

164



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

0297039

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

ESTUDIO DE UN MODELO DE TALLERES
DE CIENCIA EN EL MUSEO UNIVERSUM

T E S I S

Para obtener el título de
Licenciada en Psicología
presenta
Luz Elena Moncayo Gómez

Directora de Tesis: Lic. María Eugenia Martínez Compean

México, D.F. 2001



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Por su amor,
su paciencia
y su aliento para
terminar este trabajo

A mi hermana Gaby:

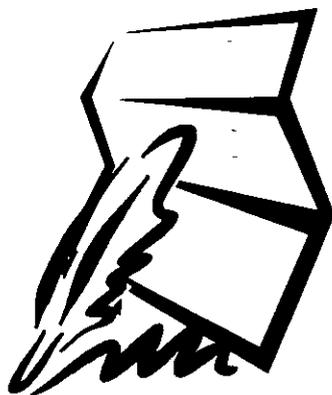
Por las noches de desvelo que me acompañó,
y por su ayuda y consejos en el manejo de la computadora

A Carmen Sánchez Mora:

Por su entusiasmo y profesionalismo
que me han inspirado para ser mejor persona

A Mario García:

Por su amor,
por su infinita paciencia,
por haberme educado
y por haberme permitido ver
que el mundo va más allá del horizonte



AGRADECIMIENTOS

A mis padres:

Porque gracias a sus orientaciones
teóricas y metodológicas
fue posible construir este trabajo

Al Profesor Fernando Fierro:
Por su dedicación y su tiempo
para revisar este trabajo

A la Profesora Maru Martínez:

Por todas las horas dedicadas
a revisar estas páginas,
por sus consejos,
pero sobre todo por su amistad

A Mario García:

Gracias, porque tus consejos y orientaciones
me ayudaron a despejar mi mente,
pero, sobre todo, por las horas de desvelo que pasamos juntos

A Carmen Sánchez Mora:

Por su confianza, su aliento,
su apoyo incondicional
y por todas las horas dedicadas
a revisar y discutir este trabajo,
pero, sobre todo por su amistad

A Serafín, Arturo y Salvador:
Gracias por su apoyo y su entusiasmo

A Luis Meza:

Por depositar su confianza en mí
y por alentarme a terminar este trabajo

A mis hermanos Alex y Víctor :
Por las horas de desvelo que les hice pasar

A Maribel y Edith:

Por su apoyo en la aplicación de los talleres de ciencia

A la Administración actual del Museo Universum,
a la Coordinación de Becarios,
y las personas que laboran en el Museo
que me apoyaron con recursos humanos y materiales

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
---------------------------	----------

CAPÍTULO 1 LA CIENCIA Y LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

1.1. Ciencia y teoría del conocimiento	6
1.2. Principales crisis y reformas en la educación científica	8
1.3. Metas en la educación científica y dificultades en el aprendizaje de las ciencias	9
1.4. Tendencias actuales en la educación científica	14
1.5. La enseñanza de las ciencias en la educación básica	20

CAPÍTULO 2 LOS MUSEOS Y LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

2.1. Los Museos	24
2.2. La Divulgación científica	34

CAPÍTULO 3 LA EDUCACIÓN NO FORMAL

3.1. Antecedentes Históricos	36
3.2. Ámbitos de la educación no formal	37
3.3. Estrategias metodológicas de la educación no formal	38
3.4. La Educación no formal y los condicionamientos Metodológicos	39
3.5. Metodología y ámbito de la educación no formal	40
3.6. Algunas implicaciones metodológicas para los talleres de ciencia del marco teórico de la educación no formal	42

CAPÍTULO 4

LAS TEORÍAS DEL APRENDIZAJE QUE FUNDAMENTAN LA MODALIDAD DE TALLERES

4.1.	Constructivismo	45
4.2.	La perspectiva sociocultural	46
4.3.	Contribuciones de otros autores a la perspectiva sociocultural	51
4.4.	Teoría del Aprendizaje significativo de Ausubel	53

CAPÍTULO 5

LOS TALLERES DE CIENCIA

5.1.	Bondades de la modalidad de talleres	59
5.2.	Diseño y conducción de los talleres de ciencia	62
5.3.	Evaluación de los talleres de ciencia	74

CAPÍTULO 6

MÉTODO

6.1.	Pregunta de Investigación	87
6.2.	Objetivo general	87
6.3.	Objetivos específicos	87
6.4.	Hipótesis	87
6.5.	Sujetos	88
6.6.	Escenario	88
6.7.	Instrumentos	88
6.8.	Procedimiento	89
6.9.	Tipo de estudio	91
6.10.	Recolección de datos	91

CAPÍTULO 7

ANÁLISIS DE RESULTADOS	92
-------------------------------------	----

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	136
---------------------------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

INTRODUCCIÓN

El acceso a la educación es quizá uno de las preocupaciones sociales que han existido a lo largo de la historia humana. Por un lado, se ha discutido sobre el privilegiado papel que ha desempeñado la escuela como institución “educativa”, debido a que ha sido la encargada de generar individuos con ciertos conocimientos y habilidades útiles para vivir en sociedad; no obstante, dicha institución no ha generado resultados sociales satisfactorios. Por otro lado, vivimos un momento histórico en donde reina un impresionante despliegue de información, que se transmite a través de múltiples medios (televisión, radio, internet, cine, material escrito y audiovisual, entre otros), razón por la que la escuela formal ha sido desplazada como medio primordial para comunicar, informar, generar aprendizajes, conocimiento y como herramienta para educar.

Tal escenario no es ajeno en países de tercer mundo. En estos países, y particularmente en México, dicho problema se agudiza aún más porque la educación es un privilegio del que pocos pueden gozar. En nuestro país, se oye frecuentemente que en los discursos políticos se habla sobre el rezago educativo, la reducción de matrículas escolares, la privatización de la educación en todos los niveles, los recortes al presupuesto designado para la educación y la investigación, la pirámide educativa, económica y social, entre otros; sin embargo, poco se hace para solucionar esta compleja situación.

No se pretende realizar un análisis de los problemas actuales que existen alrededor de la educación, sino plantear que existen otros medios a través de los que las personas pueden acceder a la educación, que no sustituyen a la escuela formal pero que si son una alternativa en países subdesarrollados. Hoy día se sabe que los Museos y muchas de las actividades que se realizan en ellos, permiten a las personas no sólo recrearse en la cultura, también son lugares en donde pueden tener experiencias de aprendizaje y pueden construir conocimientos a partir de la planificación y organización de las exhibiciones, la interacción con equipos y las diversas actividades que se estructuran para los visitantes. Generalmente, se tiene acceso a este conjunto de actividades con relativa facilidad, además de que son de bajo costo.

Los propios Museos, así como muchas de las actividades que se realizan en ellos son herramientas educativas, que pueden tener el carácter de no formal cuando no se encuentren regidos por el sistema oficial de educación y cuando lleven un proceso cuidadoso de planificación, diseño, realización y evaluación.

Por otro lado, los Museos de Ciencia poseen otro objetivo esencial: la divulgación científica. Para estas instituciones es vital acercar la ciencia y el conocimiento científico a cualquier persona, se pretende comunicar que la ciencia es una actividad humana y que es una forma de comprender el mundo. Para lograr lo anterior, estos lugares ofrecen a los visitantes exhibiciones temporales, visitas guiadas, conferencias, mesas redondas, proyección de videos, demostraciones, talleres, entre otros.

En el presente trabajo nos referiremos a los Museos de Ciencia interactivos, especialmente, al Museo Universum y a los talleres científicos que se realizan en dicho Museo.

Particularmente, en el Museo de Ciencias Universum los talleres se han utilizado como herramientas de divulgación científica. En ellos, se explica algún fenómeno

científico a través de actividades lúdicas, actividades manuales, de trabajo grupal e individual, actividades de observación, de comparación, demostraciones, entre otros.

Esta actividad posee una gran demanda dentro del Museo Universum, en destinatarios con diversas características y particularmente para grupos escolares de educación básica. No obstante, todavía no se han realizado estudios que evalúen el efecto que tiene esta actividad sobre los niños que participan en ellos. Tampoco, se ha probado su funcionalidad, es decir, si es conveniente la estructura, los contenidos, las actividades, los materiales; si es una actividad que es adecuada a la población a la que va dirigida; en fin, no se han probado las bondades que se establecen teóricamente sobre los talleres.

Es por ello que en el presente trabajo se planteó como objetivo realizar un estudio exploratorio de campo-descriptivo sobre la modalidad de talleres para analizar su relevancia como medio de divulgación científica y herramienta educativa en un contexto de educación no formal, como es el Museo Universum.

Para lograr tal fin se elaboró una propuesta para el diseño, conducción y evaluación de talleres, que quedó plasmada en cinco talleres con diversos temas científicos. Estos talleres se utilizaron para evaluar dicha propuesta durante su aplicación con niños escolares de educación básica que asistieron al Museo Universum.

Cabe aclarar que para la elaboración y aplicación de los talleres se siguieron algunos de los principios teóricos constructivistas, particularmente de la perspectiva sociocultural y del aprendizaje significativo de Ausubel.

Se espera que la propuesta de talleres descrita en estas páginas y en el presente estudio produzca algunos planteamientos metodológicos útiles para el diseño, la conducción y la evaluación de los talleres.

Por otro lado, se sugiere que se realice una evaluación sistemática de los talleres, y particularmente de los que se presentan en este estudio, debido a que con ello se generará retroalimentación suficiente para elevar la calidad de este servicio educativo y de esta modalidad de divulgación (talleres de ciencia), esperando con ello:

- 1) Promover experiencias realmente significativas y educativas para niños de educación básica
- 2) Acercar la ciencia a los niños de una manera lúdica, sencilla y atractiva.

Finalmente, la realización del presente estudio conlleva numerosos beneficios a distintas poblaciones y destinatarios: el Museo Universum, personas que imparten los talleres y niños escolares de educación básica.

- 1) El Museo Universum y la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC) podrán considerar los resultados de esta investigación para que eventualmente se puedan realizar otros estudios con mayor profundidad y en distintos espacios dentro y fuera del Museo Universum.
- 2) También se beneficiará a aquellas personas que imparten los talleres de ciencia (talleristas) debido a que algunos de los productos de este trabajo les servirán como guía para el desarrollo de su labor diaria. Entre los productos de esta tesis podemos mencionar que se generó una propuesta sobre el diseño de los talleres

de ciencia, así como algunas recomendaciones para la conducción de los talleres y algunos instrumentos de evaluación para los siguientes aspectos:

- a) El diseño de los talleres que está centrado en los contenidos, las actividades, los materiales y la estructura del taller
 - b) La conducción del tallerista
 - c) La participación de los niños
 - d) El efecto del taller en los niños
- 3) Al realizar una evaluación del diseño y la aplicación de los talleres, es decir, de los materiales, de las actividades, de los contenidos, de la conducción del tallerista y de la participación de los niños se generarán algunas propuestas que se podrán implementar para elevar la calidad de los talleres utilizados para este estudio, lo que gestará beneficios directos para aquellos niños escolares que posteriormente participen en dichas actividades.

En la primera parte de este trabajo se exponen las transformaciones que se han gestado sobre las concepciones de la naturaleza de la ciencia y el conocimiento científico, las que han promovido modificaciones en el campo de la educación de las ciencias. Estos cambios se ven reflejados en las crisis y las reformas de los sistemas educativos de diversos países; en los currículos de ciencias, en las metas de la educación científica, en las dificultades que existen en el aprendizaje de las ciencias y en las tendencias actuales en la educación de las ciencias. Finalmente, explicaremos la importancia de la educación científica en los años de edad escolar básica.

En la segunda parte, se aborda el tema de los Museos, su evolución histórica, su transformación en herramientas educativas y, algunos de ellos, en medios de divulgación científica. Posteriormente, se explica la historia del Museo Universum y las diversas actividades que se realizan en dicho Museo. Finalmente, se exponen los objetivos de la divulgación de la ciencia y la situación actual de esta labor en nuestro país.

En la tercera parte, se explica qué es la educación no formal, los ámbitos en que se desarrolla, su metodología y sus implicaciones para una actividad como los talleres de ciencia.

En la cuarta parte, se desarrollan los fundamentos teóricos y conceptuales de dos teorías constructivistas del aprendizaje que proporcionan, desde nuestro punto de vista, las bases para los talleres de ciencia que se desarrollan en el Museo Universum.

En la quinta parte, se aborda el tema de los talleres como modalidad educativa y de divulgación científica; además de los fundamentos teóricos para el diseño, la conducción y la evaluación de los talleres de ciencia.

En la sexta parte, se exponen los detalles metodológicos referentes al estudio realizado en la presente tesis.

En la última parte se presentan el análisis de resultados y la discusión y las conclusiones obtenidas de la investigación.

CAPÍTULO 1

LA CIENCIA Y LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

En este primer capítulo trataremos de definir qué es la ciencia y cuáles son las principales posturas epistemológicas sobre el origen, los modos y el valor del conocimiento con el fin de dar un marco de referencia a las transformaciones que ha enfrentado la educación científica a partir de la década de los cuarenta, tales como: las crisis y reformas en los sistemas educativos; las metas de la educación científica y dificultades en el aprendizaje de las ciencias y las tendencias actuales en la educación de las ciencias. Finalmente, explicaremos la importancia de la educación científica en los años de edad escolar básica.

