energía al final es la misma que la del principio? Es como en el ejemplo del foco la energía eléctrica que se necesitó para encenderlo es exactamente la misma que se convirtió en luz y calor. Otro ejemplo son los motores los cuales producen sonido igual que el foco produce calor. A esta ley se le conoce como La ley de la conservación de la Energía.

Si no lo crees, tállate las manos y verás como el movimiento se transforma en calor. Sin embargo, no siempre es fácil detectar cuando la energía cambia de una forma a otra y puede parecernos que la energía desaparece, pero no es así.



El calor es la energía que hace que las moléculas y los átomos se muevan rápidamente, cuanto más rápido vibran las moléculas en una sustancia más caliente está. Debido a que el calor es energía no se utiliza sólo para calentar, sino también para convertirlo en otras fuentes de energía. El calor puede impulsar coches, aviones o mover turbinas para fabricar electricidad, entre otras cosas.

En el caso de la energía sonora, la fuerza del sonido depende de cuánta energía hay en las ondas sonoras. Las grandes ondas energéticas mueven los tímpanos largamente y suenan fuerte; las ondas pequeñas los mueven mucho menos y suenan poco. La energía sonora o "intensidad" se mide en decibeles (dB). La escala decibélica es logarítmica lo que quiere decir que un sonido de 2 dB no es dos veces, sino diez veces más intenso que 1 dB de sonido y un sonido de 20 dB es 100 veces más intenso que uno de 10 dB.

Los sonidos por encima de 120 dB causan intensos dolores y sordera.

La electricidad es la más versátil de todas las formas de energía, es decir que puede convertirse en muchas cosas. Puede suministrar calor para hacer que se encienda un foco o para que un calentador caliente. Puede producir el sonido de una radio y la imagen de una tele, etc.

La electricidad estática puede verse cuando nos peinamos ¿te has fijado que se paran los pelos cuando los frotamos con un peine? Y también puede verse cuando nos quitamos una chamarra o cuando se frotan las sábanas de la cama cuando las abrimos para dormirnos ¿te has fijado que se escuchan como toquitos? El frotamiento entre las sábanas o entre el peine y el cabello produce una "carga" que hace que las cosas se "peguen", como cuando frotas un globo en tu cabello para que se pegue a la pared.

LAS IDEAS DE LOS NIÑOS ¹

- Energía es lo que produce una fuerza
- Si la energía no se destruye ni se crea entonces debe estar siempre presente.
- Energía es una fuente de fuerza o de poder
- Algo no es realmente energía, hasta que no ha sido liberada
- La energía no se conserva; cuando se tiene una batería y una lámpara, la batería tiene energía eléctrica. Cuando la lámpara se enciende se genera calor y luz, el calor se evapora y la luz se hace oscura. La energía se ha ido
- El peso gana la misma cantidad de energía si se levanta con un sistema de poleas o sin él, sin polea se requiere una fuerza más grande
- El calor viaja a través de algún tipo de rayos. Hay otras clases de calor como el fuego que suelta calor
- El calor eleva la temperatura. La temperatura es como una cosa -como el Sol-; cuando el Sol calienta, sube la temperatura. Hay que hacer algo para calentar cualquier cosa. En cambio, la temperatura viene simplemente, es algo natural
- El calor es energía: cuando algo se calienta, se transfiere energía calorífica a lo que se está calentando

¹ Tomadas de <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048>



- El calor es aire caliente
- El calor es como una ola que se eleva desde la carretera. Se ve como humo
- Hay dos tipos de calor: caliente y frío. El calor frío es más fuerte y se mueve más rápido que el calor caliente. Los dos se ven diferentes
- El calor viaja a través de todas las sustancias
- El calor viene desde algún objeto que contiene calor
- El calor es una sustancia, algo como el vapor o el humo
- Cuando el agua hierve las burbujas están hechas de calor
- Al calentar aire en un frasco de vidrio (matraz), el aire caliente se eleva y entonces el aire no es igual en todas partes, el aire está principalmente arriba
- En un recipiente cerrado (con aire) con el aumento de calor, la presión aumenta porque hay más aire
- El aire caliente es capaz de empujar o causar un movimiento
- Cuando se calienta el aire, principalmente de una manera intensa como una flama o al Sol, deja de ser aire y se transforma en gas (éste puede ser dióxido de carbono)
- Cuando se calienta el aire siempre hay una dilatación, así hay más aire.
- El calor es el Sol, lo que producen los rayos del Sol; es el fuego.
- Calor es cuando está caliente
- El calor es una temperatura elevada
- El calor es aire caliente
- Calor es el tiempo/clima
- El calor es lo que me hace fatigar
- El calor es lo que me hace transpirar
- Calor es una forma de energía

ACTIVIDADES SUGERIDAS

1. a que no puedes mantener un cerillo encendido sobre un vaso de refresco

Se necesita:

- ▶ refresco con gas
- ▶ cerillos de madera
- ▶ un vaso

Para hacerlo:

- a) Vaciar un poco de refresco con gas en el vaso de vidrio
- b) Encender un cerillo de madera y acércalo al refresco del vaso. ¡Hay que tener cuidado de no quemarse los dedos!

Qué pasa:

En cuanto se acerca el cerillo al refresco, éste se apaga.

Explicación:

Esto ocurre porque el refresco contiene gas carbónico (CO_2) bajo presión. Cuando lo destapas, las burbujas de gas carbónico suben a la superficie del refresco y llenan el vaso del gas, sustituyendo el oxígeno del vaso. El fuego es energía calorífica y lumínica que se libera cuando un combustible se combina



con el oxígeno del aire. Cuando acercas el cerillo, éste consume el poco oxígeno que hay en el vaso y después se apaga.

2. a que no puedes hacer que una pelota brinque tan alto como una pluma

Se necesita:

- ▶ una pelota chiquita de las que botan muy alto
- ▶ un bolígrafo de los que les aprietas para que salga la punta.

Para hacerlo:

- a) Encajar la punta del bolígrafo en la pelota, de manera que al sostener sólo la pluma no se caiga la pelota. Se debe tener cuidado de no sumir toda la pluma en la pelota.
- b) Sostener la pluma con el brazo estirado (la pelota debe estar hacia abajo)
- c) Dejarlas caer y poner atención en cuál bota más alto

En este experimento se debe tener cuidado de no aventarlas cerca de un foco y cuidarse los ojos

Qué pasa:

Lo que ocurre es que la pluma sale disparada fuera de la pelota y alcanza al techo.

Explicación:

La pelota rebota muy poco porque pierde muy poco de su energía cinética o de movimiento. Cuando se arrojan juntas la pelota y la pluma, la colisión afecta a ambas. Si no hubiera pluma, la energía cinética del impacto se manifestaría en el rebote normal de la pelota. Pero en este caso, una parte de la energía cinética de la pelota se transfiere a la pluma y que sale disparada. Esto sucede porque la pluma tiene una menor masa que la pelota y por eso puede diez veces más alto que la pelota, con la misma cantidad de energía cinética.

3. A que no puedes hacer que una llama pase por una coladera

Se necesita:

- ▶ una vela
- ▶ una coladera de metal
- ▶ cerillos o encendedor

Para hacerlo:

- a) Colocar la vela en un candelero
- b) Prender la vela
- c) Sostener la coladera sobre la flama
- d) Intentar mantener la coladera sobre la llama

Qué pasa:

La flama no pasa por los agujeritos

Explicación:

La llama visible es una combinación tanto de energía luminosa como calorífica, como resultado de la combustión del oxígeno. El metal de la coladera absorbe la energía calorífica, sin la cual los gases no pueden mantener el punto de ignición (la temperatura necesaria para iniciar la combustión), por eso la combustión sólo ocurre abajo del metal.



4. a que no puedes quemar un agujero en un vaso de papel

Se necesita:

- ▶ un vaso de papel
- ▶ cerillos de madera
- ▶ agua

Para hacerlo:

- a) Llenar el vaso de papel con agua
- b) Encender un cerillo de madera
- c) Acercarlo al centro del vaso y tratar de quemar un agujero

Qué pasa:

Es imposible quemar el vaso.

Explicación:

Recuerda que para quemar algo se necesitan cuatro cosas: combustible, oxígeno, una fuente de calor y el punto de ignición (la temperatura en la que se quema un combustible).

Es obvio que tienes combustible (el papel del vaso), bastante oxígeno en el aire, una fuente de calor (cerillo). Lo que está faltando es el punto de ignición. El agua del vaso jala la energía del papel y nunca se alcanza la temperatura necesaria para que empiece a quemarse el papel.

5. a que no puedes levantar estas hojas de papel con una regla

Se necesita:

- ▶ hojas de papel de china
- ▶ una regla
- ▶ un pañuelo de seda

Para hacerlo:

- a) frotar vigorosamente la regla con el pañuelo
- b) poner la regla sobre las hojas

Qué pasa:

Las hojas quedarán pegadas a la regla.

Explicación:

Cuando los dos objetos se frotan, los electrones son expulsados de los átomos de la seda y se pegan a los átomos de la regla. Esto quiere decir que la regla queda cargada negativamente. Las cargas distintas se atraen, es por ello que las hojas, que están cargadas positivamente se pegan a la regla, que tiene una carga negativa.

6. Demostración para los actores

Se necesita:

- ▶ el modelo de una batería gigante
- ▶ 2 cables largos (simulados)

Para hacerlo:

Los actores representarán una gran descarga, para discutir acerca de la energía eléctrica y las electrocuciones.

7. a que no puedes ver el sonido

Se necesita:

- ▶ un cucharón de madera



- una bandeja de metal (de las que se usan para hornear galletas)

Para hacerlo:

- sostener la bandeja por una de las puntas
- golpear la bandeja con el cucharón

Qué pasa:

El metal vibra con el golpe.

Explicación:

Así como la bandeja vibra, también lo hace el aire que está a su alrededor. Cuando esta vibración llega a nuestros oídos entonces percibimos el sonido del golpe de la madera en el metal.

La fuerza del sonido depende de cuánta energía hay en las ondas sonoras. Las grandes ondas energéticas mueven los tímpanos largamente y suenan fuerte; las ondas pequeñas los mueven mucho menos y suenan poco. La energía sonora o "intensidad" se mide en decibeles (dB). La escala decibélica es logarítmica lo que quiere decir que un sonido de 2 dB no es dos veces, sino diez veces más intenso que 1 dB de sonido y un sonido de 20 dB es 100 veces más intenso que uno de 10 dB.

Los sonidos por encima de 120 dB causan intensos dolores y sordera.

IDEAS PARA DISCUTIR SOBRE SEGURIDAD

- ¿Sabías que algunos extinguidores y otros materiales de los que usan los bomberos para apagar incendios funcionan con CO₂? ¿cuál crees que sea la razón?
- ¿Qué maneras conoces para evitar que se produzca o propague un incendio?
- ¿Crees que sea importante utilizar el cinturón de seguridad al viajar en el coche? ¿Por qué? Recuerda el reto sobre la pluma y la pelota. ¿Qué crees que les pasaría a las personas que viajan en un coche si uno más veloz los embistiera por atrás?
- ¿Cómo pueden evitarse las electrocuciones?
- ¿Qué clase de sonidos crees que pudieran afectar tus oídos? ¿Qué clase de cuidados crees que debemos tener con nuestros oídos para mantenerlos saludables?

CONCLUSIONES

Tomando en cuenta las diferentes líneas de investigación llevadas a cabo en este trabajo, me parece oportuno centrar las conclusiones obtenidas en los siguientes aspectos:

1. La relación entre constructivismo, enseñanza de la ciencia
2. La relación entre enseñanza de la ciencia y promoción de la seguridad
3. Las actividades lúdicas en la enseñanza de la ciencia

Una vez expuestas las conclusiones de este trabajo, se discutirá brevemente acerca de los alcances de la propuesta, las ventajas que ofrece y las limitaciones que enfrenta para finalmente proponer algunas recomendaciones para el diseño de futuras propuestas.

1. La relación entre constructivismo y enseñanza de la ciencia

- Debido a que el conocimiento científico es un proceso de elaboración de modelos explicativos que está delimitado por la sociedad y no es de ninguna manera absoluto ni estático, la enseñanza de las ciencias debe obedecer a un modelo constructivista que permita a los niños tener cierto grado de participación en este proceso de invención y descubrimiento. Actualmente el conocimiento científico es entendido como un saber absoluto e incuestionable y es por ello que el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias enfrenta severas dificultades. La propuesta que se presenta en este trabajo es una alternativa para tratar temas científicos que toma en cuenta que el conocimiento se construye progresivamente, respondiendo a las necesidades de la época y que es modelado por las características de la sociedad en la que se desarrolla.
- La enseñanza de las ciencias desde el constructivismo permite que los niños desarrollen las habilidades necesarias para acceder a los productos culturales, disfrutar de ellos y renovarlos. Una de estas habilidades es la capacidad de analizar, organizar, interpretar y dar sentido a la información que reciben tanto dentro como fuera de la escuela. Desde la perspectiva tradicional que rige la enseñanza de las ciencias en las escuelas de nuestro país y de muchos otros, las actividades escolares están centradas en la adquisición de conceptos, relegando la experimentación y el cuestionamiento del conocimiento, lo que ha traído consecuencias negativas en el aprovechamiento académico de los estudiantes. Por ello esta propuesta pretende ofrecer a los niños la oportunidad de experimentar directamente y de cuestionar sus propias ideas o las que han ido adquiriendo a lo largo de su trayectoria escolar con el propósito de que desarrollen las habilidades necesarias para comprender la realidad en la que se desenvuelven.

- La enseñanza constructivista permite tomar en cuenta las características de los sujetos y adaptar los contenidos en consecuencia. No sólo se preocupa porque los niños comprendan y apliquen la información que les brinda la escuela sino que al mismo tiempo apoya e impulsa su desarrollo integral.

Aún cuando la enseñanza constructivista permite adaptar los contenidos de la escuela a las características de los sujetos y sugiere partir de las ideas de los niños para enseñar ciencias, la literatura que existe acerca de las ideas infantiles parece no ser suficiente para entender cómo integrar las concepciones de los niños durante la práctica docente, pues generalmente las innumerables listas sobre concepciones alternativas están fuera de contexto.

El programa de actividades que se presenta en esta tesis y específicamente la sesión que se presenta en el video es un ejemplo que demuestra que es posible partir de lo que los niños saben, primero porque en la medida de lo posible se investigó y contextualizó las ideas de los niños para después adaptar las actividades y las explicaciones con base en ello. Por otro lado, gracias a la mediación de los facilitadores las actividades y las discusiones promueven el "choque" cognitivo que permite a los alumnos cuestionar sus propias ideas y acercarlas a explicaciones más científicas y aplicables dentro de un contexto práctico.

2. La relación entre enseñanza de la ciencia y promoción de la seguridad

- Una de las vías más importantes para disminuir el número de accidentes e incidentes que ocurren por ignorancia en la vida cotidiana es a través de la educación. La promoción de la seguridad personal a través de la educación científica responde a uno de los objetivos de la educación básica de nuestro país: crear ciudadanos concientes que tengan respeto por la naturaleza y por sí mismos, capaces de cuidar los recursos y de mantener su salud y bienestar totales. Sin embargo, actualmente las actividades sobre seguridad que se llevan a cabo en las escuelas primarias están centradas en la prevención de desastres y se ha descuidado el tema de la prevención de accidentes comunes.

- Vincular los contenidos científicos de la escuela con aspectos de la vida cotidiana contribuye a que los niños encuentren un referente significativo que les permita comprender los contenidos temáticos de la escuela, lo cual se traduce en la capacidad de generalizar y aplicar los conocimientos escolares en contextos diferentes.

Hoy por hoy la enseñanza de las ciencias y la prevención están fuera de contexto, los conocimientos que ofrece la escuela no son aplicables y generalmente no tienen un referente cotidiano que permita la construcción de significados. La propuesta que se presenta en este trabajo intenta que al discutir sobre seguridad, los niños encuentren un referente para construir significados prácticos y comprender los contenidos científicos de la escuela.

3. Las actividades lúdicas en la enseñanza de la ciencia

- El enfoque constructivista revaloriza al juego como recurso didáctico que potencializa el desarrollo integral del niño y promueve una educación en armonía con su naturaleza. Sin embargo, el hecho de que el constructivismo quede reducido en la mayoría de los casos únicamente a los preconceptos y procedimientos sin modificar verdaderamente el currículo, aleja la posibilidad de integrar al juego como metodología educativa. Debido a que el programa de actividades está diseñado para desarrollarse fuera del ámbito educativo formal, el empleo del juego parece viable e impregna de sentido lúdico el aprendizaje creando un ambiente en el que el niño es libre de expresarse y crecer.
- El teatro es un vehículo que permite acercar los conocimientos científicos con la experiencia cotidiana ya que su finalidad no es ofrecer datos sino proponer situaciones que hagan reflexionar al público.
En el ámbito educativo informal permite al museo de ciencias y a los diversos escenarios informales atender al público casual que se acerca al museo con la intención de pasar un rato agradable pero no necesariamente de aprender ya que generalmente dentro de los museos de ciencias los guías ofrecen un tipo de visita que sólo contempla al público escolar (que acude al museo para aprender o reforzar lo que ya sabe) dejando desatendidas a las personas que visitan el museo por motivaciones distintas. Diseñar las sesiones de actividades a manera de obras de teatro, como se propone en este trabajo, permite que tanto el público escolar como el casual se sienta atraído y motivado para realizar las actividades pues el sentido lúdico del teatro actúa como subterfugio que dota de emoción el aprendizaje.

Alcances de la propuesta

Vincular temas de ciencia y seguridad no fue una tarea fácil ya que el desarrollo de la propuesta enfrentó varios obstáculos, como por ejemplo, la falta de literatura respecto a concepciones alternativas y a seguridad personal en las escuelas o la dificultad para encontrar una metodología adecuada para trabajar con niños. Sin embargo, al final resultó un programa de actividades que superó las expectativas, pues se logró una propuesta novedosa y versátil que puede aplicarse tanto en el ámbito educativo formal como en el informal.

La propuesta es un ejemplo de cómo pueden abordarse los contenidos científicos desde una perspectiva constructivista y dentro de un marco cotidiano

Superar las dificultades que se presentaron a lo largo del desarrollo de la propuesta, derivó en la creación de un programa de actividades que sale de lo convencional, que abre un espacio para que los niños puedan expresarse con un lenguaje que les es natural –el juego–, que les da la oportunidad de aplicar los conocimientos que poseen y que los inicia en la construcción de una conciencia de seguridad y prevención a través de la reflexión sobre sí mismos y acerca de la necesidad de cuidarse.

Dos de las aportaciones más importantes de este trabajo fueron la creación del manual que apoya la labor del facilitador y que sirve como instrumento de capacitación para nuevos facilitadores y el video que ilustra una sesión (obra teatral) para niños de primero, segundo y tercero de primaria.

El manual es una herramienta accesible donde los facilitadores pueden encontrar toda la información necesaria para poner en práctica la propuesta, ya que toda la información que se presenta en esta tesis, fue reestructurada en el manual con el propósito de que la consulta fuera rápida y fácil.

Por su parte el video es la prueba física de que las sesiones funcionan y de que vincular los temas científicos con la vida cotidiana partiendo de las propias de los niños en un ambiente lúdico y de libertad es posible.