1.1 Ciencia y teoría del conocimiento

¿Qué es la Ciencia? La palabra ciencia proviene del latín “scientia” y del griego “episteme” por lo que significa conocimiento cierto por oposición al conocimiento incierto de la opinión. De acuerdo con Villoro L. (1999) todo tipo de conocimiento puede condensarse en dos formas: saber y conocer. La prueba de certidumbre en el saber es la justificación objetiva mientras que en el conocer es la experiencia personal (que es intransferible). La objetividad supone la existencia de un acuerdo en una comunidad epistémica; todo saber, por ser objetivo, puede ser impersonal. Por lo tanto, la ciencia es “un conjunto de saberes compartibles por una comunidad epistémica determinada: teorías, enunciados que las ponen en relación con un dominio de objetos, enunciados de observación comprobables intersubjetivamente, todo ello constituye un cuerpo de proposiciones fundadas en razones objetivamente suficientes” (1999: 222) (Villoro L., *ibid*; Richards S., 1987).

En primer lugar, las ciencias empíricas también suponen un conocimiento personal. Aunque en las ciencias interviene el conocimiento personal (p.ej. del científico) solamente le interesa cuando puede comprobarse como saber general; es decir, en la medida que ese conocimiento justifica enunciados teóricos o descriptivos sobre clases de objetos. Las ciencias están compuestas por enunciados de observación que se verifican por una experiencia directa y expresan saberes basados en razones comprobables por cualquiera. Por lo que los enunciados que solo provienen de la percepción individual y que no pueden comprobarse por otras personas (sujetos epistémicos), no expresan saberes basados en razones comprobables por cualquier persona. En síntesis, la ciencia sólo hace acopio de aquellos hechos, captados por un conocimiento personal, que sean asequibles a cualquier “sujeto epistémico”, los que se pueden expresar en un saber objetivo.

En segundo lugar, los conocimientos personales (de un científico) pueden ser una vía para realizar descubrimientos de nuevos saberes científicos. Cuando “el conocedor” posee una familiaridad y una continua experiencia con los objetos de investigación y con el campo de una realidad, le llevan a descubrir propiedades y relaciones de los objetos que para los inexpertos serían ignorados. Es por ello que el experto puede enunciar proposiciones, pero deberán ser justificadas objetivamente para ser aceptadas como parte de la ciencia. La ciencia, entonces, no está construida por los conocimientos provenientes de distintas personas sino por enunciados generales, fundados en razones

objetivas. En suma, "la ciencia es un conjunto de saberes compartibles por cualquiera" (Villoro L., *ibid*:224; Richards S., *ibid*).

En tercer lugar, a la ciencia le interesa la objetividad porque su finalidad es establecer razones incontrovertibles. Su ideal es instituir un conocimiento compartible por la intersubjetividad racional más amplia. Esta necesidad por la objetividad le lleva a una crítica incesante de los motivos personales que distorsionan las razones, pretendiendo que esos fundamentos irracionales pasen por válidos. Es por ello que la ciencia es una herramienta universal. La ciencia al ser objetiva es garantía de verdad para una persona que tenga acceso a sus razones (Villoro L., *ibid*; Richards S., *ibid*).

La ciencia es útil a cualquier individuo porque ella asegura el acceso a la realidad de cualquier miembro de la especie humana. también, puede responder a intereses particulares o de un grupo social para la realización de ciertos fines. La ciencia no establece fines particulares, pero si provee de los medios adecuados para la realización de cualquier fin. Con ella se puede proteger la vida en el planeta o la destrucción de un ecosistema (Villoro L., *ibid*).

Finalmente, es vital para la actividad científica establecer un interés general que sea objetivamente válido, es decir, lo que esté fundado para cualquier sujeto racional, por encima de cualquier interés personal, en establecer lo que sea conveniente para un individuo. "Porque la ciencia es, ante todo, un saber impersonal" (Villoro, *ibid* :226).

Teoría del Conocimiento y posturas epistemológicas sobre el origen y los modos de conocimiento. La teoría del conocimiento es una doctrina que estudia la esencia y el proceso del conocimiento que está regidos por leyes. Los principales problemas que aborda son: cuáles son el objeto y las fuentes de conocimiento, en qué se basa y qué lo mueve, qué etapas constituyen el proceso del conocimiento, cuáles son sus métodos y formas, qué es la verdad, cuál es la relación entre la actividad cognoscitiva y la práctica de las personas, entre otras cosas (Blauberg I., Kopnin P. y Pantin I., 1983).

Dentro de la epistemología o teoría del conocimiento se encuentran diversas posiciones filosóficas para explicar el origen del conocimiento: innatismo, empirismo, criticismo y realismo moderado. Por otro lado, también existen diversas posturas para explicar los modos de conocimiento: filosofía deductiva, filosofías inductivas, intuicionismo, misticismo, fideísmo. Finalmente, existen diversas perspectivas que explican el valor del conocimiento: Escepticismo, relativismo y doctrinas de la validez absoluta (Xirau R., 1995).

El innatismo propone que las ideas existen en la conciencia, ya en acto, y más generalmente, en potencia, desde que nacemos (Sócrates, Platón, San Agustín, San Anselmo, San Buenaventura, Descartes, Spinoza y Leibniz). El empirismo supone que el espíritu es una tabula rasa cuyas ideas proceden de la experiencia sensible y dependen de esta misma experiencia (Protágoras, Epicuro, Francis Bacon, Hobbes, Locke, Berkeley, Hume, Pierce, James, Dewey). El criticismo está representado por la filosofía Kantiana en tanto que afirma que el problema del origen de las ideas es indemostrable y que debe considerarse el valor de las ideas no a partir de su origen sino a partir de su análisis una vez que estas ideas están ya en la conciencia. El realismo moderado sugiere que las ideas proceden de la experiencia pero tienen valor universal (Aristóteles y Santo Tomás) (Xirau R., *ibid*).

Respecto a las formas de conocimiento la *filosofía deductiva* está representada, en general, por todas las filosofías racionalistas que consideran que el razonamiento filosófico es el paso de lo inevitable a través de la concatenación de juicios necesarios (Platón, Aristóteles, Descartes, Spinoza, Leibniz, Hegel; los filósofos medievales aceptan este género siempre que el razonamiento esté al servicio de la fe: San Agustín, San Anselmo, Santo Tomás, Duns Escoto). Las *filosofías inductivas* están representadas por las filosofías empiristas que sostienen que: a) el conocimiento científico es inductivo (Roger Bacon, Francis Bacon, positivistas, positivistas lógicos); b) El conocimiento humano se forma por inducción a partir de los datos sensibles para llegar a ideas abstractas (Epicuro, Berkeley, Hume). El *Intuicionismo* sostiene que el conocimiento es inmediato ya sea en su totalidad o parcialmente. Verdad de la intuición sensible en: Epicuro; verdad de la intuición emocional en los románticos (Rousseau); verdad de la intuición racional (axiomas de las matemáticas, axiomas filosóficos e intuición en cada uno de los pasos deductivos en Descartes). En la filosofía de Bergson la intuición es simpatía con el absoluto, es decir, un instinto guiado por la inteligencia o una inteligencia con la viveza inmediata del instinto. El *Misticismo* es una forma religiosa del conocimiento de Dios que, después de los grados ascéticos de la renuncia lleva ya a una total fusión impersonal con la divinidad (Plotinio), ya a una fusión donde el místico conserva su individualidad personal (misticismo cristiano). El *fideísmo* sostiene que el único conocimiento de Dios, su existencia y sus atributos es mediante la fe y, por lo tanto, renuncia a la razón (Tertuliano, nominalismo medieval, Kierkegaard, Unamuno) (Xirau R., *ibid*).

El *escepticismo* es una filosofía que considera que el conocimiento es imposible y que renuncia a pronunciar juicios. El escepticismo no puede ser retórico y argumentativo (Sofistas), un modo de vida en la inmovilidad de la conciencia (Pirrón, Enesidemo, Sánchez, Montaigne), un modo de renunciar al conocimiento racional para obtener el conocimiento basándose en fe (fideísmo), un modo de pensar que el único conocimiento posible es de orden científico (positivismo lógico). El *relativismo* es una doctrina que propone que el conocimiento es: a) relativo a la persona individual (subjetivismo de Protágoras), b) relativo a la especie humana (Comte, Marx, sociologismo, pragmatismo, historicismo de Dilthey), c) relativo a la conciencia en general, objetivo y *a priori* (Kant). Las *doctrinas de la validez absoluta* ya sea por medios racionales deductivos (Parménides, Platón, Aristóteles, San Agustín, Santo Tomás, Duns Escoto, Descartes, Spinoza, Leibniz, Hegel), ya sea por medios racionales inductivos (Bacon, Comte), ya sea por medios intuitivos (Plotinio, Bergson, Scheler) (Xirau R., *ibid*).

1.2 Principales crisis y reformas en la educación científica

Los sistemas educativos occidentales poseen un diseño curricular con algunas características comunes. Durante los primeros años de la educación se logra despertar el interés y la motivación de los alumnos a través de actividades que apoyan su desarrollo lingüístico, cognitivo, social y psicológico. Sin embargo, a partir de la educación secundaria los contenidos se van volviendo cada vez más académicos y formalistas en donde se considera la estructura de la disciplina como la base principal de la enseñanza más que la capacidad cognitiva del alumno, produciéndose desinterés en los estudiantes y, en general, un bajo rendimiento escolar. Esta tendencia se acentúa en los años escolares posteriores. Ante esta situación, un gran número de países ha realizado reformas educativas para reducir la distancia entre el currículo oficial, el currículo que se

aplica y el currículo que se aprende (Carretero, 1994; Duschl y Hamilton, 1992; citado en Pozo J.I., 1997:100.

En el ámbito de la educación científica las reformas educativas tampoco se han hecho esperar. Habitualmente, la enseñanza tradicional ha sido el modelo que se ha mantenido para enseñar las ciencias naturales, pero se han constatado que ella ha producido un bajo rendimiento académico, aprendizajes poco duraderos y no transferibles a otros contextos, falta de motivación en los alumnos de diversos grados escolares en muchos países (Carretero, *op.cit.*; Pozo, *ibid*).

La primera crisis en la enseñanza de las ciencias fue declarada al finalizar la Segunda Guerra Mundial. Se reconoce la importancia de realizar una enseñanza de las ciencias sólida para formar ciudadanos con capacidad crítica. En años posteriores, durante la década de los ochenta, en algunos países se planteó como un objetivo primordial reducir la distancia cada vez mayor entre la elite científica y el analfabeto científico porque el nuevo conocimiento producido por los científicos estaba superando rápidamente la capacidad de las personas para seguirles. Esta transformación en el rumbo en la enseñanza de las ciencias fue un cambio de enfoque en donde ya no sólo existía "ciencia para los científicos" sino una "ciencia para todos" (Duschl R.; 1997).

En algunos países, como España e Inglaterra, la reforma educativa en el currículo de ciencias estuvo inspirada en los principios de la perspectiva constructivista¹. En documentos oficiales del Ministerio de Educación de España se encuentran descritos un conjunto de preceptos coherentes con dicho enfoque teórico. En estos documentos se explicitan los principios generales que fundamentan la fuente psicológica del currículo, es decir, las capacidades y disposiciones del aprendiz que se deben considerar en la elaboración y concreción de planificaciones para un curso escolar o una clase. Estos principios se reducen, de acuerdo con Carretero (*ibid.*), a las siguientes formulaciones:

- Es necesario partir del nivel de desarrollo del alumno.
- Hay que asegurar la construcción de aprendizajes significativos.
- Posibilitar que los alumnos realicen aprendizajes significativos por sí solos.
- Asegurar que los alumnos modifiquen sus esquemas de conocimientos.
- Establecer relaciones ricas entre el nuevo conocimiento y los esquemas de conocimiento existentes.

Finalmente, es necesario mencionar que cada una de las posturas teóricas que conforman el constructivismo, han generado sus propios modelos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, sus propias reformas al currículo de ciencias y una infinidad de investigaciones. Lo que es importante resaltar es que la educación científica escolar es aún un área en la que hay mucho que explorar e innovar para producir realmente aprendizajes significativos en los alumnos de diversos grados académicos.

1.3 Metas de la educación científica y dificultades en el aprendizaje de las ciencias

Metas de la educación de las ciencias. En casi cualquier sistema educativo o instruccional del mundo occidental se cumplen dos funciones sociales distintas respecto a

¹ El constructivismo se explica en el capítulo cuatro de este trabajo.

los currículos de ciencias: la formación y la selección. La educación primaria está dirigida más a la formación que a la selección de los alumnos porque los contenidos se establecen de acuerdo a las necesidades formativas de las personas. Sin embargo, a partir de la educación secundaria los contenidos del currículo se establecen de acuerdo a los niveles mínimos exigibles para el acceso a niveles educativos superiores. Por esta razón, en estos niveles educativos, se enfatiza más en la selección de los estudiantes de acuerdo con esos niveles establecidos (Pozo y Gómez Crespo, *ibid*).

La enseñanza tradicional generalmente ha enfatizado más en la selección que en la formación de los alumnos en diversos grados escolares. Por ello, es necesario reestructurar realmente el currículo de ciencias para mejorar la educación científica y evitar el desfase entre lo que se pretende (metas educativas), los contenidos que se enseñan y lo que los alumnos aprenden; por lo que la eficacia de la educación científica deberá medirse por lo que realmente se logre que los alumnos aprendan. Para ello, será necesario que las metas, los contenidos y los métodos de enseñanza consideren no sólo el conocimiento disciplinar sino también las características de los estudiantes y las demandas sociales y educativas en las que la enseñanza ocurre (Pozo y Gómez Crespo, *ibid*).