Ventajas

La estructuración final a la que se llegó en la propuesta de actividades sobre ciencia y seguridad ofrece las siguientes ventajas:

- Debido a que la propuesta no es un prototipo que deba reproducirse de manera idéntica cada vez que se ponga en marcha, sino que pretende que cada sesión de actividades sea única; el programa de actividades sobre ciencia y seguridad es una propuesta versátil que permite que los facilitadores adapten de manera creativa, con base en sus características, en las de los niños o en los requerimientos del museo o de la escuela, los contenidos del programa para crear sesiones diferentes, lo que asegura que, al llevar el programa a las escuelas, los niños puedan disfrutar de actividades y sesiones diferentes a lo largo de su trayectoria escolar.
- Permite a los guías (en caso de que se desarrolle en el museo) realizar actividades diferentes a las cotidianas sin descuidar su labor de apoyo a los visitantes.
- Permite que las sesiones se construyan con base en un tema de ciencia o en varios temas científicos que se relacionen con el mismo referente de seguridad. Por ejemplo para hablar de incendios pueden incluirse actividades de energía y de fluidos.
- Da la oportunidad a los niños de construir significados prácticos (gracias a los referentes sobre seguridad) sobre los conocimientos que poseen acerca de los temas científicos que se abordan. De este modo, la posibilidad de que los recuerden y los comprendan se incrementa.
- No requiere de materiales costosos, el éxito o impacto que tenga la propuesta sobre los niños no depende de las actividades en sí mismas, ni de los materiales, sino de la creatividad de los facilitadores y del guionista que se encargue de crear las obras de teatro.
- Es útil como herramienta extracurricular y como apoyo a la labor educativa de los museos.
- Además de acercar a los niños a la ciencia y a la seguridad, gracias al teatro, también los acerca a la expresión artística.
- Da un lugar importante a la expresión libre de la creatividad tanto de los niños como de los facilitadores.

Limitaciones

- Para que la propuesta se ponga en práctica es necesario que la escuela o los museos de ciencias estén interesados en integrarla como parte de su labor educativa.
- Poner en marcha la propuesta implica una inversión importante de tiempo pues además de que se requiere crear los distintos guiones se necesita tiempo de ensayo para montar las obras de teatro.
- Cada persona que se interese por poner en práctica la propuesta debe conseguir sus materiales y hacer las adecuaciones pertinentes dependiendo de los objetivos que persiga.
- La investigación sobre concepciones alternativas acerca de los sentidos no representa un gran aporte teórico, pues la muestra con la que se trabajó no es de ningún modo representativa estadísticamente

Recomendaciones

- Desarrollar otras obras de teatro para niños de primero a tercero que se sumen a la aquí presentada como modelo.
- Desarrollar obras teatrales para niños de cuarto a sexto que sirvan como modelo para los facilitadores y los guionistas.
- Desarrollar dichas representaciones teatrales tomando en cuenta la posibilidad de cambiar los retos que las componen con objeto de generar sesiones siempre distintas que aborden los mismos temas, pero sin que la obra pierda congruencia.
- Incluir más actividades para cada uno de los temas que se proponen, de modo que éstas no tengan que repetirse aun cuando se aborden temas similares.
- Incluir en la propuesta otros temas científicos que pudieran tener un referente sobre seguridad.
- Para que los facilitadores tengan más referentes para comprender los contenidos científicos relacionados con seguridad, habrá que buscar más tópicos sobre este tema.
- Crear menús donde puedan mezclarse las distintas actividades con base en temas de seguridad, de modo que los facilitadores tengan una guía para desarrollar sesiones más ricas que se adapten a las necesidades de la escuela o del museo.
- Desarrollar otras investigaciones con niños mexicanos sobre concepciones alternativas acerca del cuerpo y su funcionamiento. De esta manera las listas sobre las ideas infantiles apoyarán mejor la labor del docente y del facilitador al momento de trabajar con los niños, pues las ideas estarán contextualizadas y será más fácil encontrar referentes para que los niños las pongan en práctica.

Hasta ahora no se había propuesto un programa de apoyo extracurricular que permitiera vincular temas científicos con la seguridad personal de la manera en que esta propuesta lo hace. Ésta fue creada bajo una perspectiva psicológica que le da un tono distinto al de otras que sólo están basadas en los contenidos

científicos; se apoya en lo que se sabe sobre el comportamiento, emoción y lenguaje de los niños, entendiendo que lo importante no es sólo comprenderlos o conocerlos, sino darles la libertad de ser como son. En este programa la pauta la marcan los niños a través de sus opiniones, del juego y de la interacción con los demás; esto no quiere decir que los facilitadores no tengan ninguna responsabilidad o que con las actividades no se esté buscando el aprendizaje, lo que se pretende es dar a éste un sentido diferente.

Si bien dentro de otras disciplinas abocadas a plantear programas educativos también se toman en cuenta las características de los sujetos a los que estos se dirigen; desarrollar una propuesta desde la Psicología significa no sólo conocerlos sino entenderlos, apoyarlos y acompañarlos a través de su proceso de desarrollo y aprendizaje.

En resumen se puede decir que la propuesta que se presenta en este trabajo:

- Es un programa novedoso que tiene la particularidad de incluir de manera complementaria y equilibrada elementos diversos como el teatro, la ciencia, el juego y la seguridad.
- Es una propuesta versátil ya que sirve de base para crear innumerables sesiones de actividades que integran el conocimiento científico y de seguridad, dándole un tono lúdico y de libertad al aprendizaje. Además de ser viable para emplearse tanto en los ámbitos no formales e informales.
- No representa un gasto excesivo ni para las escuelas ni para los escenarios informales pues todas las actividades que incluye exigen sólo una cantidad mínima de materiales de bajo costo.
El desarrollar sesiones diferentes no implica gastos extra, la versatilidad de la propuesta radica en la creatividad del guionista y de los facilitadores.
- El programa no sólo apoya el aprendizaje y la comprensión de las ciencias y la seguridad, sino que fomenta la expresión creativa tanto de los facilitadores como de los niños.
- El programa desarrollado pretende ofrecer un espacio donde los niños puedan desenvolverse libremente.
- Propuestas como la que se presenta en este trabajo es una prueba de que la práctica constructivista puede ser una realidad.

Referencias

1. Arjonilla, E., (1992), *La importancia de los niños y los jóvenes en la prevención y mitigación de los desastres*, México, CENAPRED (en prensa)
2. Arjonilla, E., (1999), Niños y jóvenes: un terreno fértil para la protección civil. En: *Memoria del Seminario: La Nación ante los desastres, retos y oportunidades hacia el siglo XXI*, México, Red Mexicana para la Prevención de desastres, Dirección General de Protección Civil
3. Asensio, M. Y Pol. E., (1998), *La comprensión de los contenidos del museo*, Íber Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia, No. 15
4. Ausubel, D., (1976), *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*, México, Trillas
5. Ausubel, D.; Novak, J. y Hanesian, (1978), *Educational Psychology: acognitive view*, Nueva York, Holt. Trad. castellano, *Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo*, México, Trillas
6. Bonilla, X. (1998), *Enseñanza de las Ciencias Naturales en la educación primaria*, Pedagogía, México, vol. 14 (2)
7. Brown, J., Collins, A. y Duguid, P., (1989), *situated cognition and the culture of learning*, Educational researcher, vol. 18 (1)
8. Burnie, D., (1991), *Naturaleza en tus manos*, Barcelona, Encuentro editorial S.A.
9. Cernuschi, F., (1965), *Como debe orientarse la enseñanza de la ciencia*, Buenos Aires, Eudeba
10. Coll, C., (1981), *Psicología genética y educación. Recopilación de textos sobre las aplicaciones pedagógicas de las teorías de Jean Piaget*, España, Oikos-tau
11. Coll, C., (1987), *Psicología y currículum*, Barcelona, Laia
12. Coll, C., (2001), Constructivismo y educación escolar: la concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje. En: Coll, C., Palacios, J. y Marchesi, A., (comp.) *Desarrollo psicológico y educación*. Vol. II Psicología de la educación escolar, Madrid, Alianza
13. Cuevas, L., Ramos, M. y Torres, G., (1995), Ruta temática: las cónicas. En: *Memorias del V Simposio Internacional en Educación Matemática ELFRIEDE WENZELBURGER, del 16 al 18 de octubre, 1995 Ciudad de México, México*.

14. Chang, R. (1992), *Química*, México, Mc Graw Hill
15. Departamento de didáctica de las ciencias de la naturaleza del i.e.p.s. (1988), *Las ideas de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias*, Madrid, Narcea
16. Dettmer, J., (1999), Educación y desastres: Algunas consideraciones sobre el caso de México En: Memoria del Seminario: *La Nación ante los desastres, retos y oportunidades hacia el siglo XXI*, México, Red Mexicana para la Prevención de desastres, Dirección General de Protección Civil
17. Díaz Barriga, F., y Hernández, G., (2001), Constructivismo y aprendizaje significativo. En: *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*, México, Mc Graw Hill, cap 2
18. Dowling, R.; Bruñí, B., (1982), *The human body. Your body and how it works*, New York, Random House Inc.
19. Driver, R., (1986), *Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos*, Enseñanza de las ciencias, Vol. 4 (1)
20. Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. y Wood-Robinson, V., (1999), *Dando sentido a la ciencia en secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*, Madrid, Visor
21. Falk, J., (2001), *Free-Choice Science Education: How We Learn Science Outside of School*, E.U.A, Teachers College Press
22. Fishbane, P. (1994), *Física para Ciencias e Ingeniería*, México, Prentice Hall
23. Fumagalli, L., (1997), La enseñanza de las ciencias naturales en el nivel primario de educación formal. Argumentos a su favor. En: Weissmann, H., *Didáctica de las ciencias naturales*, Argentina, Paidós educador, cap. I
24. García C, B., (2002), *La enseñanza situada: referentes teóricos y propuestas metodológicas de la intervención en la práctica*, Facultad de Psicología UNAM (documento inédito)
25. García M, J., (2001), Aprendizaje por descubrimiento frente a aprendizaje por recepción: La teoría del aprendizaje verbal significativo. En: Coll, C., Palacios, J. y Marchesi, A., (comp.) *Desarrollo psicológico y educación*. Vol. II Psicología de la educación escolar, Madrid, Alianza
26. Giancoli, D., (1991), *Física*, México. Prentice Hall
27. Gil Pérez, D., y de Guzmán Ozámiz, M., (1993), *Enseñanza de las ciencias y la matemática*, Madrid, editorial popular

28. González R, J., (1999), Educando al niño para una cultura de prevención y protección civil. En: *Memoria del Seminario: La Nación ante los desastres, retos y oportunidades hacia el siglo XXI*, México, Red Mexicana para la Prevención de desastres, Dirección General de Protección Civil
29. Hann, J., (1991), *Ciencia en tus manos*, Barcelona, Encuentro editorial S.A.
30. Harlan, J; Rivkin, M., (2000), *Science experiences for the early childhood years. An integrated approach*, New Yersey, Merrill/Prentice Hall
31. Harlen, W., (1998), *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, Madrid, Ediciones Morata S.L.
32. Hernández, G., (1998), Descripción del paradigma cognitivo y sus aplicaciones e implicaciones educativas, En: *Paradigmas en Psicología de la educación*, México, Paidós educador, Cap. 6
33. Hernández, G., (1998), Descripción del paradigma sociocultural y sus aplicaciones e implicaciones educativas, En: *Paradigmas en Psicología de la educación*, México, Paidós educador, Cap. 8
34. Higaréda, R., (1999), El impulso a la prevención en el sector educativo. En: *Memoria del Seminario: La Nación ante los desastres, retos y oportunidades hacia el siglo XXI*, México, Red Mexicana para la Prevención de desastres, Dirección General de Protección Civil
35. Hughes, C, (1998), *Museum Theatre: Communicating with visitors through drama*, Portsmouth, New Hampshire, Heinemann
36. Lave, J., (1998), *Cognition in practice*, Reino Unido, Cambridge University Press
37. Lemke, J., (1997), *Aprender a hablar ciencia: Lenguaje, aprendizaje y valores*, España, Paidós
38. Lemke, J., (2002), Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes y acciones, En: Benlloch, M., *La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica*, España, Paidós educador
39. *Libro para el maestro Ciencias Naturales tercer grado*, (1997), México, SEP
40. *Manual de Becarios para Actividades de Apoyo a la Comunidad*, Coordinación de Becarios, Dirección General de Divulgación de la Ciencia UNAM
41. Martínez, G., *El juego y el desarrollo infantil*, (1998), España, Octaderó

42. Medina, R. E. y Vega, M. C., (1993), *El juego en el aprendizaje constructivo: la revalorización en el aula*, Buenos Aires, Ediciones Braga S.A.
43. Melero, M. (trad), (1995), *Experimentos básicos*, España, Primera Biblioteca Infantil de Aprendizaje
44. Nieda, J y Macedo, B. (1997), *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*, España, OEI/UNESCO
45. Novak, J.(1988), *Constructivismo humano: un consenso emergente*, Enseñanza de las ciencias, Vol. 6(3)
46. Ormerod, M. Y Duckworth, D., (1975), *Pupils' Attitudes to Science*, NFER, Windsor
47. Osborne, R. Y Freyberg, P., (1985), *Learning in Science: the implications of Children's Science*, Heinemann, Nueva Zelanda
48. Paz, V., (2000), *Algunas consideraciones sobre la enseñanza de las ciencias en la educación primaria y la necesidad de los docentes de acceder a una formación continua efectiva*, Xicli, No. 38
49. Piaget, J., e Inhelder, B., (1981), *Psicología del niño*, España, Ediciones Morata S.A.
50. Piaget, J., (1975), *Seis estudios de Psicología*, México, Seix Barral S.A.
51. Pratt, J., (1990), *Biology for every kid. 101 easy experiments that really work*, New York, John Wiley & sons Inc.
52. Pulet, R., (1995), *Juegos de animación en educación infantil*, Granada, Ediciones Aljibe
53. Pozo, J., y Gómez C, M., (1998), *Aprender y enseñar ciencia*, España, Ediciones Morata
54. Pozo, J., (2000), La crisis de la educación científica ¿volver a lo básico o volver al constructivismo, En: *Claves para la innovación educativa 2, El constructivismo en la práctica*, España, Editorial Laboratorio Educativo, Cap. 2
55. Resnick, R. y Halliday, D., (1970), *Física*, México, Continental
56. Rodríguez V, F., La protección civil en la educación primaria. Un estudio de los conceptos de protección civil en el Libro de Texto Gratuito. En: *Memoria del Seminario: La Nación ante los desastres, retos y oportunidades hacia el siglo XXI*, México, Red Mexicana para la Prevención de desastres, Dirección General de Protección Civil

57. Rusell, (1990), *Visiting a science center*, Physics Education, No. 25
58. Sánchez G, Ma. I. (trad), (1998), *El gran libro de los experimentos*, Italia, Usborne Publishing Ltd en español
59. Sánchez M, Ma. Del C., (2002), *El museo de las ciencias como foro educativo*, Perspectivas docentes, No. 27
60. Tejerina, I., (1996), *Dramatización y teatro infantil. Dimensiones pedagógicas y expresivas*, México, Siglo XXI de España Editores S.A.
61. Ticotsky, A., (1985), *Who says you can't teach Science? Grades K-6*, EEUU, Scott, Foresman & company
62. Trilla, J., (1998), *La educación fuera de la escuela: Ámbitos no formales y educación social*, España, Ariel
63. Waldegg, G., (1995), *La investigación educativa en los ochenta, perspectiva para los noventa, proceso de enseñanza aprendizaje II*, Vol. I, México, COMIE.
64. Zabalza, M.A., (1987), *Áreas, medios y evaluación en la educación infantil*, España, Narcea, S.A. de Ediciones Madrid
65. <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048>

ANEXO 1

La sesión de actividades que se desarrolla a continuación es un ejemplo de cómo pueden integrarse las actividades que se sugieren en el capítulo VI.

La puesta en escena que se propone, "LA EXTRAÑA COSA", permite que los niños participen activamente intentando solucionar los retos que plantean los juglares (SIFO y TIMO) con la finalidad de que se sientan con la libertad de decir lo que piensan y de interactuar con sus compañeros y con los actores con el afán de descubrir las respuestas.

En la obra no se ofrecen literalmente las explicaciones del funcionamiento de los sentidos, sólo se sugieren, sin embargo los juglares deben estar abiertos a cualquier comentario o pregunta que pudiera surgir, es por ello que se ofrece la información de las secciones que integran cada eje temático. No obstante debe tenerse presente que la finalidad de este programa de actividades y de la sesión que se desarrolla a continuación no es tratar profundamente los conceptos científicos sino ofrecer a los niños la oportunidad de significar y aplicar lo que ellos ya saben dentro de un contexto útil y cotidiano.

En la última parte de la obra los juglares hablan acerca de la importancia de conocer el propio cuerpo para poder disfrutar de sus capacidades y tener en cuenta sus limitaciones, las cuales en ocasiones pueden poner en peligro la seguridad personal.

El guión de la obra fue desarrollado por Pablo Rojas, a partir de las ideas de los niños y está pensado especialmente para que se diviertan y se involucren.

Por otro lado, cabe mencionar que existe un video que materializa la obra, donde se puede ver claramente cómo se dio la interacción con los niños, cómo reaccionaron, cuál fue el papel de los juglares, etc. El video puede consultarse en la biblioteca "Manuel Sandoval Vallarta" de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia ubicada en Ciudad Universitaria, dentro del Museo de las Ciencias Universum.

A continuación se presenta la sinopsis de la obra, el guión y el material que se proporcionó a los niños durante la sesión.

LA EXTRAÑA COSA

La obra en sí

Y para ti

A través de un viaje por los Cinco Sentidos (¿sólo hay cinco?), dos juglares ponen retos a los niños tratando de averiguar el funcionamiento de aquellos. Durante su viaje los juglares aprendieron los retos de los sabios más sabios de todas las regiones conocidas del mundo.

De forma lúdica, los personajes presentarán a los niños sus conocimientos, pero también sus dudas acerca de los sentidos.

"La Cosa", *Leit motiv* de la obra se revelará al final...

La Extraña Cosa no es otra que nuestro cuerpo: Sí, la unidad y articulación de los cinco sentidos.

¿Para Qué?

Entendiendo que nuestro cuerpo utiliza los sentidos, o dicho de otra forma, los sentidos articulados dan forma a nuestro cuerpo, los niños podrán poner en práctica sus conocimientos y El Conocimiento de su propio cuerpo para cuidarlo, para cuidarse...

Con explicaciones sencillas, pero con fundamento científico (aunque devaluado el pobre término), los juglares y los niños emprenderán un nuevo viaje:

El viaje de saberse, conocerse, disfrutarse y cuidarse...

Ilusiones, trucos, juegos; todo cabe y todo forma parte de esta obra.

La Extraña Cosa....eres tú

LA EXTRAÑA COSA

Escrita por Pablo Rojas

Escena I

CUADRO I

Después de un largo viaje, dos juglares llegan (entran a escena) caminando dentro de una gran caja, que les servirá como escenario ver esquema 1. Con música de tambores, ruidos, silbidos, se aproximan al centro del escenario.

Sifo sale de la caja en forma "espectacular", segundos después Timo lo hace torpemente...Sifo comienza a hablar como presentador de circo:

Sifo: Niñas, niños, pibes, chavales, escuincles, chamacas, chilpayates...

Niños y niñaas... ¡¡¡BIENVENIDOS al Gran Espectáculo de la Extraña Cosa!!!

Timo: *(remedando a Sifo y tratando de llamar la atención)* De la extraña Cosa...

S: En donde podrán ver

T: ...En donde podrán ver...

S: *(comenzando de nuevo)* En donde podrán Ver..., oír, oler, tocar...

T: ...Ver, oír, oler, tocar...

S: *(alzando la voz)* Pero Sobre Todo...

T: Pero Sifo

(Sifo lo mira atónito)

CUADRO II

S: ¿Sí? ¿Dime?

T: Es que...*(susurrando)* ...Es que no nos hemos presentando...

Sifo mira a Timo unos instantes, para luego adoptar la actitud del inicio

S: Y con ustedes...mi gran...*(mira a Timo: como que lo mide)* ...¿Mi gran?...Mi compañero...*(lo vuelve a mirar)* ...¿mi compañero?...Bueno, Con Ustedes...TIMO, mejor conocido como ¡¡¡Tiiiiimoooo Timoteeeeeeeeeooooo!!!!

Timo sonríe -está un poco apenado-. Sifo con gestos lo invita a que lo presente...Timo sigue en las nubes . Timo entiende por fin y toma nueva actitud...

T: Y Con Ustedes...Mi amigo del alma, mi gran compañero, mi ...mi...amigo del alma, mi gran compañero...*(como que llora; recobra fuerzas)* ...Mi amigo Siifo, mejor conocido como ¡¡¡¡Siiffooooo Sofiseo, o el noveno sabio del mundo mundito!!!!

Timo le aplaude

Sifo no se la cree y comienza con el pregón:

S: Venimos de lejos...Fuimos allá, estamos acá...