La educación científica, entonces, para que posea un verdadero valor en nuestra sociedad debe buscar metas que vayan más allá de la selección de los estudiantes y de considerar la enseñanza de la ciencia como un fin en sí misma porque ello condicionará enormemente los contenidos y los métodos de dicha enseñanza (Pozo y Gómez Crespo, *ibid*).

De forma genérica, se ha propuesto que los fines de la educación científica deben ser los siguientes (Jiménez Aleixandre y Sanmarti, 1997; citado en Pozo y Gómez Crespo, *ibid*) :

- El aprendizaje de conceptos y la construcción de modelos
- El desarrollo de destrezas cognitivas y de razonamiento científico
- El desarrollo de destrezas experimentales y de resolución de problemas
- El desarrollo de actitudes y valores
- La construcción de una imagen de la ciencia

De acuerdo con Pozo y Gómez Crespo (*ibid*) se pueden traducir estas metas en contenidos específicos de la enseñanza de las ciencias, por medio de los que los alumnos desarrollarían las habilidades correspondientes a esas finalidades. Estas metas corresponden, entonces, a tres tipos de contenidos y a tres tipos de dificultades de aprendizaje: conceptuales, procedimentales y actitudinales. Las dificultades en la enseñanza y adquisición de estos tres tipos de contenidos se explicarán al final de la sección siguiente.

Dificultades en el aprendizaje de las ciencias. Anteriormente se explicó que el modelo de enseñanza tradicional no ha producido los resultados esperados en los aprendizajes de los alumnos y con base en ello se ha gestado un conjunto de reformas educativas en el currículo de ciencias que han estado regidas por los supuestos teóricos de la perspectiva constructivista. Sin embargo, muchos profesores de ciencias reportan que después de introducir numerosos cambios educativos en los últimos años, se ha producido nuevamente una crisis de la educación científica. De acuerdo con Pozo y Gómez Crespo (*ibid*) las problemáticas que se han generado se sintetizan en los siguientes puntos:

- a) Dificultades en la comprensión de conceptos.
- b) Dificultades o la no-adquisición de contenidos procedimentales relevantes para aplicar conocimientos científicos. Entre ellos encontramos estrategias de razonamiento y solución de problemas.
- c) Desarrollo de actitudes inadecuadas hacia la naturaleza de la ciencia y del conocimiento científico, lo que ha generado una falta de motivación e interés para aprender ciencias.

Los profesores de ciencia atribuyen las fallas a las modificaciones hechas en los planteamientos curriculares y solicitan volver a los contenidos y formatos tradicionales. Para Pozo (*ibid*) y Pozo y Gómez Crespo (*ibid*) las dificultades que viven en el aula los profesores se deben, en gran parte de los casos, a la persistencia por mantener un tipo de educación de la ciencia que, en sus objetivos, contenidos, actividades de aprendizaje y criterios y formas de evaluación, son bastante próximas a la enseñanza tradicional. Por lo tanto, el currículo de ciencias ha cambiado realmente poco, pero, la sociedad a la que va dirigida esa enseñanza de la ciencia y las demandas formativas de los alumnos si se han modificado. Para Pozo (*ibid*) lo que se ha generado realmente es una crisis en la "cultura educativa" porque existe un desfase cada vez mayor entre la ciencia que se enseña (en sus metas, contenidos y formatos) y los propios estudiantes. Propone adoptar como alternativa una nueva cultura educativa (nuevos objetivos y métodos) que esté vinculada al constructivismo. Para cristalizar esta nueva concepción constructivista en un currículo real de ciencias es necesario modificar profundamente los contenidos, las actividades de aprendizaje y los sistemas de evaluación.

a) Dificultades en la adquisición de conceptos científicos. Los contenidos verbales, generalmente, han ocupado un lugar privilegiado en los currículos de ciencias. Se distinguen tres tipos de contenidos verbales: los datos, los conceptos y los principios. Los primeros de ellos es una información que afirma o declara algo sobre el mundo. Cuando la persona otorga un sentido o un significado y relaciona esos datos dentro de una red de significados que explique por qué se producen y qué consecuencias tienen el alumno está utilizando conceptos. Los principios o conceptos estructurantes de una disciplina son conceptos muy generales, con gran nivel de abstracción, que subyacen a la organización conceptual de un área de conocimiento. Cada uno de estos tipos de contenidos verbales desempeña una función distinta en el currículo, pero se requieren mutuamente durante el aprendizaje porque primero se deberían comprender los conceptos más específicos (datos y conceptos), siendo ellos el medio para acceder a los contenidos más generales y abstractos (principios), que son la meta final (Pozo y Gómez Crespo, *ibid*).

Se acepta que una persona adquiere un concepto cuando es capaz de proporcionar un significado a un material o a una información que se le presenta, es decir, "comprende" ese material o bien, puede traducir algo a sus propias palabras. Un problema habitual en el aula es que los profesores "explican" o enseñan conceptos que los alumnos, realmente, aprenden como lista de datos y que se limitan a memorizar o reproducir. Este problema se genera porque la comprensión requiere poner en marcha procesos cognitivos más complejos que la repetición. Cuando hablamos de comprensión se refiere a que ocurre un aprendizaje significativo. En este tipo de aprendizaje el alumno debe relacionar el nuevo material con los conocimientos anteriores, en donde debe comprender gradualmente ese nuevo material. Esta propuesta teórica de aprendizaje fue ideada por David Ausubel.

b) Dificultades en la adquisición de procedimientos. Tradicionalmente, en la enseñanza de las ciencias los contenidos procedimentales se refieren al *saber hacer* o a la aplicación

de aquello que han aprendido. Sin embargo, los hallazgos en psicología cognitiva han mostrado que se trata de dos tipos de conocimiento que se adquieren por procesos distintos y a veces independientes. Por ejemplo, se ha evidenciado que los alumnos no saben convertir sus conocimientos científicos descriptivos y conceptuales en acciones o predicciones eficaces, y a la inversa, ejecutan acciones que les cuestan trabajo describir o definir. Es decir, el conocimiento procedimental no siempre es posible verbalizarlo, se adquiere más eficazmente a través de la acción y se ejecuta a menudo de modo automático sin que seamos conscientes de ello. Por lo tanto, el conocimiento procedimental es más difícil de evaluar porque su dominio es gradual y por lo tanto más difícil de discriminar en sus distintos niveles de dominio (Pozo y Gómez Crespo, *ibid*).

Considerar los procedimientos de una forma global, es decir, como “secuencias de acciones dirigidas a la consecución de una meta”, de acuerdo con Coll y Valls (1992; citado en Pozo y Gómez Crespo, 1998: 54), admite muchas gradaciones por lo que existen distintos tipos de procedimientos que se sitúan a lo largo de un continuo de generalidad y complejidad que va desde las simples técnicas y destrezas hasta las estrategias de aprendizaje y razonamiento. La *técnica* es una rutina automatizada consecuencia de la práctica repetida y las estrategias implican el uso intencional de estas técnicas con el fin de alcanzar una meta o un objetivo. Las *estrategias* requieren de recursos cognitivos para ejercer el control más allá de la ejecución de esas técnicas, así como un cierto grado de reflexión consciente o metacognición, necesario sobre todo para tres tareas esenciales: a) selección y planificación de los procedimientos más eficaces en cada caso, b) El control de su ejecución o puesta en marcha, y c) La evaluación del éxito o fracaso obtenido tras la aplicación de las estrategias. Las estrategias se distinguen de las técnicas en que implican una actividad deliberada y controlada por parte del alumno (Pozo y Gómez Crespo, *ibid*).

La aplicación de una estrategia requiere además que la persona posea unos “conocimientos temáticos específicos” (conocimientos de dominio) sobre el área en donde se va aplicar la estrategia. Esos conocimientos incluyen no sólo información verbal, también requieren conocimiento conceptual o comprensión de esta área. El “conocimiento conceptual específico es un factor determinante de la eficacia en el uso de estrategias de razonamiento y aprendizaje” (Pozo y Gómez Crespo, *ibid* :56).

La adquisición de procedimientos, en general, parece que sigue una secuencia desde el establecimiento de un conocimiento técnico, en forma de rutinas más o menos automatizadas usadas en situaciones de ejercicio, hasta el uso estratégico de esas técnicas en nuevas combinaciones para enfrentarse a problemas realmente nuevos. Pueden reconocerse cuatro fases principales en la adquisición de un procedimiento, desde la técnica hasta la estrategia. La primera fase consiste en la presentación de instrucciones detalladas de la secuencia de acciones que deben realizarse y/o un modelo de acción. En la segunda fase se pretende que el alumno automatice la técnica a través de la práctica repetitiva que sea necesaria con el fin de que mecanice la secuencia de acciones que debe realizar, supervisando la ejecución el profesor. En la tercera fase se pretende lograr la generalización o transferencia del conocimiento, por lo que hay que enfrentar al alumno a situaciones cada vez más nuevas y abiertas, de forma que se vea obligado a asumir cada vez más decisiones. Finalmente, en la cuarta fase hay que lograr la transferencia de control, por lo que hay que fomentar en el alumno la autonomía en la planificación, supervisión y evaluación de la aplicación de sus procedimientos. Estas cuatro fases deberían orientar la secuenciación de los contenidos procedimentales en el currículo de ciencias; sin embargo, hay que considerar que no son fases sucesivas sino

de construcción y que debe existir un cierto encubrimiento e incluso un continuo ir y venir entre estas fases, a medida que se vayan detectando deficiencias en su aprendizaje (Pozo y Gómez Crespo, *ibid*).

c) Dificultades en la adquisición y en el cambio de actitudes. La naturaleza esencialmente implícita de las actitudes (no somos conscientes de ellas) revela que gran cantidad de ellas se adquieren por procesos de aprendizaje implícito y, por otro lado, requieren un trabajo de enseñanza más continuo y más a largo plazo que los contenidos conceptuales y procedimentales.

Generalmente, para lograr una exitosa enseñanza de las actitudes es necesario que los maestros expliciten las actitudes que desean desarrollar en sus alumnos y las que ellos manifiestan a través de su conducta.

Un gran número de actitudes se adquieren a través del modelado (aprendizaje por imitación). Los alumnos imitan ciertas conductas de sus profesores aún cuando ninguna de las dos partes sea consciente de ello. Sin embargo, se necesita un modelo (profesor) con el que exista identificación para que se produzcan las conductas de imitación y en consecuencia se adquieran las actitudes. Por ello, los profesores de ciencias deben cuidar y controlar las actitudes que les están manifestando a sus alumnos.

Por otro lado, los procesos de influencia e identificación social son importantes no en la formación de actitudes sino en el cambio de actitudes. La modificación de actitudes, de acuerdo con investigaciones recientes, no ocurre mediante la persuasión o discursos morales sino a partir de una práctica repetida de conductas que consoliden los valores que se desea que aprendan los alumnos (Pozo y Gómez Crespo, *ibid*).

Tradicionalmente, en la enseñanza de las ciencias se han promovido en los alumnos "actitudes científicas" (curiosidad e indagación) que se han reducido a la aplicación de unos procedimientos preestablecidos en la ciencia (método científico) para aproximarse y resolver las situaciones que plantea la vida cotidiana. Sin embargo, promover la enseñanza de las actitudes de este modo resulta contradictorio al verdadero espíritu de curiosidad, indagación y autonomía que caracterizan a la actividad científica porque pueden eliminar las incipientes actitudes que manifiestan los alumnos (Hodson, 1994; Pozo y Gómez Crespo, *ibid*).

A partir de los resultados poco satisfactorios en la promoción de "actitudes científicas" a través del método científico se han elaborado algunas clasificaciones de las actitudes que es posible fomentarse en la educación científica, las que deben ser útiles dentro y fuera. Se puede decir que existen tres tipos de actitudes a promoverse en los alumnos: hacia la ciencia, hacia el aprendizaje de la ciencia y hacia las implicaciones sociales de la ciencia (Hodson, *op.cit.*; Pozo y Gómez Crespo, *ibid*).

La enseñanza de actitudes hacia la ciencia consiste en promover en los alumnos que la ciencia es un proceso constructivo y no un conocimiento acabado. Por ello, es necesario desarrollar hábitos y formas de acercarse a los problemas relativos con la naturaleza de la ciencia como una construcción social del conocimiento, es decir, se trata de fomentar una actitud crítica y reflexiva, una visión relativista e historicista del conocimiento científico y no transmitir un empirismo ingenuo y una concepción positivista y estática.

Las actitudes hacia el aprendizaje de la ciencia se enseñan mediante un proceso en el que los alumnos la intenten aprender de una forma constructiva buscando el significado y el sentido de las cosas para que se interesen por ella y la valore como algo que es digno de aprenderse. Muchas de las actitudes hacia el aprendizaje de la ciencia serán

específicas de una materia, otras pueden estar relacionadas con las actitudes hacia otras materias y otras serán específicas de las clases de ciencias.

Las actitudes hacia las implicaciones sociales de la ciencia se refiere a que los alumnos adopten posiciones respecto a los usos sociales de la ciencia y sus consecuencias, valorando la relación entre ciencia, tecnología y sociedad (Pozo y Gómez Crespo, *ibid*).