Traemos lo nuevo, lo asombroso

Los retos de oriente, la sabiduría del sur

(Con entonación especial) Pero Sobre Todas Las cosas...

S y T: ¡¡¡¡La Extraña COSA!!!!

Timo vuelve a interrumpir a Sifo.

T: ¡Pero Sifo!

S: ¿Sí? ¿Dime?

T: ¿Seguro estás de que AQUÍ *(señalando hacia el piso)* debemos estar?

CUADRO III

Sifo despliega un mapa enorme...señala los lugares por los que han pasado.

S: Clarines, seguro seguriiiiitooooo que AQUÍ debemos Estar: ¡Es AQUÍ donde LA EXTRAÑA COSA debemos revelaaar!... ¡Mira!

Sifo señala una marca en el mapa mientras ve a su alrededor

S: ¿Ves? Es Aquí

T: *(más o menos convencido- señalando unos puntitos alrededor de la marca)* ¿Y estos puntitos?

S: Timo...son los niños...

T: *(ve los puntitos nuevamente y luego a los niños)* ¿Y qué hacen aquí?

S: Están aquí para ver el Gran Espectáculo de la Extraña Cosa...

T: ¿Cuál Cosa?

S: La Cosa

T: *(dándole el avión)* ah, sí...la Coooosa....

CUADRO IV

Sifo dando un paso al frente. Nuevamente hacia los niños.

S: Y como primer Acto, un reto traído de las montañas más insólitas -las montañas mas raras- del lejano Oriente... ¡Un reto que directito viene del Valle del Ugulú!

T: *(imitándolo)* Un reto que los sabios más sabios de Urulñú.../

Sifo lo interrumpe

S: de Ugulú Timo, U- g u -l ú

T: ajá...de U g u l ñ ú nos han entregado

S: Es un reto que reta a nuestro ojo

T: Y a nuestra hoja *(trae un montón de hojas blancas cargando...en seguida las deja en el piso)*

S: El reto es...

T: *(de brazos cruzados, echando el aliento sobre sus nudillos)* ...La Cosa, naturalmente

S: ¡No! *(dirigiéndose a Timo, susurrando)* ¿Recuerdas?, La COSA, la cosa, va hasta el final.

Sifo se dirige nuevamente a los niños

S: El reto, es un reto en el que ustedes me deberán ayudar. ¿Quieren?

Después de las respuestas de los niños, Sifo continúa

S: En el asombroso Valle de Ugulú las cosas que se ven , no siempre son.

En otras palabras, las cosas que parecen ser, pueden ser y pueden no. En el Valle de Ugulú mucho importa la ilusión.

En este valle *(Sifo se señala los ojos)* debemos tener los... *(senalándose los ojos, esperando respuesta de los niños)* bien abiertotes, porque si no.../

-¡iii!PUUUMMM!!!!-Timo se ha estrellado contra la caja y desde el piso dice:

T: No la vi, si ya sé, no la vi....pero creí....es que parecía que aquella puerquita más alta estaba.

Sifo lo mira, pero sin prestarle demasiada atención

S: Bueno, al reto

CUADRO V

Timo todavía sobándose la cabeza

T: ¿Cuál reto?

S: El reto del ojo de los sabios del valle de Ugulú

S: Los reto niñas -y niños claro está- a que a través de su mano... *(voltea hacia Timo)*

...A ti también te reto Timo Timoteo...

(de nuevo a los niños) Los reto a que a través de su mano, ¡¡¡¡UN HOYO puedan mirar!!!!

T: *(en tono burlón)* Este geniecito parece que loco está.

S: Y a este muchachito parece que el golpe en su cabeza lo hizo girar *(gira el dedo sobre su sien)*

Bueno ...según el sabio más sabio de Ugulú, ojos, hojas y manos se necesitan para resolver este reto....

A ustedes compañeros ¿Se les ocurre alguna idea de cómo a través de su mano un Hoyo poder mirar?

Tiempo y diálogos con los niños según las respuestas.

CUADRO VI

Después de escuchar algunas opiniones e ideas de los niños, Sifo procede a la explicación.

S: Ahora, Aquí en este mismísimo lugar...la Solución del reto. Así es que manos a la obra...o más bien, manos a la hoja, o más bien hoja a la mano y...*(después del enredo vuelve a tomar control de la situación)*

Por favor, queridos niños, pongan toda la atenciónTú también mi querido Timo. La hoja primero deben enrollar *(haciéndolo)* y luego con cuidado...

Timo ha hecho un desastre con la hoja. Sifo lo mira

Con Cui-da-do *(timo esconde la hoja hecha bolas y toma otra)*

Con la mano derecha al ojo derecho deberán acercarla...mientras que el otro ojo NO deberán cerrar *(lo hace)*

T: ¡¡¡Jolines!!! *(con actitud de héroe, viendo hacia atrás de los niños y señalando)*

¡Tieeerrra a la vista!!, a América hemos llegado mi capitán.

S: No, eso va hasta después... ¡El reto es que un Hoyo a través de tu mano puedas mirar!

Ya que han hecho esto, la mano izquierda a su ojo IZQUIERDO deberán acercar *(lo hace)*.

¡¡¡Y Ya está!!!! UN HOYO EN LA MANO SE PUEDE VER

T: *(desconcertado, todo lo hizo mal)* ...Qué chafa... Si así están los retos yō me pinto de colores... Sayunara, chau, adiós... *(parece que se va)*

S: ¡Vete!, no nos importa, ¡largo!. Ustedes niños, ¿pudieron ver el hoyo? ¿Seguro que bien lo hicieron?

T: ¡¡¡Maagia!!! ¡¡¡Es magia!!! *(se deshace de la hoja y mira su mano, otra vez desconcertado)* ¿Y el hoyo?

S: Timo, no es magia, es un truco y nada más... un truco MUY BUENO por cierto... ¿Verdad niños? Los sabios de Ugulú nos lo enseñaron para entender *(pausadamente)* QUE NO-TODO-LO-QUE-SE-VE-REALMENTE-ES... como la puerta con la que te estrellaste, ¿acaso no pensaste que mas alta estaba?

T: Pues sí... Pero basta de trucos y vamos por... *(con voz grave)* ¡¡¡la Extraña Cosa!!!

S: shhhhhhh. La Extraña Cosa apenas se está cocinando...

T: *(siguiéndole la corriente)* Pues voy a ver si no se está quemando... *(se mete a la caja)*.

S: Como han podido ver, -claro ,VER- , Este reto es una ilusión traviesa y nada más... Una ilusión divertida, pues la verdad verdadera, es que uno no puede a través de su mano mirar.

¡¡¡PUMMM!!! *Un sonido seco dentro de la caja. Sifo voltea*

T: *(desde adentro de la caja)* ¡¡¡Tengo que aprender, tengo que aprender, que no todo lo que se ve, realmente es!!!

S: Queridas pupilas *(imitando la voz de Fox)* y pupilos, queridas iris y cristalinos Ojos y ojitos, el sentido de la vista... cumplió su cometido... ¡¡¡Ver para creer!!!

ESCENA II

CUADRO I

S: Y como siguiente acto...

Se escucha un estornudo dentro de la caja

T: ¡¡¡AAAACChhhúúú!!!

S: Y como siguiente acto...

T: ¡¡¡AAAACChhhúúú!!!

S: Parece que el buen Timo un buen resfriado ha pescado

Timo asoma una mano por uno de los orificios de la caja, luego la cara

T: ¿Pescado?

S: Salmón , mojarra y huachinango

T: ¿Qué qué?

S: Que salgas porque un nuevo reto debemos mostrar. Y como segundo Acto...

Timo asoma la cabeza y comienzan a pregonar

S y T: Lleven, lleven, llé-ven-se-los, En el Pantano de Lago Agrío, dos retos mejor que uno son... los retos están al dooos por uno...

T: ¡Dos!

S: ¿Qué?

T: Que matemáticas sé: dos por uno: ¡dos!

S: Dos retos en uno...ya que en Lago Agrío si uno no HUELE, tampoco SABE

T: ¿Qué no SABE?

S: No sabe, el sabor.

A ver niños y niñas, a la de tres, todos sacan las lenguas...AAAHHhhHH

Y para este reto, les presento a ¡Timo Timoteeeeeo!

T: (*Timo desde la caja*) ¿la...La Coosa?

S: ¡No!, lo...Lo que cocinabas

T: ¡Ajá!

CUADRO II

S: En este reto, la lengua y la nariz deben estar bien despiertas... así que respiren hondo, hoooondddooo y traten de oler todo lo que les rodea (*Timo está junto a él, se huelen y hacen muecas*)

T: Fuera de mi cocina, largo de aquí. Recuerda que este reto sí me lo sé. En este reto los ojos no juegan, así que con un pañuelo los vamos a tapar.

(Timo saca de uno de sus morrales un pañuelo, unas pinzas para ropa -que no serán las mismas que los niños utilicen- y unos palillos.)

Pero estas herramientas sí usaremos: Las pinzas pa' pellizcar las orejas, y los palillos pa' picar las *(hace como si se fuera a picar una nalga)*....

Sifo lo interrumpe

S: ¡¡¡Timooo!!!

T: ¿quééé?

S: Por supuesto que a nadie pellizcaremos y a nadie con un palillo picaremos...La verdad es que con la pinza la nariz taparemos y con los palillos comida tomaremos...

T: ¡Eso sí!....AAAAcchúúú

CUADRO III

T: *(va hacia la caja y expectante dice)* En esta olla *(la olla no aparece, así que Timo repite:)* En esta olla, *(desde el orificio superior de la caja aparece la olla)* dos tipos de alimento traídos del Pantano del Lago Agrio tenemos. Uno es, bueno *(cambiando de actitud)* delicioso, hermoso, fragoso *(mira hacia arriba, se le hace agua la boca)* dulce, rico, hmmmmm.... hmmmm... Ay queridos niños, si yo les contara....fíjense que justamente.../

Sifo lo interrumpe

S: ¡Timoteo!

T: ¿qué?

S: ¡¡¡EL RETO!!!

T: Ah sí...*(nuevamente serio)* Bueno, como les decía. En este reto los ojos tapados tendrán que estar y luego, con una pinza -que ni duele- su nariz se tapaná...

DOS vegetales diferentes les voy a dar, y ustedes sólo con su lengüita tendrán que adivinar qué es lo que comiendo están...¿Quién quiere pasar?

Los niños pasan, se les tapa la nariz y prueban

S: ¿Cuál es el alimento rico y sabroso y cuál el que no lo es?

T: ¡Por favor!...yo mismo te lo diré (*Timo sin taparse la nariz prueba una y otra vez los trozos, no atina a decir nada...está confundido*) ¡¡Aaachúú!!

Alguien hizo trampa, nada de lo que hay aquí sabe a nada!!! (Va de nuevo hacia la caja y en el camino refunfuña)...

S: Ahora, mis chilpayates, ¿Quieren sin la nariz tapada probar? Estoy seguro que ahora sí le atinarán... ¡¡Pasen, Pasen, que su recompensa tendrán!!

Los niños pasan de nueva cuenta

CUADRO III

Timo desde la caja

T: ¡¡guuuuaaaaacccc!! ¡Otra desgracia ocurrió...alguien la sal y el azúcar me cambió

S: Pobre Timo, su nariz tapada por el resfriado está, y no puede distinguir el sabor de nada. Recuerden que en el Pantano del Lago Agrio Para Saber Qué Comer, PRIMERO-HAY-QUE-OLER

Porque la lengua y la nariz son...

T: (*saliendo de la caja*) parte de la misma...

S: De la misma...

T y S: (*cantando*) ¡de la misma.....COOSAA!

(*Juntos cantan*)

La Cosa, La Cosa,

La Cosa que se asoma

La Cosa La Cosa

La Extraña Cosa rosa

¿Qué será? ¿Quién nos lo dirá? La Cosa La Cosa...La Extraña Cosa

rosa

Sifo y Timo se aplauden mutuamente

Escena III.

CUADRO I

Después del numerito, Timo sale de escena. Sifo comienza a hablar del siguiente acto.

S: Hemos visto hasta ahora chavalines, los retos de los sabios del Vallē de Ugulú y de los del Pantano del Lago Agrio...

Antes de revelar la Extraña Cosa, les pido su atención Para el tercer acto: El Viaje por el GRAN, ENORME, INFINITO...Desierto de Sonoras

En donde hay unas ondas...unassss ondasss... bien chidasss

Timo está en algún lado no visible para Sifo, lo interrumpe llamándolo

T: Siiiiifoooo

Sifo voltea, no lo ve. Timo cambia rápido de posición

T: Siiiiiffooooo

Se repite la acción

Timo aparece sorprendidamente por atrás

T: qué ondas.....sonoras

S: Pus qué ondas de qué o qué

Sifo corre a Timo, éste corre detrás de la caja y hace el sonido del timbre de un teléfono

Riiiiing Riiiiing

CUADRO II

T: Siiifo, es para ti

S: *(desconcertado)*...Pero bien dije que no me llamaran, estoy en medio de una...de una Gran Obra

T: ¡¡¡Qué es urgente!!!, ahí te va el vasófono que inventaste

Timo lanza un vaso de unicel con un largo cordón. El otro vaso permanece dentro de la caja. Sifo toma el vasófono ...lo mira primero y dice:

S: ¿Yo inventé esto? Pues muy mal porque el unicel contamina gacho y...

T: *(desde atrás de la caja)* ya, ya, que es "larga distancia", ¿no ves?

Sifo poniéndose en la oreja el vaso

S: ¿Si, bueno?...

ajá soy yo....Tía...*(con cara de fastidio)* ...Si títa, estoy....ajá...en Universum...Sí, aquí están los niños...¿Qué?

S: *(Dirigiéndose a los niños)* Niños, me tienen que ayudar, mi tía dice que quiere hablar con ustedes...Alguien quiere pasar y decirle que ando trabajando? Algún niño pasa y entabla una conversación con la tía, que es Timo desde la caja. En cuanto cuelga, Timo sale con el otro extremo del vasófono

T: Oye Sifo, ¿cómo es que funciona esta Maravilla?, realmente un genio eres.

S: *(Entre apenado y complacido)* Bueno, yo no lo inventé... lo que se dice inventar. Lo único que hice fue adaptar lo que ya se hace en el Desierto de Sonoras. En ese Desierto, las personas se comunican a través de sonidos. El desierto es enorme y un poco oscuro.

(Timo hace ruiditos mientras Sifo continua)

S: gracias a grititos, chillidos y otros ruidos, todos saben en dónde están los demás...

Sólo sabiendo E-Xac-Ta-Men-Te de dónde viene el ruido, puedes saber si tu primo viene

T: si Marcela va rumbo a la escuela

S: -y MUY importante-

S y T: si viene el tren... *(Sifo y Timo hacen el sonido de una locomotora)*

S: En el Desierto de Sonoras las ONDAS que viajan por el viento, son lo más importante...

T: ¿Y sólo viajan por el viento?

S: Pues sí y no...*(toma el vaso)* En el vasófono viajan a través del hilo

T: Ahhhhhh. ¿Y el reto?

S: ¿Cuál reto?

T: El reto de los sabios del Desierto de Sonoras

S: *(se rasca la cabeza)* El reto... El reto...

T: *(burlón)* Uyyy esos sabios, taaaan sabios, que ni un reto/

S: *(a los niños)* El reto es que todos hagan un ruidito...*(a Timo)* Tú ponte acá *(lo coloca de espaldas a los niños)* Y me dirás de donde crees que el ruido viene...

Sifo pide a los niños que desde distintos lugares hagan ruidos...Timo intentará adivinar. Primero señalará para el lado opuesto de donde escucha el ruido...Tarde que temprano señalará el lugar indicado y muy contento da saltos:

CUADRO III

T: ¡¡¡¡Lo pude hacer!!!!

S: Así es...pero dime Timo, *(interrogándolo)* ¿Cómo para que crees que te sirva saber, de dónde el ruido pueda venir?

T: Pues....*(parece muy seguro de lo que va a decir...duda...mira a Sifo, y señala a los niños)* Los niños te lo podrán decir.

Sifo conversa con los niños.

S: ¡Claro!, Al fin y al cabo bien sabemos que los oídos también son...

T: Sí, ya sé *(como de memoria, muy seguro, cantaleando)* son parte de la misma...
Sifo lo interrumpe

S: ¡Shhhhhhh! *(tapándose el rostro con el brazo, como si la "palabra" fuera un conjuro)*

¡No lo digas!!!

T: Qué es lo que no debo decir...¿te refieres?...

S: Sí..no lo digas, Timo Timoteo

T: *(inocente)* ¿qué?...¿ La cosa?

S: *(resignado)* Bueno, ya...

ESCENA IV

CUADRO I

S: Y como último AAAAActoooo, un reto traído desde lo más profundo de los siete mares, de los treinta y un ríos, de los veintiocho lagos...desde las profundidades del implacable Océano tectónico...En donde tocar y sentir, son cosas de todos los días...!y las noches!

T:*(Dejando una caja frente a los niños)*...El cofrecito de sensaciones tectónicas. Incluye sombrero. *(se lo da a Sifo)*

S: El reto...Lo que propiamente llamamos RETO, consiste...En averiguar ¡qué es lo que dentro de la cajita hay!!!! Este reto es muyyy especial ya que el sentido del tacto.../

Timo olfatea la caja.

S: (*acercándose a Timo*) Y SÓLO el sentido del Tacto -Timoteo- podremos usar...

T: El sentido del tacto cobra sentido en este acto del tacto con sentido del acto...

S: ¡Y al revés!... Para saber qué es lo que adentro habita, no lo veremos, ni oleremos, ni probaremos...Aquí, lo Sentiremos

T: (*quitándose una lagrimita*) snif.

S: (*apenas audible*) No llores...

CUADRO II

S: (*emocionándose*) Lo frío y lo calientito; lo suave y lo áspero, rugoso; a veces un dolor y a veces un cariñito...con nuestro y EN nuestro cuerpo...SEENTIMOS. Y para este último acto voluntarios necesitamos

Algunos niños pasan. Meten la mano por los orificios con un guante de plástico puesto. Hacen cuestionamientos y tratan de adivinar-averiguar....

S: (*a los niños*) Pero díganme, que no puedo con la duda...

¿Qué sintieron?...¿averiguaron, adivinaron?....

Muy bien, pues sí: en el primer agujero cáscara áspera de piña hay.... Y difícil con el guante es saber con exactitud lo que había...

Y con la mano desnuda bueno, la mano y sus dedillos especializados para sentir Formas, Texturas y Temperaturas...están.

S: Aquí hielo había...y los sabios de todos los mares saben, y saben muy bien, que el hielo Frío es...y con cualquier parte del cuerpo uno lo puede saber.

(*señalando el tercer orificio*) Y aquí ...semillas...Meter la mano aquí es como un dulce cariño sentir (*mete la mano*) ¡ahhhh!

Y en el último huequillo, bueno, una especie, -¡justo!- de gelatina hay...blblblblblbl

CUADRO III

S: Pero...¿Para qué todo esto?, mis queridos amigos se estarán preguntando...

En este reto traído del Fondo Hondo del mar,

del gran Océano Tactónico, una Táctica para no lastimarse hay...

(Timo, Cantaleando)

Tocar, tocar...sentir sentir sentir

Y con todo nuestro cuerpo descubrir...

Si algo placer nos da o una amenaza se pudiera dar.

Si sentimos bien, nos sentiremos bien...si caliente sentimos algo en nuestra mano,
muy seguro que nos quemamos...

S: Y si como con las semillas pasó, y algo rico sentimos
disfrutarlo podemos si bien sabemos qué es lo que tocamos.

T: ¿y cómo lo sabemos?

S: ¿qué?

T: lo que hay que tocar y lo que no...

S: Bueno pues, con los otros sentidos usando

T: Ahhhhhhh, los otros ...

CUADRO IV

T: O sea...Océano, dime por favor

S: Si lo vemos, si lo olemos -con cuidado- tal vez sepamos si comerlo o tocarlo
podamos...

T: O sea que, si no vemos lo que hay ¿mejor no hay que tocar?

S: Eso es lo que los sabios nos querían decir...
y por eso estos retos nos han enseñado

T: O sea..