Aunque el propósito de este trabajo no es demostrar que en los talleres de ciencia se pueden promover los tres tipos de aprendizajes (conceptuales, procedimentales y actitudinales) si es valioso mencionar que la naturaleza de esta actividad permite generar dichos aprendizajes en un contexto educativo no formal como es el Museo Universum. Es necesario aclarar que el tiempo con el que se mantiene contacto con un grupo de visitantes es breve (aproximadamente una hora), por lo que quizá esta variable resulte una limitante para lograr dichos aprendizajes, sin embargo habría que probarlo. Se propone, crear un programa que vincule al Museo con las escuelas de tal forma que un grupo de niños asista varias sesiones a los talleres, esperando promover en ellos dichos aprendizajes.

1.4 Tendencias actuales en la educación de las ciencias

Hoy día, se han generado una gran variedad de modelos de enseñanza y aprendizaje escolar derivados de investigaciones en el campo de la psicología evolutiva, la psicología cognitiva y de didáctica de las ciencias. De acuerdo con Pozo y Gómez Crespo (*ibid*) los principales modelos de enseñanza de la ciencia son los siguientes:

- a) *Enseñanza tradicional*
- b) *Enseñanza por descubrimiento* (1. autodirigido: Piaget (1970) y 2. guiado: Wagensberg (1993) y Bruner)
- c) *Enseñanza expositiva* (D. Ausubel, Hanesian y Novak , 1973, 1978; Moreira y Novak, 1988; Novak, 1977 y 1985; Novak y Gowin, 1984);
- d) *Enseñanza por conflicto cognitivo o cambio conceptual* (Strike y Posner, 1992, Driver, Guesne y Tiberghien, 1985)
- e) *Enseñanza por investigación dirigida* (Duschl, 1990; Duschl y Gitomer, 1991; Gil, 1991, 1993, 1994; Gil y Carrascosa, 1985)
- f) *Enseñanza por explicación y contrastación de modelos* (1. Cognición situada: Caravita y Halldén, 1994 y Kirshner y Whiston, 1997; 2. Integración jerárquica: Reber, 1993, Perkins y Salomón, 1989; Otros autores: Rodrigo y Arnay, 1997, Glynn y Duit, 1995; Ogborn y cols., 1996)

Aunque estos modelos de enseñanza fueron creados en y para contextos educativos formales, desde nuestra perspectiva, es posible retomar algunos de los supuestos teóricos de algún modelo para aplicarlos en un contexto educativo no formal y para guiarnos en el diseño y la conducción del proceso de enseñanza de los talleres de ciencia. Nuestra propuesta es que el modelo de enseñanza por investigación dirigida es el más adecuado a las características contextuales en donde se desarrollan los talleres y al marco teórico que proponemos para esta actividad.

Existen cuatro aspectos primordiales para analizar los distintos modelos de enseñanza de la ciencia (Pozo y Gómez Crespo, *op.cit*):

1. Los supuestos epistemológicos y la concepción del aprendizaje subyacente al enfoque y las metas que cada enfoque propone.
2. Los criterios de selección y organización de los contenidos
3. Las actividades de enseñanza y evaluación en que se basa
4. Las dificultades más previsibles de enseñanza (profesores) y aprendizaje (alumnos)

a) Enseñanza tradicional

Propuesta: La formación casi exclusivamente disciplinar de los profesores y con una escasa formación didáctica ha marcado un enfoque en donde se transmiten conocimientos de forma verbal y el criterio educativo dominante es la lógica de la disciplina. Los profesores son proveedores de conocimientos ya elaborados y el alumno es un consumidor y reproductor de ellos. Los contenidos se presentan como casi como *hechos* y como conocimientos acabados que el alumno debe aceptar.

Supuestos y metas de la educación científica: Para este enfoque, la mente del alumno está lista para aprehender la lógica del discurso científico por lo que la meta es llenar su mente con los productos típicos de la ciencia: los saberes conceptuales. El conocimiento científico es, entonces desde esta perspectiva, un saber absoluto o por lo menos el producto más terminado de la indagación humana sobre la naturaleza. En consecuencia, el aprendizaje de la ciencia significa reproducir ese conocimiento de la manera más fiel posible. La forma de enseñar es a través de una exposición clara y rigurosa, siguiendo la lógica marcada por los propios saberes disciplinares.

Criterios para seleccionar y organizar los contenidos: El único criterio para determinar los contenidos relevantes y su organización en el currículo es el conocimiento disciplinar, es decir, el cuerpo de conocimientos aceptado por una comunidad científica.

Actividades de enseñanza y evaluación: Debido a que los profesores son portavoz y transmisores de los saberes avalados por la comunidad científica los alumnos realizan actividades de copiar y repetir lo que el profesor dice. Las clases son presenciales, por lo que los profesores utilizan la exposición acompañados, a veces, de ejercicios y demostraciones que sirven para apoyar o ilustrar las explicaciones. La dinámica de la sesión está controlada y dirigida por el profesor, llevando paso a paso al alumno en su aprendizaje. En este tipo de enseñanza la evaluación está dirigida a que los alumnos reproduzcan lo mejor posible aquello que el profesor les transmitió. La función de la evaluación, de acuerdo con las propias metas educativas de este enfoque, es más selectiva o sumativa. La evaluación determina el nivel alcanzado por los alumnos de acuerdo al dominio que posean de la disciplina.

Dificultades de aprendizaje y enseñanza: Este modelo es meramente transmisivo y unidireccional, en donde los alumnos son sólo receptores pasivos de un saber cultural lo que no permite que los alumnos utilicen de forma dinámica y flexible esos conocimientos adquiridos fuera del aula.

Por otro lado, este tipo de enseñanza genera una separación entre las metas e interés del profesor y los alumnos, el currículo que se enseña y el currículo que se aprende, generando situaciones de escasa motivación en los alumnos.

b) Enseñanza por descubrimiento

Propuesta: Para este enfoque la mejor forma de que los estudiantes aprendan ciencia es haciendo ciencia. La enseñanza está dirigida a plantear experiencias que permitan a los alumnos investigar y reconstruir los principales descubrimientos científicos. La metodología didáctica más potente para la enseñanza es la metodología de investigación científica.

Supuestos y metas de la educación científica: Este enfoque supone que los alumnos están dotados de unas capacidades intelectuales similares a las de los científicos, por lo que al enfrentarse a las mismas tareas y situaciones que los científicos acabarán desarrollando las estrategias propias del método científico, realizarán los mismos descubrimientos, llegarán a las mismas conclusiones y elaboraciones teóricas que los científicos. La ciencia es, entonces, un producto natural del desarrollo de la mente del alumno. El modo de pensar de científicos y alumnos no sería esencialmente distinto ante un mismo problema si vivieran las mismas experiencias. Lo que se pretende es que los estudiantes vivan y actúen como pequeños científicos.

Criterios para seleccionar y organizar los contenidos: El criterio para seleccionar y organizar los contenidos es disciplinar, aunque para este modelo estos saberes no son estáticos o acabados sino que implican la búsqueda de una solución. La historia de la ciencia desempeña un papel esencial en la organización y secuenciación de los contenidos. Uno de los ejes vertebrales del currículo es el método científico. Se asume con ello que el alumno desarrollará un pensamiento científico o formal que le permitirá acceder a los contenidos conceptuales. También se plantea como objetivo fomentar el desarrollo de actitudes propias de los científicos debido a que esto estimulará y favorecerá el aprendizaje de la ciencia.

Actividades de enseñanza y evaluación: Las actividades de enseñanza se parecen a las actividades de investigación. El método científico es el método de enseñanza por lo que se diseñan escenarios para el descubrimiento. El profesor facilita el descubrimiento de los alumnos a través de actividades guiadas. La evaluación se dirige a analizar tanto el conocimiento conceptual como los procedimientos y actitudes adquiridos por los alumnos.

Dificultades de aprendizaje y enseñanza: Aunque los alumnos, desde edades tempranas, poseen algunas habilidades del pensamiento formal se ha comprobado que el razonamiento científico se desarrolla junto con dominios de conocimiento particulares, y por otro lado, el pensamiento formal no es la forma usual para enfrentar los problemas cotidianos.

El dominio de las reglas del pensamiento formal (método científico) no conduce necesariamente al descubrimiento de las reglas y las leyes de la naturaleza. Este supuesto es un inductivismo ingenuo que no considera la importancia de los modelos y las teorías como guía de la investigación científica, tampoco, los hallazgos de la psicología evolutiva que revelan que las reglas del pensamiento formal no son ajenas al contenido de la tarea. Entonces, el dominio de las habilidades del método científico sería una competencia necesaria pero no suficiente para acceder al conocimiento científico.

Al establecer una equivalencia entre la actividad científica y las actividades de aprendizaje de los niños se establece una confusión: 1. Entre la distinta naturaleza y función social de los contextos de investigación científica y los contextos educativos, 2. Se reducen los contenidos procedimentales a los que están implicados en *hacer ciencia*, sin

considerar otros procedimientos que no son propios de la actividad de los científicos pero que son esenciales para *aprender ciencia*.

c) Enseñanza expositiva

Propuesta: La enseñanza expositiva debe cumplir dos requisitos. Es necesario considerar la lógica de la disciplina y la lógica del alumno. Para Ausubel (1973) el aprendizaje de la ciencia consiste en “transformar el significado lógico en significado psicológico” (1973:214), es decir, hay que lograr que los estudiantes asuman como propios los significados científicos. La estrategia didáctica para lograrlo consiste en acercar progresivamente las ideas de los alumnos a los conceptos científicos.

Supuestos y metas de la educación científica: La meta esencial es transmitir a los alumnos la estructura conceptual de la disciplina científica (significado lógico). Este enfoque supone que el alumno posee una lógica propia (conocimientos previos) de la que es preciso partir para lograr que los alumnos compartan los significados de la ciencia. Para Ausubel este tipo de enseñanza es válida con alumnos que hayan alcanzado un determinado nivel de desarrollo cognitivo y de dominio de la terminología científica, es decir, a partir de la adolescencia.

Criterios para seleccionar y organizar los contenidos: El criterio para seleccionar y organizar los contenidos del currículo es la estructura conceptual de la disciplina científica. Para Ausubel, el conocimiento disciplinar y su aprendizaje están organizados con una estructura jerárquica en donde las ideas (proposiciones, conceptos y datos fácticos) más inclusivas están situados en el ápice y los menos inclusivos o más diferenciados situados en posiciones inferiores en esta jerarquía. En suma, el currículo debe proceder de lo general a lo específico.

Actividades de enseñanza y evaluación: Son actividades que están orientadas a establecer de forma explícita relaciones entre la nueva información y los conocimientos presenten en la estructura conceptual de los alumnos. El objetivo es establecer un puente cognitivo entre lo que el alumno ya sabe y lo que necesita saber antes de aprender significativamente la nueva información. Entonces, se presenta al alumno un organizador previo que puede estar incluido en actividades tales como lecturas, discusiones, experiencias, exposiciones, o bien, la explicación del profesor. La evaluación está dirigida solamente al conocimiento conceptual. Se presentan a los alumnos tareas que expliciten su estructura conceptual.

Dificultades de aprendizaje y enseñanza: Es un modelo de enseñanza que es eficaz para lograr que los alumnos comprendan nociones científicas, pero su eficacia es dudosa cuando se trata de modificar radicalmente los conocimientos previos o la estructura conceptual del alumno.

d) Enseñanza por conflicto cognitivo o cambio conceptual

Propuesta: El punto de partida son las concepciones alternativas de los alumnos para confrontarlas con las de la ciencia y con ello lograr una sustitución (cambio conceptual) de sus teorías por las teorías científicas.

Supuestos y metas de la educación científica: Este enfoque supone que el alumno elabora y construye su propio conocimiento y es quien debe tomar conciencia de las

limitaciones de sus ideas previas y resolverlas. La meta fundamental de la educación científica, para este enfoque, es modificar las concepciones intuitivas de los alumnos y sustituirlas por el conocimiento científico.

Otro supuesto de este modelo es que el conocimiento cotidiano y el científico son incompatibles por lo que las teorías implícitas de los alumnos deben ser sustituidas por el conocimiento científico. La meta educativa es, entonces, lograr que el alumno perciba los límites de sus propias concepciones para que se sienta insatisfecho y con una disposición a adoptar otros modelos más potentes y convincentes.

Criterios para seleccionar y organizar los contenidos: Los criterios para la selección y la organización de los contenidos en el currículo no están muy claros. Solamente se especifica que deben estar organizados de forma conceptual, por lo que los núcleos conceptuales de la ciencia constituyen el eje del currículo. Los contenidos procedimentales y actitudinales tienen un papel menos importante en la organización del currículo.

Actividades de enseñanza y evaluación: Se plantean actividades que sometan de forma empírica o teórica las ideas previas de los alumnos con el fin de llevarlos a abandonar sus concepciones y adoptar una teoría más explicativa. Se diseñan secuencias educativas que dirigen y orientan las respuestas de los alumnos a esos conflictos. Para que se logre una resolución adecuada de los conflictos cognitivos de los alumnos es necesario que la secuencia didáctica reúna ciertas condiciones:

- a) El alumno debe sentirse insatisfecho con sus propias concepciones
- b) Debe existir alguna concepción que sea inteligible para el alumno
- c) Dicha concepción debe resultar creíble para el alumno
- d) La nueva concepción debe parecer al alumno más potente que sus propias ideas.

Dificultades de aprendizaje y enseñanza: Se ha encontrado la persistencia de las concepciones alternativas aún después de haber sido sometidas a conflicto cognitivo.

e) Enseñanza por investigación dirigida

Propuesta: Este modelo asume que para provocar cambios profundos en la mente de los alumnos (conceptuales, metodológicos y actitudinales) es preciso situarlos en un contexto de actividad similar al que vive un científico, pero bajo la dirección del profesor que actuaría como "director de investigaciones". La investigación científica se concibe, a diferencia del aprendizaje por descubrimiento, como un proceso de construcción social.