S: que los sentidos

T: los otros, los cinco

S: son como parte

T: uyyyyy

S: ¿qué?

T: como que estamos llegando

S: como que a dónde

T: como que al final de esta...

S: eh, sí , pero como bien sabes, falta

T: falta...

S: descubrir

T: La Extraña

T y S: COOOOOssaaa!!!!

S: Y Por fin , este es el gran momento, lo esperado...!!!!!!!

Timo lo interrumpe

T: sifo

S: la hora ha llegado...!!!!!!

T: Sifo

Sifo voltea , Timo hace ademanes, niega con la cabeza

T: no....no está

S: ¿qué no está?

T: Pues...Ya sabes....

S: ¿qué?

T: *(sin ser audible pero moviendo los labios)* la cosa

S: Oh, Oh..... *(va hacia la caja)* ¡Por todos los truenos!, vamos vamos...

Escena V

CUADRO I

Sifo y Timo están dentro de la caja...discuten, se oyen ruidos.

La caja se mueve, da brinquitos, estornuda, hace ruidos...ESTÁ VIVA.

Timo asoma la cabeza por todos los huecos de la caja...saca una pierna, el torso, un brazo, sigue buscando.

De pronto su cabeza asoma por el huecos del techo de la caja...mira a Sifo...están felices

T: ¡¡Pues ya!!... *(como escupiendo las palabras)* El momento esperado

S: Pues sí...En realidad, encontrar la Cosa nada difícil fue...

La extraña Cosa siempre estuvo Aquí...Sí...Aquí...delante de ustedes,

¡Atrás!, alrededor, ¡¡Aquí!!

T: En nuestras Narices

S: En nuestros oídos, aquí en nuestros ojos....(*emocionado*)

Seeññooooooooooras y Seeññooreeeess, Niñññaaaass y Niñoooooooooos!

Ambos se ponen de pie. Dirigiéndose a los niños.

S y T: ¡¡¡LA EXTRAÑA COOOSA!!!

Se quedan viendo unos instantes, de nuevo:

S y T: ¡¡¡La Extraaññña Cooosa!!!

T: Sí (*emocionado*) la extraña cosa...

No es otra cosa que...

S: ¡¡¡Nosotros mismos!!!

Ambos señalando a niños y niñas

S y T: y tú , y tú, y tú

(*cantando*) Y nadie más que tú.....

S: Ojos

T: Narices

S: Orejas

T: Panzas

S: manos

T: y pies

S: Dan forma a nuestro Cuerpo...a la extraña cosaSi lo conocemos

T: Nos cuida

S: Si la cuidamos

S y T: Nos dura toda la vida!!!....

Se quedan inmóviles mirando a los niños... parecen confundidos... se miran entre ellos, piensan , se hacen preguntas entre ellos como tratando de entender lo que acaban de decir.

S: O sea, ¿cómo es eso de que si lo conocemos nos cuida?

T: Si nos cuida... y nosotros...

S y T: (*a los niños*) ¿Y ustedes qué creen?

Tiempo para escuchar las respuestas de los niños.

Escena VI

Cuadro I

S: *(despidiéndose)* Bueno, niños, muchas gracias...

Hay que cuidarse...sólo me resta agradecer a mi compañero Timo...*(le da la mano, se despiden)* y recordarles que...

(cambiando de actitud drásticamente, cantando) ¡¡¡Yo SOY!!!

T: *(cantando)* ¡¡¡¿Quién?!!!!

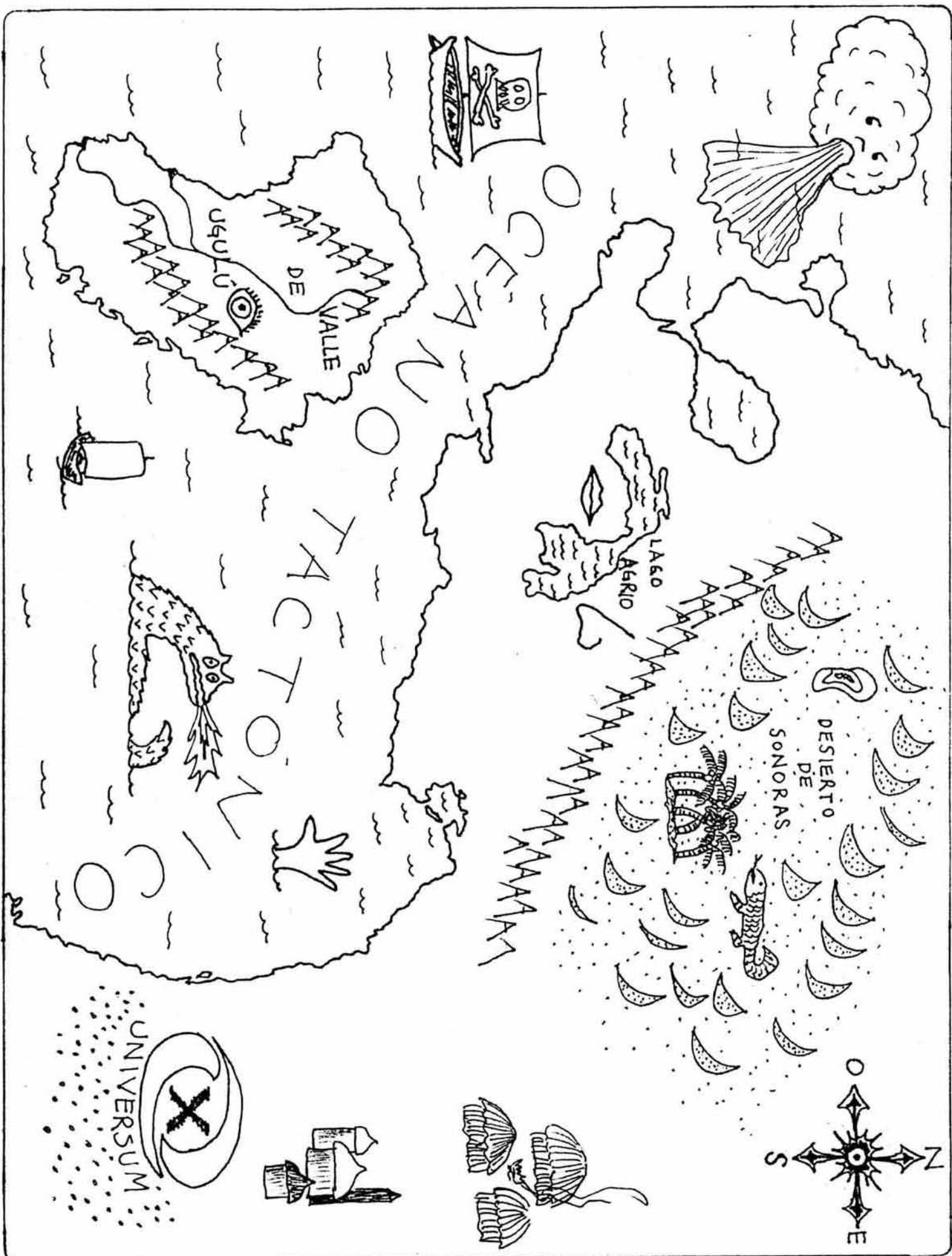
S: *(cantando)* La extraña cosa, que sí que no, la extraña cosa...

El Es...*(señalando a Timo y llamando a los niños para que digan ¡¿quién?!)*

T Y S: La cosa hermosa , que sí que no...**etc.**

Sifo y Timo siguen cantando, señalando a un niño, luego a una niña: Ella es...quién...la graaan cosa, etc. Recogen sus cosas y cantando se dirigen a la caja...Ya dentro de ella, se ponen de pie y ...se marchan.

FIN.



Reto de los sabios del Océano Tectónico

¿cómo reconocemos las cosas al tocarlas?

La piel en nuestro cuerpo está formada por miles de células que transmiten información sobre lo que sentimos a nuestro cerebro. En algunas partes de nuestro cuerpo la piel es mucho más sensible porque contiene mayor número de esas células. Nuestros labios por ejemplo, están llenos de células y son una de las partes más sensibles de nuestro cuerpo.

Las manos y en especial los dedos son mucho muy sensibles pero con el guante es difícil saber qué es lo que se toca.

¿para qué nos sirve saber eso?

Reto de los sabios del Valle de Uglú

¿por qué se ve un hoyo en la mano?

El ojo derecho mira a través del tubo a la vez que el izquierdo mira la palma de la mano, cuando estas imágenes se enciman, el mensaje que envían al cerebro es el de una mano perforada.

¿para qué nos sirve saber eso?

Si no podemos confiar siempre en lo que vemos, te imaginas qué pasaría si al tratar de cruzar una calle calculáramos mal la distancia entre nosotros y un coche?

¿te imaginas qué pasaría si tocas algún traste que haya estado en la estufa, o si no tienes cuidado al tomar un líquido o comida caliente? Recuerda que los labios y los dedos son muy pero muy sensibles.

¿por qué es difícil distinguir el sabor?

La lengua está llena de células distribuidas en diferentes partes, ellas nos permiten percibir diferentes sabores. Estas células envían información al cerebro y le dicen si las cosas saben, dulces, saladas, amargas o agrias. Sin embargo el olor contribuye para que la percepción sea mucho más clara. Por eso cuando se tiene tapada la nariz o se está enfermo de gripe la comida no sabe casi a nada.

¿para qué nos sirve saber eso?

Reto de los sabios del Desierto de Sonoras

¿cómo sabemos de dónde viene el sonido?

El sonido viaja en forma de vibraciones por el aire y, aunque no podemos verlo, nuestros oídos detectan esas vibraciones y lo podemos percibir.

El hombre posee dos oídos no sólo capaces de captar el sonido, sino también de determinar de dónde procede. El sonido llega a un oído un poco antes que al otro. Esa diferencia hace que el cerebro pueda calcular con precisión el origen de lo que se escucha.

¿para que nos sirve saber eso?

¿crees que el ruido que producen los coches puede darnos información acerca de la distancia a la que se encuentran y la dirección de donde provienen?

Reto de los sabios del Pantano de Lago Agrio

Probar para conocer el contenido de algunos recipientes no siempre es buena idea. Los frascos no siempre contienen lo que dice la etiqueta. ¿cómo crees que puedas averiguar qué contiene un frasco sin probarlo? ¿crees que olerlo primero sea mejor idea que probarlo? ¿y si no huele?... ¡mejor preguntar!

ANEXO 2

Recomendaciones para los facilitadores

A continuación se presenta una lista de recomendaciones en las que los facilitadores pueden apoyarse para desarrollar las sesiones con los niños. La primera lista se refiere principalmente al trato con niños, la segunda al diseño de las sesiones y la tercera es una lista de literatura complementaria donde los facilitadores pueden encontrar más actividades científicas, más información acerca de las ideas de los niños, sobre el juego, etc.

Sobre el trato con niños

- No negar, menospreciar, discriminar o burlarse de las respuestas de los niños.
- Aceptar, clarificar y apoyar las ideas de los niños.
- No promover la competencia destructiva entre los participantes, ni reforzar o alentar las burlas.
- Procurar que todos los niños que deseen participar tengan la oportunidad de hacerlo en algún momento, ya sea con sus respuestas o llevando a cabo las actividades y no obligar a aquellos que no lo deseen.
- Las preguntas que se dirijan a los niños deben apoyarlos a ordenar y dar sentido a sus ideas, por lo que se sugiere utilizar preguntas abiertas.
- Más que ofrecer las explicaciones, se sugiere averiguar qué piensan los niños. De lo contrario las sesiones se convertirán en clases.
- Evitar decir "muy bien, excelente, perfecto", etc cada que los niños den una respuesta. Se sugiere utilizar frases como "podría ser, ¿qué otra cosa se les ocurre?", "su compañero dice... ¿ustedes qué creen?"
Lo importante es aceptar las diferentes respuestas y cuestionarlas de ser necesario, al premiarlas se pierde la oportunidad de que surjan respuestas diferentes ya que los niños comienzan a responder sólo por la línea que marcó el facilitador al decir "muy bien".
- Intentar que los niños evalúen sus respuestas mutuamente.
- Promover en los niños la búsqueda y la prueba de sus ideas.
- Ayudar a los niños a que intuyan las respuestas, proporcionando ejemplos o pistas.
- Alentar a los niños a que utilicen su imaginación.
- Indicar a los niños si deben sentarse o acercarse para escuchar una explicación o las indicaciones para realizar una actividad.
- Al explicar los retos, procurar hacerlo con un lenguaje sencillo y de ser posible, hacerlo las veces que sea necesario.
- Finalizar el juego cuando se haya cumplido el objetivo y el grupo comience a perder interés.
- No vacilar nunca en marcar los límites a los excesos en las actitudes de relación con los demás durante el juego.
- Seleccionar de antemano las actividades según el área de trabajo y los objetivos a cumplir.
- Seleccionar con anterioridad qué dinámica se aplicará en el juego, dependiendo de la cantidad de niños, de materiales o el espacio. Por ejemplo

decidir cuántos niños podrán participar en cada reto, cuantos sólo darán respuestas pero o podrán intentar, etc.

- El estímulo debe ser constante y el reconocimiento de los esfuerzos de los niños no debe minimizarse, aún cuando los logros no sean los óptimos.
- Permitir que los líderes naturales y positivos sean útiles al grupo, integrando a aquellos que les resulta más difícil participar
- Participar activamente y en lo posible objetivamente.
- Los facilitadores están sujetos a los reglamentos correspondientes vigentes en la institución a la que asistan.
- Es necesario que al menos dos personas se hagan cargo de las sesiones. Dichas personas deberán contar con dotes histriónicas, además de gusto por la ciencia y el trato con niños. Podrán valerse de los guiones que se sugieren y adaptarlos dependiendo de sus habilidades, de las características de los niños y las circunstancias de la escuela.
- Es obligación de los facilitadores conocer los temas de manera que les sea posible manejar adecuadamente las ideas de los niños y acercarlas a las científicas. No se trata de que sepan todas las respuestas pero deben estar abiertos y preparados para cualquier respuesta y respetarlas todas.

Sobre las sesiones

- Preparar anticipadamente las sesiones, para tener objetivos claros y precisos.
- Se sugiere que las sesiones no duren más de una hora.
- Ningún material será requerido a la escuela.
- Las actividades serán presentadas a manera de retos, tratando que sean graciosas y atractivas para los participantes.
- En el caso de las actividades en que no pueden participar todos los niños, debe buscarse que la visibilidad sea adecuada e intentar que la mayoría tenga la oportunidad de ofrecer sus propias hipótesis y discutirlos con sus compañeros y los facilitadores.
- Debe darse la posibilidad al profesor de la escuela de pedir a los facilitadores las actividades que considere pertinentes para apoyar el aprendizaje o comprensión de temas abordados anteriormente con sus alumnos.

Bibliografía sugerida

- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1985), Children's ideas and the learning of science. En Driver, R.; Guesne E. & Tiberghien A., *Children's ideas in science*, Philadelphia, Open University Press
- Driver R. & Warrington L., (1985), *Students' use of the principle of energy conservation in problem situations*, Physics Educations. 20. (171-176)
- Erikson, G. & Tiberghien, A., (1985), Calor y temperatura. En R. Driver, E. Guesne y A. Tiberghien, *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*, España, Morata.
- Erickson, G., (1979), *Children's conceptions of heat and temperature*, Science Education, 63(2), (221-230)

- Gallegos, L., (1998) *Formación de Conceptos y su relación con la enseñanza de la Física*, Tesis de Maestría en Enseñanza Superior, Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de México
- Gunstone, R., & Watts, D., (1985), Force and motion. En Driver, R.; Guesne, E. & Tiberghien A., *Children's ideas in science*, Philadelphia, Open University Press.
- Hamilton, L., (1999), *Los niños y la naturaleza. Juegos y actividades para inculcar en los niños el amor y el respeto por el medio ambiente*, Barcelona, Oniro
- Johnson, P., (1998), *Children's understanding of changes of state involving the gas state, part 1: boiling water and the particle theory*. International Journal of Science Education, 20(5) (567-583)
- Kim, H., (1994), *Showy Science. Exciting hand-on activities that explore the world around us*, EEUU, Good Years Books
- Macedo de B., & Soussan, G., (1985), *Estudio de los conocimientos preadquiridos sobre las nociones de calor y temperatura en alumnos de 10 a 15 años*, Enseñanza de las Ciencias, 3(2), 83-90
- Moyles, J., (1990), *El juego en la educación infantil y primaria*, España, Morata S.A.
- Nussbaum, J. & NovaK, J. (1976). *An assessment of children's concepts of the Earth utilizing structured interviews*, Science Education, 60 (4), (535-550)
- Osborne, R., & Cosgrove, M., (1983), *Children's conceptions of the changes of state of water*, Journal Research in Science Teaching, 20(9) (825-838).
- Séré, M. G. (1986). *Children's conceptions of gaseous state, prior to teaching*. European Journal of Science Education, 8 (4), 413 - 425.
- Séré, M. G., (1985), *El estado gaseoso en ideas científicas en la infancia y la adolescencia*, Madrid, Morata
- Séré, M., (1982), *A study of some frameworks used by pupils aged 11 to 13 years in the interpretation of air pressure*. European Journal of Science Education, 4 (3), 299 - 309
- Séré, M., (1985), *The Gaseous State*. En Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. *Children's ideas in Science*, Inglaterra, Open University Press
- Soloman, J., (1985), *Teaching the conservation of energy*, Physics Education 20 (165-170)

- Summers, M.; Kruger, C. & Mant, J., (1998), *Teaching electricity effectively in the primary school: a case study*, International Journal of Science Education, 20(2), (152-173)
- Twigger, D., Byard, M., Driver, R., Draper, S., Hartley, R., Hennessy, S., Mohamed, R., O'Malley, C., O'Shea, T., & Scanlon, E., (1994), *The conception of force and motion of students aged between 10 and 15 years: an interview study designed to guide instruction*, International Journal of Science Education, 16 (2), (215 – 229)
- <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048>

ANEXO 3

MANUAL DE ACTIVIDADES SOBRE CIENCIA Y SEGURIDAD

FASCÍCULO I: GENERALIDADES

- Introducción
- Acerca de las teorías que sustentan esta propuesta
 - ✓ Aprendizaje significativo
 - ✓ Concepciones alternativas: el cambio conceptual
 - ✓ Cognición situada
 - ✓ El juego
 - ✓ El teatro
- Descripción de la propuesta
 - ✓ Propósitos generales
 - ✓ Sobre las actividades
 - ✓ Objetivos terminales generales
 - ✓ Sobre los demostradores
- Discusión
- Bibliografía

FASCÍCULO II: LA CIENCIA

PRIMERA PARTE: LA CIENCIA DETRÁS DE LAS ACTIVIDADES

- **CÓMO NOS ENGAÑA EL CUERPO**
 - ✓ Vista
 - ✓ Tacto
 - ✓ Oído
 - ✓ Gusto y Olfato
- **A QUE NO PUEDES**
 - ✓ Gravedad
 - ✓ Fuerza
 - ✓ Fluidos
 - ✓ Energía

SEGUNDA PARTE: CIENCIA PARA NIÑOS Y NIÑAS

- **CÓMO NOS ENGAÑA EL CUERPO**
 - ✓ Vista
 - ✓ Tacto

- ✓ Oído
- ✓ Gusto y Olfato

- **A QUE NO PUEDES**

- ✓ Está de gravedad
- ✓ Fuerzas a fuerzas
- ✓ Fluidos locos
- ✓ Enérgicos con la energía

FASCÍCULO III: ACTIVIDADES SUGERIDAS, LAS IDEAS DE LOS NIÑOS Y LAS NIÑAS E IDEAS SOBRE SEGURIDAD

- **CÓMO NOS ENGAÑA EL CUERPO**

- ✓ Vista
- ✓ Tacto
- ✓ Oído
- ✓ Gusto y Olfato

- **A QUE NO PUEDES**

- ✓ Está de gravedad
- ✓ Fuerzas a fuerzas
- ✓ Fluidos locos
- ✓ Enérgicos con la energía

FASCÍCULO IV:

- Recomendaciones para los demostradores
- Guión para una sesión demostrativa para niños y niñas de primero a tercero de primaria
- Bibliografía sugerida