Supuestos y metas de la educación científica: En el aprendizaje de la ciencia se siguen los pasos de la investigación científica, pero no como mera aplicación rigurosa del método científico sino como un proceso laborioso de construcción social de teorías y modelos con el apoyo de recursos metodológicos y el despliegue de actitudes favorables hacia la ciencia. En esta investigación dirigida se promueven cambios conceptuales, procedimentales y actitudinales. Finalmente, la enseñanza de la ciencia se organiza alrededor de la resolución de problemas.

Criterios para seleccionar y organizar los contenidos: El currículo se conforma a partir de la resolución de problemas generados desde el análisis del conocimiento disciplinar. La selección de contenidos aunque tiene en cuenta las características de los alumnos y el contexto social del currículo se apoya en los contenidos conceptuales de la ciencia. El

currículo se ordena no en torno a conceptos científicos sino a ciertas estructuras conceptuales que subyacen o dan sentido a esos conceptos.

Actividades de enseñanza y evaluación: Las actividades que se desarrollan son la resolución conjunta de problemas por parte del profesor y los alumnos. Estos problemas plantean situaciones abiertas que exigen que el alumno busque nuevas respuestas bajo la guía del profesor. El profesor además de dirigir la investigación también debe matizar, reforzar o cuestionar las conclusiones obtenidas por los alumnos a la luz de las aportaciones hechas previamente por los científicos en la resolución de esos mismos problemas.

Dificultades de aprendizaje y enseñanza: En primer lugar, resulta difícil su *generalización* a distintos contextos. En segundo lugar, se requiere alto nivel de exigencia para los profesores debido a que requiere un cambio conceptual, procedimental y actitudinal en el profesor para poder promover en sus alumnos cambios en estos mismos contenidos. Además, exige que dominen los temas que desean dirigir en la investigación.

En tercer lugar, el isomorfismo que se establece entre investigación y aprendizaje de la ciencia plantea dificultades conceptuales y prácticas. Resulta dudoso que los propios procesos constructivos en el aprendizaje de los contenidos científicos deban ser similares a los que usan los científicos para elaborar o construir esos mismos contenidos. Además, los contextos sociales de los científicos y los niños son diferentes, los niños difícilmente interiorizarán las reglas y metas de varios dominios de conocimiento, no todo lo que hace un científico tiene sentido para los alumnos y viceversa, los problemas de los científicos con frecuencia no son problemas para los alumnos

Finalmente, si se basa todo el aprendizaje en la capacidad de investigar de los alumnos supone olvidar la especificidad de los escenarios educativos. El riesgo de convertir la enseñanza en investigación condensada es confundir nuevamente los procesos de investigación con los métodos de enseñanza y el aprendizaje de procedimientos.

f) Enseñanza por explicación y contrastación de modelos

Propuesta: Para este enfoque la educación de la ciencia no debe estar regida por la actividad científica realizada en un contexto de investigación similar al de los científicos sino que se realizará la reflexión, la asimilación y la reconstrucción, individual y social, de los modelos y teorías elaborados por los científicos de diversas épocas históricas (acervo de la cultura científica). El profesor expone diversos modelos alternativos para que sus alumnos los contrasten y comprendan las diferencias conceptuales entre ellos y con ello los relacionen e integren metacognitivamente.

Supuestos y metas de la educación científica: No acepta el isomorfismo entre la construcción del conocimiento científico y escolar, porque cada uno de ellos implican escenarios sociales claramente diferenciados por sus metas y la organización de sus actividades. En el aprendizaje de la ciencia se deben contrastar continuamente modelos teóricos y no la superación de uno por otro. La meta de la educación científica es que el alumno conozca la existencia de distintos modelos alternativos en la interpretación y comprensión de la naturaleza, además de que la exposición y contrastación de esos modelos le ayudará a comprender los fenómenos científicos y la naturaleza del conocimiento científicos. De este modo, la educación científica debe ayudar al alumno a construir sus propios modelos pero también a cuestionarlos y redescubrirlos a partir de los elaborados por otras personas.

Criterios para seleccionar y organizar los contenidos: La organización del conocimiento en el currículo se realiza a partir de los modelos o estructuras conceptuales que representan el conocimiento existente en un dominio. Se trata de enriquecer y profundizar los modelos elaborados por los alumnos, que deben ir integrando cada vez más información y otros modelos y perspectivas.

Actividades de enseñanza y evaluación: Este modelo utiliza formas heterogéneas de enseñanza y aprendizaje. Pero lo principal es que los alumnos se enfrenten a problemas que despierten la necesidad de encontrar la respuesta, las que deben ser modeladas, explicitadas pero también enriquecidas mediante la diversificación de modelos alternativos. El profesor ejerce diversos papeles a lo largo de la actividad didáctica: guiar las indagaciones del alumno, exponer las alternativas, inducir o generar contrargumentos, promover la explicitación de los conocimientos, su redesccripción en lenguajes o códigos más elaborados.

La tarea principal del profesor es explicar a los alumnos los diferentes modelos, pero no como monólogo sino como diálogo en donde se pueden adoptar diferentes formatos: “vamos a pensar juntos”, “el narrador de cuentos”, “dilo a mi manera” y “míralo a mi manera”.

Los criterios de evaluación también se deben regir por la multiplicación e integración de modelos, para promover en el alumno la reflexión y el metaconocimiento conceptual y el contraste de modelos. Es decir, se deben utilizar tareas y criterios de evaluación que promuevan en los alumnos la capacidad de explicitar, redescibir y argumentar sobre sus modelos y los de los demás. Lo que se pretende es que los alumnos aprendan no que una teoría es verdadera sino que comprenda lo certero de cada uno de los diversos modelos o teorías.

Dificultades de aprendizaje y enseñanza: Este modelo de enseñanza puede inducir a los estudiantes a un cierto eclecticismo teórico o relativismo con respecto a toda forma de conocimiento que vacíe de sentido cualquier forma de educación científica. Por ello es importante enseñar a los alumnos a redescibir o explicar unas en otras, ya que de esta forma comprenderán como los modelos más complejos pueden integrar a los más simples. Se trata de que comprendan que existen teorías que tienen una mayor capacidad de generalización, mayor poder argumentativo o explicativo y estructuras conceptuales más complejas e integradoras. Otro problema de este enfoque es la generalidad o transferencia relativa de los modelos aprendidos a nuevos dominios o conceptos. Finalmente, este modelo solamente se restringe al conocimiento conceptual y no al conocimiento procedimental y actitudinal.

1.5 La enseñanza de las ciencias en la educación básica

Tradicionalmente las ciencias no han formado parte esencial de la educación infantil. Este problema se le ha achacado a la escuela, como institución educativa. Sin embargo, cuando se han realizado indagaciones para descubrir las causas se han enumerado una serie de declaraciones que los profesores han hecho. Harlen W. (1994:23-24) sintetiza tales afirmaciones sobre lo que “sienten” los profesores acerca de la necesidad de más equipos, materiales, tiempo, espacios, ayudas y orientaciones externas, más experiencia en la dirección de grupos de trabajo sobre actividades prácticas, y sobretodo, confianza en la enseñanza de las ciencias. Este autor propone que

existe “alguna razón más profunda no manifestada” y cita a Thomas (1980:10; citado en Harlen W., *ibid*) para exponer dicha causa: “Las dificultades que han tenido los profesores de enseñanza primaria para adoptar y adaptar los diversos proyectos de educación científica durante las últimas dos décadas muestran que los docentes, en general, no están convencidos de la bondad de este tipo de trabajo, o que lo encuentran extremadamente difícil de organizar, o que se hallan demasiado inseguros para llevarlo adelante”. En realidad lo que sucede, apunta Harlen W. (1994) es que no se comprende la verdadera y la valiosa función de las ciencias como parte de la educación primaria y por lo tanto las ciencias no se han integrado como parte del currículo o si ya es parte de éste la ciencia que se enseña a los niños no promueve el desarrollo de conocimientos, procedimientos o habilidades intelectuales ni la formación actitudes positivas hacia la ciencia, solamente se presenta la ciencia a los niños como un cúmulo de conocimientos acabados. Este problema es mucho más complejo de lo que suponemos porque no sólo se debe a la falta de comprensión de los maestros en las escuelas sino que también se origina porque los directores de escuelas, los formadores de los profesores, miembros de comisiones, autoridades educativas locales y nacionales y los padres de los niños tampoco le conceden su verdadero valor a la educación en la ciencia desde la enseñanza escolar básica (Harlen W., *ibid*). A pesar de la existencia de esta problemática desde los años sesenta comenzaron los primeros intentos de proponer que las ciencias formarían parte del currículo de la escuela básica.

De acuerdo con Harlen (*ibid*) la inclusión de las ciencias en el currículo de la educación primaria queda justificada por las siguientes razones:

- Contribuye al desarrollo de las matemáticas y el lenguaje. Durante los primeros años de la enseñanza básica se desarrollan las técnicas básicas de lectura, escritura y aritmética, pero, Harlen W. (*ibid* :26) encontró en los resultados de la encuesta del HMI² de 1978 que las escuelas le otorgan mayor importancia a la instauración de las técnicas básicas antes mencionadas pero, que “las técnicas básicas se adquieren con más fácilmente cuando se aplican a otros temas”.
- La UNESCO (1983), la ASE³ (1966, 1971) y algunos autores como Brown y Young (1982) proponen que:
 - a) Las ciencias pueden ayudar a los niños a pensar de manera lógica sobre los hechos cotidianos y a resolver problemas prácticos sencillos.
 - b) Las ciencias, y sus aplicaciones a la tecnología, pueden ayudar a mejorar la calidad de vida de las personas. Son actividades socialmente útiles que se espera que sean familiares a los niños.
 - c) El mundo tiende o orientarse cada vez mas en un sentido científico y tecnológico por lo que es importante que los niños se preparen para vivir en él.
 - d) Como forma de pensar y aproximarse al mundo, las ciencias pueden promover el desarrollo intelectual de los niños.
 - e) Las ciencias pueden contribuir al desarrollo de otros aspectos como es el lenguaje y las matemáticas.
 - f) Para muchos niños del mundo la escuela primaria es la única etapa en su vida que asisten a la escuela por lo que quizá sea la única oportunidad para explorar su ambiente de una forma lógica y sistemática.
 - g) Las ciencias en la escuela primaria pueden ser realmente divertidas. La curiosidad natural de los niños les lleva a explorar el mundo que les rodea. Si se les

² HMI: Her Majesty's Inspectorate (Inspección Escolar de Su Majestad).

³ ASE: Association for Science Education (Asociación para la Educación en Ciencias).

presentan problemas sencillos para captar el interés de los niños casi cualquier tema puede ser atractivo.

Estas afirmaciones eran fuertes aspiraciones que existían en los años 60 por reformar el currículo de ciencias en la escuela primaria, pero no eran descubrimientos bien fundamentados por lo que en los setenta y ochenta hubo un desencanto al experimentarse un efecto negativo en los intentos de instaurar estas reformas educativas, aunado a ello la reducción de la población escolar (Harlen W., *ibid*).

- De acuerdo con Harlen W. (*ibid*) los resultados de investigaciones recientes (Pozo y Gómez Crespo, *ibid*) revelan tres aspectos globales que justifican de una forma sólida y fundamentada la inclusión de las ciencias en el currículo de la enseñanza básica. Son las siguientes:

- a) Las ideas que los niños tienen sobre el mundo que les rodea se construyen durante los años de la educación básica (primaria), independientemente si se les enseña ciencias o no. Cuando no se guía al niño a realizar una exploración del mundo con un enfoque científico desarrollan ideas que generalmente son contrarias a las explicaciones científicas, no son fácilmente modificables y esto obstaculiza el aprendizaje de las ciencias en la enseñanza secundaria y posteriormente (Pozo y Gómez Crespo, *ibid*).
- b) El desarrollo de los conceptos y del conocimiento no es independiente del desarrollo de habilidades intelectuales (Pozo y Gómez Crespo, *ibid* ;Carretero, 1997).
- c) Las actitudes de los niños frente a las ciencias se forman antes que las correspondientes a muchos otros temas; sin la experiencia de la actividad científica, muchos niños desarrollarán actitudes inútiles, a través de la infamación que reciben de su contexto cultural, incluyendo a los medios de comunicación masivos, que afectarán su desarrollo en las ciencias en etapas escolares posteriores (Pozo y Gómez Crespo, *ibid*; Roggoff, *ibid*).

Objetivos de la enseñanza de la ciencia en la educación básica. De acuerdo con algunos autores (Coll, 1972 y Giordan, 1982; citados en Candela; 1999:17), "los propósitos de la enseñanza de la ciencia en la educación básica son la adquisición de una cultura científica y el desarrollo de una actitud científica" Es decir, en los primeros años de educación se debe "contribuir a la formación de valores y de una concepción racional y razonada de la relación del ser humano con su medio ambiente". Para que esto se logre es necesaria la participación activa de los alumnos en la construcción "del conocimiento, las actitudes y los valores dentro de una comunidad... sociocultural" (Candela, *ibid*:17).

Por otro lado, algunos autores (Jiménez, 1998; Jiménez y Sanmarti, 1997, citados en Pozo y Gómez, *ibid*) proponen que "entre los objetivos de la enseñanza de las ciencias debe incluirse el desarrollo de destrezas intelectuales". Para White (1988; citado en Jiménez, *ibid*), las destrezas cognitivas se definen como la capacidad de realizar un conjunto de operaciones mentales, las que son una herramienta esencial en la construcción de nuevos aprendizajes.

Conclusiones del capítulo:

Las concepciones actuales sobre la naturaleza de la ciencia y del conocimiento científico se han transformado y con ello la educación científica. Las modificaciones en los currículos de ciencia y en los modelos de enseñanza no son consecuencia exclusiva de las dificultades en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los diferentes contenidos científicos (conceptuales, procedimentales y actitudinales), también se debe a que existe un consenso más o menos generalizado de que la ciencia y el conocimiento científico son un proceso histórico y social. Las tendencias actuales en enseñanza de las ciencias sugieren modelos de enseñanza-aprendizaje en donde se muestre a los niños y adolescentes que la ciencia es el resultado de una construcción social o compartida de conocimientos que se ha sucedido a lo largo de la historia y no una creación de algunos humanos dotados de talentos especiales.

CAPÍTULO 2

LOS MUSEOS Y LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

En este segundo capítulo se explica el origen y la transformación que han sufrido los Museos a lo largo de la historia y como se han convertido en valiosos medios de divulgación de las ciencias e instituciones educativas, después se expone acerca de los Museos de Ciencias y los Museos Interactivos, particularmente del Museo Universum. Finalmente, se explican los objetivos de la divulgación científica y sobre la divulgación de la ciencia en México.

2.1 Los Museos

Un poco de historia sobre los Museos. La palabra griega *museion* y latina *museum* se refieren al lugar donde, según la mitología de las civilizaciones clásicas, habitan las musas (“templo de las musas”). El *museion* tiene como diosa madre a Mnemósine (diosa de la memoria) que reclama de los hombres el recuerdo de los héroes y preside la poesía⁴. Por esta razón, en el mundo clásico, el Templo de las Musas formaba parte inseparable del adiestramiento de la memoria hasta que logró convertirse en un espacio para la meditación ilustrada y un desafío contra el olvido (Edson y Dean, 1994; Hein, 1998).

Con el paso del tiempo, la idea del *museum* como reflejo de la memoria del mundo se modificó: representó la enciclopedia de la naturaleza correctamente clasificada, el teatro del universo y las acciones humanas y la poética. Fue hasta el renacimiento italiano que la palabra “museo” se emplea por primera vez para definir el espacio en el que se contienen objetos bellos, valiosos y de importancia cultural, que son expuestos para que la sociedad los admire, aprenda y medite sobre ellos. Muchos siglos después, los museos fueron edificios en donde la clase aristócrata y la Iglesia reunieron gran cantidad de objetos extraños y valiosos con la intención de impactar al pueblo sobre el poder adquisitivo del propietario de las colecciones (Edson y Dean, *op.cit.*; Hein, *op.cit.*; Beyer, 2000).

Es hasta finales del siglo XVIII que los museos comienzan a adquirir un carácter educativo, aunque el museo todavía no cubría todas las necesidades sociales debido a que el acceso a ellos estaba restringido a grupos selectos (Beyer, *op.cit.*; Sánchez, 2000). Con la Revolución Industrial el concepto de los museos como lugares en donde solamente se guardan objetos y colecciones valiosas para su protección y exhibición cambia radicalmente en las sociedades occidentales. Se estableció una competencia en el desarrollo tecnológico entre los distintos países occidentales, produciendo la organización de grandes exposiciones internacionales dedicadas a la tecnología que tenían como objetivo mostrar los avances científicos (Vives, 1993; García, 1998). Por ejemplo, en 1856 se pone en marcha la Exposición Internacional en Tecnología en la ciudad de Londres, Inglaterra. Estas Exposiciones Internacionales jugaron un papel trascendental en el nacimiento de los Museos científico-técnicos. El *Science Museum* de Londres se fundó en 1865, nueve años después de haberse efectuado la Exposición Tecnológica Internacional en la misma ciudad, debido al éxito que tuvo la exhibición sobre las innovaciones tecnológicas mostradas en ella (Vives, 1993).

⁴ Durante la época clásica la facilidad de palabra o de memoria era considerada un don divino.

En 1903 con la creación del *Deutsches Museum* en Munich, Alemania se modifica enormemente la idea de los Museos científico-tecnológicos. Este Museo incorpora entre sus objetivos el factor educativo porque permite que el público ya no sólo sea un espectador sino que ahora puede operar los modelos de maquinaria expuestos con el fin de que comprendan mejor los principios científicos y tecnológicos; esto lo logra al convertir los dispositivos diseñados en elementos autónomos e independientes de las piezas técnicas (Vives, *op.cit*).

La innovación introducida por el *Deutsches Museum* permitió que en el *Palais de la Découverte* en París (1937) se llevaran hasta sus últimas consecuencias la idea de sustituir el “mostrar” objetos técnicos por el de “demostrar” como funciona la naturaleza y cómo podemos utilizar las leyes científicas (Vives,1993; García,1998).

Bajo esta misma concepción, en la década de los sesenta, comienzan a surgir centros de ciencia creados para mejorar la comprensión pública de la ciencia y la tecnología. En Holanda (1960) aparece el *Evoluon*; en 1967 se funda el *Centro de Ciencias* de Ontario, en Toronto; en San Francisco, Estados Unidos (1968) se crea el *Exploratorium*. Los dos últimos Museos se convertirían en los padres del movimiento de *Science Centers* en Estados Unidos de Norteamérica cuya filosofía regresaría, posteriormente, a los Museos de Ciencia en Europa (Vives, *op.cit* ; García, *op.cit*).

De acuerdo con García (*op.cit*), la aparición de los Museos de Ciencia modifica la idea que se tiene sobre los museos en los siguientes aspectos:

- a) Las ciencias sociales y ciencias naturales quedan separadas espacialmente en museos diferentes.
- b) Las ciencias sociales se exhiben en los Museos de historia, mientras que los museos de ciencias exhiben a las ciencias de la naturaleza en su estado actual de desarrollo. Tanto la historia de las ciencias naturales y sociales quedan prácticamente excluidos del espacio museográfico.
- c) Los museos dejan de ser espacios donde la gente se limita a observar. La leyenda de “prohibido no tocar” quedan excluidas en los museos de ciencia, lo que lleva a exigir una participación activa y no contemplativa del visitante.

El valor educativo de los museos. La educación ha sido reconocida hace mucho tiempo como una función esencial en los museos públicos (Hein, *op.cit*; Talboys, 1996; Glaser y Zenetou, *op.cit*; Edson y Dean, *op.cit*). Los museos públicos, como lugares en donde se muestran objetos para el deleite y entretenimiento del público, son un producto del siglo XVIII. Hasta el siglo XIX hubo una expansión de los museos como instituciones públicas importantes. El desarrollo de los Museos fue más o menos paralelo a la creación del Estado-Nación cuya responsabilidad era el bienestar de los ciudadanos. Al inicio de este siglo se abrieron nuevos museos – aunque con acceso limitado para el público-. En la segunda mitad del siglo XIX, con el progreso de la industrialización, las grandes poblaciones migraron a las ciudades y la ciencia y la industria modificaron la vida de las personas; en consecuencia, se incrementó la responsabilidad de los gobiernos para aumentar los servicios sociales y la educación. A pesar de que el movimiento de la escuela pública se desarrolló junto con la industrialización, en las grandes ciudades, la escuela formal no era un privilegio para la mayoría de la población, razón por la que los gobiernos vieron los museos públicos como un tipo de institución que podría proveer educación a las grandes masas. La idea de que los museos podían ser lugares para educar a gran cantidad de personas terminó en la creación de museos-escuelas de tal modo que las personas que asistían a los museos podían auto-instruirse o auto-educarse. Sin embargo, esta idea declina al final del siglo XIX y hasta hoy día se ha sostenido que

los museos pueden contribuir a la educación informal (Hein, *op.cit*), para otros autores (Sarramona, 1992) pueden contribuir a la educación no formal y la informal⁵.

La función educativa de los museos. Tradicionalmente, los Museos han sido lugares que tienen funciones como la colección, preservación y documentación de la herencia cultural de un pueblo y de la humanidad. Sin embargo, hoy día se han expandido las funciones sociales de los museos y se ha reconocido que puede ser un recurso educativo potente para la población; sobretodo porque se ha constatado que dentro de los museos se producen aprendizajes cuando las personas interactúan con los objetos, las exhibiciones y otras personas que se encuentran dentro de estos lugares. Los museos pueden ser lugares en donde el aprendizaje es facilitado a través del uso de objetos, en donde las oportunidades de aprender están basadas en los intereses de los aprendices, en donde la educación incluye descubrimiento y/o construcción de significados y en donde los estudiantes toman la responsabilidad de sus propias actividades (Hein, *op.cit*; Glaser y Zenetou, *op.cit*; Edson y Dean, *op.cit*).

De acuerdo con Edson y Dean (*op.cit*): “Todo museo tiene una responsabilidad educacional para el público al que sirve. Los museos ofrecen un único encuentro con objetos e ideas para personas de muchas edades, intereses, capacidades y experiencias. La educación en el museo permite tender puentes entre las experiencias de los visitantes y las expectativas y experiencias e ideas que emanan de las colecciones de los museos” (1994:194).

Por otro lado, los Museos son lugares en donde los visitantes pueden tener una gran cantidad de experiencias. Aunque no todas las experiencias son educativas, aquellas que están organizadas, que están planteadas como actividades interrelacionadas e integradas y que estimulan los procesos de desarrollo son experiencias educativas para los visitantes (Hein, *op.cit*).

Para lograr que los visitantes de los museos reciban poderosos mensajes educativos, a través de actividades planificadas, estructuradas e interrelacionadas, es necesario que los museos posean una política educacional. Es necesario que los visitantes perciban una atmósfera que expresa un punto de vista sobre la educación para que reciban abiertamente las experiencias educativas que les brinda el museo (Hein, 1998; Glaser y Zenetou, *op.cit*.; Edson y Dean, *op.cit* .).

Uno de los principales servicios educativos que pueden ofrecer los Museos son los Programas educacionales. Estos programas no sólo deben estar dirigidos a grupos de niños sino también a grupos de adultos y a grupos especializados de la población debido a que es necesario responder a las demandas y requerimientos de la comunidad donde se encuentra el museo (Edson y Dean, *op.cit*).

Para que los programas educacionales planeados sean más efectivos deben ser sistemáticos. Se deben establecer las prioridades educacionales y el desarrollo de un plan organizado y progresivo para realizar estas prioridades. En el caso de programas educacionales dirigidos a niños se recomienda a las escuelas y maestros que sean vistos como aliados en el proceso educativo, ya que el museo puede ser un “vehículo especial” para el aprendizaje (Hein, *ibid*; Edson y Dean, *ibid*).

Para planear un programa educacional efectivo es frecuente comenzar con determinados tipos de audiencias. Los programas educacionales de los museos son continuamente desarrollados para grupos de edades particulares o grupos de interés

⁵ Las definiciones de educación formal, no formal e informal se encuentran en el capítulo tres.

especial. En estos casos, la información es presentada en el vocabulario, el nivel de comprensión, y la manera social para el grupo (Hein G., *ibid*; Edson G., Dean D., *ibid*).

Es importante considerar que los programas educativos de los museos deben ser concebidos, desarrollados y presentados como actividades que están relacionadas e integradas a los intereses y necesidades de la audiencia a la que va dirigida para garantizar su éxito. Es decir, los niños ganarán más de los programas educativos si la información que se les presenta está relacionada con los aprendizajes de la clase (Hein, *ibid*; Edson y Dean, *ibid*).

En opinión de algunos autores (Glaser y Zenetou, *ibid*), los cambios políticos, económicos, sociales y culturales que están ocurriendo actualmente en el mundo, sobretodo en el ámbito educativo en donde cada vez hay más restricciones para ingresar a la escuela formal, hace evidente que los países comiencen a reconocer a los museos como instituciones educativas “paralelas a las escuelas” y al equipo de gente que trabaja en ellos como educadores alternativos a la escuela. Muchas comunidades de diversos países están buscando a los museos para complementar (quizá reemplazar) la debilitada educación formal. En los Estados Unidos de Norteamérica muchos museos han funcionado como escuelas sin paredes. Los museos en Brooklyn, Nueva York y Filadelfia han establecido salones flotantes, tomando temporalmente su residencia en diversas áreas de los museos. Muchos museos, también ofrecen entrenamiento a los maestros y sus servicios están siendo solicitados por gobiernos locales y estatales como nunca antes, particularmente en las ciencias⁶. Otros museos están llegando a ser un componente integral en el currículo formal de los sistemas escolares⁷. Estas escuelas están cambiando la forma en que las materias tradicionales son enseñadas, introduciendo nuevas y diferentes materias y ofreciendo acceso a los aprendizajes a través de los objetos y las exhibiciones.

Finalmente, hay algunos autores que proponen que en los Museos se pueden emplear los principios de alguna teoría educativa. De acuerdo con Hein (*op.cit.*) existen cuatro teorías educacionales que se pueden aplicar en los Museos. Cada teoría posee un punto de vista epistemológico particular, una teoría del aprendizaje y una teoría de la enseñanza (pedagogía). Las teorías educativas que propone Hein (*ibid*) son el enfoque didáctico-expositivo, por descubrimiento, por estímulo – respuesta y la perspectiva constructivista.

Cada museo adopta los principios de una teoría educacional y con base en ello organiza las exhibiciones y todas las actividades que se realizan dentro del museo. Lo que se pretende es tener claro la política educacional adoptada para evitar mezclar distintas posturas y mostrar contradicciones y confusiones a los visitantes sobre la posición educativa que mantiene el museo, y por tanto potenciar la calidad de los mensajes educativos que reciban las personas que visitan estos lugares (Hein, *op.cit.*).

⁶ Por ejemplo: The Pacific Science Center en Seattle, the Franklin Institute in Philadelphia, the Smithsonian Institution and the Fernank Science Center in Atlanta.

⁷ En Detroit, San Antonio, Nueva York, Indianápolis y Portland, Oregon

Algunas características de los Museos del siglo XXI. De acuerdo con Glaser y Zenetou (*op.cit.*), durante el siglo XXI continuarán gestándose a gran velocidad los cambios y avances tecnológicos que caracterizan la actual era de la información. Las habilidades de los museos para participar e instalar tecnología en todos los aspectos de las operaciones del museo determinará su éxito. Algunas de las innovaciones tecnológicas que se realizarán a partir del año 2000 serán las siguientes:

- El 90% del trabajo será hecho por computadoras.
- Se realizará una gran compresión de datos y grabación de ellos en discos compactos (equivalente a 6000 libros) sobre las colecciones de museos y sus inventarios.
- Los sistemas telefónicos podrán procesar textos, datos, gráficos, pinturas, videos en movimiento y voces.
- Habrá software de reconocimiento de voz que procesará alrededor de 5000 a 15000 palabras continuas.
- El "aprender a aprender", derivado del campo de estudio de la Inteligencia Artificial y de Psicología Cognitiva, será un fundamento para investigar sobre como las personas aprenden en los museos
- Las técnicas de inteligencia artificial serán usadas para crear sistemas tutorales inteligentes que puedan diagnosticar defectos en lo que las personas entienden y ayudarles a ver los procesos de razonamiento implicados en la resolución de problemas.
- La realidad virtual o artificial se convertirá en una técnica de exhibición aplaudida por los museos; sobretodo para crear programas de simulación en temas ambientales, sociales, etc.
- También la realidad virtual llevará muchas exhibiciones a las casas a través de las computadoras.

Clasificación de los Museos. Desde hace aproximadamente veinte años, ha habido un crecimiento significativo de los museos alrededor del mundo, no solamente han aumentado el número de ellos, también los tipos de museos. Hoy día, existen museos comunitarios, ecomuseos, museos interactivos, museos de descubrimiento y reflexión, museos de niños, centros de la naturaleza, centros de ciencia y tecnología (museos del futuro) (Glaser y Zenetou, 1996).

Cabe aclarar que la ICOM⁸ utiliza un sistema de clasificación de tipos de museos que se definen de acuerdo a la naturaleza de sus colecciones (a sus contenidos), agrupándolos de la siguiente forma:

- a) Museos de Arte
- b) Museos de Historia Natural
- c) Museos de Etnografía y Folklore
- d) Museos Históricos
- e) Museos de las Ciencias y de las Técnicas
- f) Museos de Ciencias Sociales y Servicios Sociales
- g) Museos de Comercio y Comunicaciones
- h) Museos de Agricultura y de los productos del suelo

Los Museos también se pueden clasificar de acuerdo a su metodología. Los museos muy tradicionalistas se caracterizan porque el visitante no puede tocar sino

⁸ ICOM significa en español Consejo Internacional de Museos.

solamente ver y escuchar lo que le ofrecen, mientras que en los museos interactivos el visitante tiene un papel importante debido a su papel activo; sus disposiciones cognitivas y afectivas definirán la estrategia de su visita (Archundia, López y Zavala, 1997).

Los Museos de ciencias. Este tipo de Museos en su inicio se abrieron para resguardar colecciones y piezas de valor científico, histórico o artístico, con el fin de que las personas los admiraran y estudiaran. En estos lugares no se permite tocar, solamente observar a una distancia prudente. Cuando este tipo de museos se abrieron no estaban dentro de sus prioridades ningún fin educativo ni tampoco atraer a visitantes (Archundia, López y Zavala, 1997).

Posteriormente, los museos de ciencias modificaron en gran medida sus contenidos, objetivos, métodos y filosofía, con la finalidad de atraer a personas que los visitaran. De esta forma, aparecieron objetos de alta tecnología, como aparatos, videos y computadoras que invitaban a la interacción. El *Exploratorium* en San Francisco, E.U.A. y el *Ontario Science* en Toronto, Canadá, fueron los museos pioneros con esta nueva perspectiva. Su éxito fue enorme por lo que a partir de su aparición surgieron gran cantidad de museos de este tipo alrededor del mundo; convirtiéndose la educación en su principal finalidad (Archundia, López y Zavala, 1997).

Museos de ciencia: espacios privilegiados para la divulgación. Los Museos de ciencia son uno de los diversos medios de difusión de la ciencia que existen actualmente; sin embargo, ofrecen algunas ventajas sobre otros medios como los escritos o los audiovisuales. Generalmente, son multimedia porque reúnen tanto herramientas escritas, visuales, auditivas y un conjunto de equipamientos interactivos (dispositivos y equipos) que las personas pueden tocar y manipular (Pastor, *op.cit*).

Otras ventajas que ofrecen los Museos de ciencia sobre otros medios de divulgación son las siguientes: son lugares donde se acude en grupo y se propicia el aprendizaje colectivo; son un lugar en donde no existen prejuicios hacia la ciencia tales como "yo no lo voy a entender"; se recibe a un gran número de visitantes de distintas edades y formación educativa; ofrecen la ciencia de forma atractiva, incluso divertida, lo que genera motivación y entusiasmo; finalmente, son lugares en donde los visitantes pueden experimentar (García, *op.cit*).

Los Museos interactivos. Los primeros museos interactivos se caracterizaron por mostrar colecciones de arte, de objetos científicos o de objetos naturales. Su carácter era esencialmente contemplativo, lo visitantes podían ver pero no tocar. Actualmente, esta situación ha cambiado, los centros interactivos invitan a los visitantes a ver, tocar y a echar andar los otros sentidos (olfato y gusto) (Archundia, López y Zavala, 1997).

La característica principal de los Museos interactivos es que las personas quienes visitan este tipo de Museos son agentes activos y no meros contempladores de aquello que se encuentra dentro de estos recintos. Esto se debe a que la mayoría de los equipos y dispositivos que se encuentran dentro de este tipo de Museos pueden ser tocados y manipulados por las personas, algunos otros se utilizan para demostraciones y una pequeña parte de ellos forman colecciones (piezas históricas), razón por la que estos últimos objetos no se permiten tocarlos. Además, en estos lugares se ofrecen a los visitantes diversas actividades como visitas guiadas a grupos con distintas características, demostraciones, conferencias, charlas, videos, obras teatrales, talleres, entre otros (Pastor, 1992).

Por otro lado, en un Museo Interactivo se concibe al aprendizaje no como un proceso pasivo en el que el anfitrión de este recinto transmite información y otro (el

visitante) la recibe. El enfoque constructivista⁹ modifica radicalmente esta noción porque concibe al aprendizaje como un proceso en el que la persona que aprende posee un papel activo durante la construcción del conocimiento. El papel activo del individuo cognoscente se ha entendido erróneamente al confundirse su acción cognoscitiva con la acción motriz, lo que ha implicado que se considere la interacción del sujeto con el objeto de conocimiento como una interacción que se realiza al manipular materialmente un objeto (García, *op.cit.*).

Los Museos de Ciencia interactivos. Los museos de ciencia interactivos surgieron con la finalidad de buscar otros métodos de enseñanza de las ciencias, en donde el aprendizaje se gestara sin que el visitante se lo propusiera, a través de juegos y actividades que implicaran una participación activa por parte de las personas (Archundia, López y Zavala, 1997).

Este tipo de museos poseen gran potencial didáctico debido a que son espacios en donde se puede aprender sobre temas científicos con la posibilidad de que cada individuo construya su conocimiento a partir de la interacción con el medio natural, social y cultural, en el que se encuentra inmerso. Cada una de las experiencias que un individuo vive y los estímulos que recibe contribuyen, en mayor o menor grado, a dicho proceso. Por lo tanto, un museo interactivo es un espacio en donde se reciben estímulos variados a través de cada uno de nuestros sentidos, ofreciendo oportunidades para vivir experiencias nuevas, lo que puede contribuir en forma importante al proceso de construcción del conocimiento (Archundia, López y Zavala, 1997).

El museo interactivo de ciencia permite a los visitantes acercarse a la ciencia de una manera distinta debido a que ofrece la oportunidad de ver, y en ocasiones sentir, fenómenos, efectos, estructuras y sensaciones. La oportunidad de interactuar directamente con los objetos genera, en los visitantes, la capacidad de asombro, lo que puede funcionar como disparador de la curiosidad que se requiere para dar inicio a un nuevo proceso de construcción de conocimiento (tratando de entender y asimilar la nueva información y buscando relacionarla para interpretarla) (Archundia, López y Zavala, 1997).

Museos y Centros de Ciencia y Tecnología en México. En México existen diversos Museos y Centros de Ciencia y tecnología los cuales se localizan en diferentes estados de la República. Destacan el *Descubre* en Aguascalientes; el *Museo del Rehilete* en Pachuca, Hidalgo; el *Explora* que se encuentra en León, Guanajuato; El *Centro Cultural Alfa* que se localiza en Nuevo León; el *Centro de Ciencias de Sinaloa*; El *Museo de Ciencia y Tecnología del Estado de Veracruz*; *La Burbuja*, *Museo del niño* que se encuentra en Sonora; la *Casa de la Ciencia* que se localiza en Ensenada, B.C.; el *Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad*, el *Museo del Papalote* y el *Museo Universum* localizados en la Cd. De México (García,*op.cit.*). Todos los Museos antes mencionados se encuentran registrados actualmente en la Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología (AMMCYT) (García, 1998).

El Museo Universum. El Museo Universum es un Museo de Ciencias interactivo. Ambos conceptos (museo de ciencias y museo interactivo fueron descritos en los dos apartados anteriores). El Museo Universum fue fundado el 12 de diciembre de 1992. El objetivo para el que fue fundado dicho Museo, de acuerdo con Flores (1993; Revista México Moderno. No. 2, año 1993) es que las personas que asistieran tendrían la oportunidad de acercarse al conocimiento científico en forma activa, con la posibilidad de interactuar con los diversos equipamientos que fueron especialmente diseñados para

⁹ Esta perspectiva se explica en el capítulo cuatro.

comprender la ciencia, enterarse de los avances científicos y sus aplicaciones (Flores, 1993).

En palabras del Dr. Flores (1993), el Museo Universum: “Es un espacio vital que por sus características espaciales representa una vía óptima para la creación de un ambiente propicio en el que se descubran y desenvuelvan vocaciones científicas”. Además, sirve como una fuente confiable de información sistemática y actualizada que apoya diversas necesidades de investigación en todos los niveles. Por otro lado, en este Museo se persigue entrelazar tres elementos del conocimiento científico: docencia, investigación y difusión de la ciencia, incluyendo su relación con el ámbito cultural” (Flores, 1993; Revista UNAM HOY, año 2, No.4, Enero-Febrero de 1993).

Flores (1993) sugiere que quedará rezagado el país que no tenga tecnología propia: “El desarrollo científico de nuestro país es 10 veces menor al de otros países”. Este nuevo centro viene a significar uno de los grandes esfuerzos de la UNAM para instrumentar medios adecuados que fortalezcan a nuestra ciencia y permitan atraer niños y jóvenes hacia el conocimiento científico” (Flores, 1993; *El Financiero*, 13 de Enero).

El Dr. Flores (1993) propone que se pueden aprender ciencias de muy diversas formas: “Hay en el centro equipamientos que aparentemente son juegos pero que tienen cierta carga de información que permite a los niños aprender jugando, hasta aquellos en que se pueden hacer experimentos, incluso en el ámbito de doctorado”: “Este es uno de los 10 museos más grandes del mundo. Es un museo original, no se copió del extranjero. Los equipamientos se inventaron aquí y responden a todas las necesidades del conocimiento científico. Debemos impulsar la ciencia, despertar vocaciones y éste es un punto clave para la orientación vocacional. Muchos jóvenes no saben que la ciencia es divertida, interesante, porque en sus años de formación no se les ha informado adecuadamente”. También comentó que “si podemos despertar la vocación en los jóvenes y en los niños, podremos multiplicar rápidamente el número de científicos que requeriremos para el progreso económico y social de nuestro país” (Flores, 1993; *El Financiero*, 13 de Enero).

De acuerdo con el Dr. Flores (1993; *El Excélsior*, 4 de Febrero) El Museo de Ciencias Universum es un espacio que fue concebido de manera interdisciplinaria, se conjugan ciencias sociales, exactas y naturales. Al principio estuvo conformado por 15 salas y un planetario que abarca todas las áreas del conocimiento científico: Estructura de la materia, Energía, Universo, Nuestro Planeta, Ecología, Diversidad Biológica, Matemáticas, El lenguaje de la Naturaleza, Biología Humana y Salud, Comportamiento animal y Sociedad, Agricultura y alimentación, Infraestructura de una Nación, Las ciencias y la Gran Ciudad. Actualmente, el Museo cuenta con 12 salas de exhibición en donde el visitante puede interactuar con 325 equipamientos dispuestos en 23 metros cuadrados.

Para el Dr. Jorge Flores Valdés¹⁰: “El público podrá acercarse al conocimiento científico de manera activa, mediante múltiples equipamientos especialmente diseñados para comprender la ciencia y sus conceptos; enterarse de los avances científicos y maravillarse con sus implicaciones” (Flores, 1993; *El Excélsior*, 4 de Febrero). En el Museo Universum los niños y jóvenes pueden operar equipos que les muestran, clara y rápidamente, cómo ocurren los fenómenos en la naturaleza, así como el significado de los conceptos fundamentales de las distintas disciplinas científicas. Es decir, estará en

¹⁰ Primer Director del Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia (CUCC), hoy llamada Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC). El Museo de Ciencias Universum está adscrito a esta Dependencia de la UNAM.

condiciones de advertir que esos conceptos, aprendidos a veces sólo teóricamente, tienen una expresión real en el mundo en que habitan” (Flores, 1993; *El Excelsior*, 4 de Febrero).

Para la conceptualización del Museo participaron representantes de 25 profesiones distintas. Participaron científicos y comunicadores, entre los que hubo físicos, biólogos, químicos, médicos, ingenieros, científicos sociales, arquitectos, museógrafos, diseñadores, escritores, pedagogos, fotógrafos y expertos en radio, televisión, música y sonido. Los científicos que participaron son universitarios que han contribuido al desarrollo de su materia en México, por lo que se les considera expertos en cada ramo, y además son personas interesadas en la divulgación de la ciencia. Ellos establecieron los lineamientos académicos y de contenido de las salas (Flores, 1993; *El Excelsior*, 4 de Febrero).

En una entrevista realizada al Dr. Flores, un tiempo después de abrirse el museo propone lo siguiente: “A un mes de haberse inaugurado el Museo de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México y a pesar del reciente periodo vacacional, un total de 20 mil personas han visitado sus instalaciones, aseguró el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia” (Flores, 1993; *El Financiero*, 13 de Enero). También se destacó que la sala de Diversidad Biológica es el termómetro de asistencia al Museo porque es una de las áreas que más ha despertado el interés en los visitantes de todos los niveles culturales.

Servicios educativos del Museo Universum. Actualmente el Museo Universum ofrece distintos servicios educativos, entre los que destacan:

- a) Las visitas guiadas a grupos escolares y grupos especiales (académicos, discapacitados, etc.);
- b) Visita libre,
- c) Exposiciones temporales,
- d) Proyecciones de videos con temas científicos,
- e) Proyecciones de películas,
- f) Conferencias,
- g) Demostraciones,
- h) Cursos de Astronomía básica, de química, biología dirigidos a profesores
- i) Cursos – talleres de diversos temas de divulgación científica,
- j) Mesas redondas,
- k) Obras teatrales,
- l) Charlas de media hora sobre temas de ciencia y tecnología,
- m) Hojas didácticas y guías para maestros que desean realizar visitas libres,
- n) **Talleres de ciencia** para diversas edades
- o) Actividades diversas para niños pequeños que ofrece la Biblioteca Manuel Sandoval Vallarta como son: la hora del cuento y talleres de internet para niños.

Los medios de divulgación científica dentro del Museo Universum. Actualmente, existen distintas herramientas de difusión de la ciencia dentro del Museo Universum que son:

- a) Medios audiovisuales;

- b) Medios escritos como la Revista ¿Cómo Ves?; el Boletín "el muégano divulgador" y trípticos;
- c) Medios auditivos como las cápsulas de 5 minutos que se emiten en Radio UNAM;
- d) Otros medios como exhibiciones fijas, exposiciones temporales, teatro científico, demostraciones y **talleres de ciencia**.

Particularmente, el propio Museo y los talleres de ciencia son herramientas de divulgación de la ciencia que combina diversos medios y en los que se despliegan los diferentes sentidos de las personas (visual, auditivo, táctil).

Divulgación y enseñanza en el Museo Universum. En el Museo Universum, actualmente, no existe un consenso sobre la relación entre la divulgación y la enseñanza ni lo que implica esto para dicho Museo. Existen, principalmente, dos posiciones entre quienes se dedican a la difusión de la ciencia. La primera propone que la divulgación y la educación son campos que están relacionados pero son cosas distintas y la otra postura sugiere que la difusión es un modo de enseñanza no formal (García, *op.cit.*).

La primera posición sostiene que tanto la divulgación como la enseñanza se relacionan porque ambas se encuentran en el campo de la comunicación científica pero ambas se diferencian por tres elementos: la distinción entre aprendizaje y comprensión, los objetivos y la evaluación (García, *op.cit.*). La divulgación requiere comprensión mientras que la enseñanza exige aprendizaje (Bonfil, 1992); por otro lado, el objetivo de la divulgación es hacer que el público se interese por la ciencia y el de la educación científica es el aprendizaje de conceptos y la formación de científicos y técnicos que realicen labores de investigación y aplicaciones de la ciencia (Bonfil, 1995; Trigueros, 1995); finalmente, la evaluación en la divulgación debe estar dirigida a la calidad del producto y la evaluación de la enseñanza hacia los aprendizajes de las personas (Trigueros, *op.cit.*).

El segundo enfoque sostiene que la difusión es un modo de enseñanza y que puede ser un complemento de la educación formal (Tonda, 1995). Los argumentos que presentan son cuatro. En primer lugar, la accesibilidad a los medios masivos de comunicación es mucho mayor que la escuela formal. En segundo lugar, la vertiginosa velocidad del desarrollo científico y tecnológico hace imposible que los programas educativos se mantengan al día. En tercer lugar, la escuela posee serias deficiencias que la divulgación podría subsanar (Estrada, 1992; Tonda, 1992). Finalmente, las escuelas y los profesores apoyan sus clases en los museos, por lo que este medio de divulgación responde a dicha demanda.

Ninguna de estas dos posturas fundamenta con claridad la relación entre divulgación y enseñanza (García, *op.cit.*); sin embargo, es necesario presentar esta discusión porque hoy día en el Museo Universum todavía no existe un consenso sobre el papel de la educación dentro de él. Esto ha traído como consecuencia que la mayoría de los servicios educativos que ofrece el Museo no se han evaluado concienzudamente, debido a que se han confundido los conceptos de aprendizaje y memorización, aprendizaje y comprensión; se desconocen los procesos psicológicos implicados en el aprendizaje; no existe claridad en la distinción entre los términos enseñanza y educación, lo que ha traído como consecuencia que discuta llanamente sobre estos temas, guiándose solamente por "yo creo", "yo pienso", "yo siento" o cualquier tipo de opinión (García; *op.cit.*).

Esta discusión sobre la enseñanza y la divulgación ha tenido repercusiones sobre las actividades que se realizan en el Museo Universum, particularmente sobre los talleres de ciencia. No se ha reconocido que en ellos sucede un proceso educativo y que como toda situación educativa necesita planearse, diseñarse, aplicarse y evaluarse con el fin de promover mejoras a dicha actividad (Sarramona, *op.cit.*; Diamnostone, 1989). Tampoco se ha reconocido que es una actividad educativa no formal que necesita ser organizada, sistematizada, que posee una metodología particular y unos objetivos y que se planea y se diseña para grupos con características particulares, lo que elevaría su efectividad (Sarramona, *op.cit.*).

2.2 La divulgación de la ciencia

Robles y Nuñez (1991; citado en García, *op.cit.*) consideran que la divulgación tiene por objetivo la formación de una cultura científica, es decir, hacer accesible el conocimiento científico al público no especializado. Por su parte Estrada (1992) propone que “al divulgar un tema científico no se busca que el público lo domine como el especialista lo hace, sino que adquiera una idea de lo que se trata sin mucho riesgo de deformar el conocimiento científico” (*op.cit.*):70).

Por otro lado, el concepto de divulgación de la ciencia posee diversas acepciones; algunas de las formas como se le ha llamado son vulgarización, o popularización de la ciencia. El primero de ellos es usual en la literatura norteamericana y el segundo de ellos en la literatura francesa (García, *op.cit.*).

Algunos autores utilizan indistintamente divulgación y difusión¹¹, mientras que otros hacen una clara distinción entre ambos (García, *op.cit.*). De acuerdo con Estrada (*op.cit.*) “... cuando se trata de la propagación de conocimiento entre especialistas, se emplea la palabra difusión... cuando se trata de presentar la ciencia al público general, se emplea la palabra divulgación... tanto la difusión como la divulgación son actividades de comunicación” (1992:69).

La divulgación científica en México. La divulgación de la ciencia es una actividad que surgió en México, relativamente, hace pocos años. En 1939, cuando se crea la Facultad de Ciencias de la UNAM, un grupo de investigadores y profesores de dicha Facultad, impulsados principalmente por Luis Estrada, comienzan a tener un papel primordial en la labor de difusión científica en el país. Hacia 1971 se crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), que junto con la Secretaría de Educación Pública, la Academia de la Investigación Científica A.C. y las instituciones de educación superior públicas comienzan a promover la aparición de programas de difusión de la ciencia en los estados de la República.

A partir de la década de los ochenta se comenzaron a crear varias sociedades dedicadas a la difusión de la ciencia. En 1985 se crea la Asociación Mexicana de Recursos Audiovisuales en Ciencia (AMRAC) y en 1986 la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICYT). Recientemente, se creó la Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología (AMMCYT). Dentro de la Universidad Nacional Autónoma de México, se fundó el 17 de abril de 1980 el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia (CUCC) y posteriormente el 6 de

¹¹ En el presente trabajo no consideraremos esta discusión, por lo que utilizaremos ambos términos indistintamente, aclarando que nos referiremos por divulgación a la labor que hace accesible el conocimiento científico al público no especializado.

octubre de 1997 se sustituye el CUCC por la actual Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC) (García, *op.cit.*; Bonfil, 2000a).

Generalmente, quienes realizan la divulgación de la ciencia, en México y principalmente en la UNAM, son investigadores de distintas disciplinas o bien profesionistas con formación científica. Los periodistas que escriben artículos sobre ciencia generalmente lo hacen en colaboración con algún investigador especialista en el tema a tratar (García, *op.cit.*).

Hoy día, en México, no existe un consenso general sobre cuáles son los objetivos de la divulgación, sin embargo, si existen algunos puntos de encuentro que son importantes mencionar. Gran parte de los divulgadores (Estrada, 1992; Zamarrón, 1995; Bonfil, 1995 y 2000; Burgos, 1991 y Robles y Nuñez, 1991, citado en García, *op.cit.*) plantean que la divulgación científica existe porque es necesario crear una cultura científica entre quienes no participan en el *quehacer científico*; en palabras de Burgos (*op.cit.*): “Idealmente, la divulgación de la ciencia debe constituir para el público la posibilidad de adquirir una cultura científica” y Estrada (*op.cit.*) propone que “la cultura... es la obra humana total y la ciencia (se considera) como el producto del esfuerzo humano por entender al Universo...por ello, la ciencia es una parte de la cultura” (*op.cit.*:49).

Otros acuerdos que existen entre los difusores de la ciencia los sintetiza Bonfil (2000) de la siguiente forma: la divulgación científica es “una forma de difusión cultural...que busca poner la ciencia al alcance del público; fomentar una cultura científica...a través de la apreciación de la ciencia”; también es “una forma de compartir el gozo y el asombro que causa la ciencia...”; es “una actividad que consiste fundamentalmente en explicar y contextualizar el conocimiento científico para hacerlo accesible al público general..” (Bonfil; 2000b:73).

Finalmente, el tercer punto en el que coinciden los divulgadores es sobre las características que debe presentar una buena difusión de la ciencia; Estrada (*op.cit.*) los sintetiza de la siguiente manera: “la primera es la claridad del mensaje a divulgar y la fidelidad al conocimiento que con tal mensaje se transmite..., la segunda...es mostrar al público cómo se elabora el conocimiento científico...mediante un procedimiento particular conocido como método científico. Es necesario que la ciencia se presente como un proceso de construcción permanente y que el público sepa como se realiza...la tercera, es dar lo necesario para que el público pueda integrar el conocimiento científico a la cultura...se busca presentar (a la ciencia) en un amplio contexto ya que no es una actividad separada de otros esfuerzos humanos”(García, *op.cit.*; Bonfil, *op.cit.*)

Conclusiones del capítulo:

Actualmente, se reconoce que los museos no sólo permiten preservar el patrimonio cultural, también poseen un valor educativo debido a que se ha encontrado que en ellos las personas pueden aprender y construir sus propios conocimientos a partir de las experiencias que estos lugares ofrecen a sus visitantes. Dicha situación es mucho más evidente en los Museos interactivos. El Museo Universum, es un Museo de Ciencia interactivo debido a que no sólo se exhiben objetos, también se permite a las personas interactuar con los equipos y aparatos que se encuentran en él, ofreciendo experiencias multisensoriales con la que los visitantes pueden acceder a diversos temas científicos de una manera sencilla, lúdica e interesante.

CAPÍTULO 3

LA EDUCACIÓN NO FORMAL

En el capítulo anterior se explicó que los Museos desempeñan una importante función educativa dentro de las sociedades humanas. En el presente capítulo expondremos algunos principios teóricos y conceptuales de la Educación No Formal con el fin de comprender que los Museos y algunas de las actividades que se desarrollan en ellos pueden fundamentarse desde el marco teórico de la Educación No Formal. Se exponen los antecedentes históricos, los ámbitos en los que se desarrolla, las características del método en la Educación No Formal y sus implicaciones para los talleres de ciencia.

3.1 Antecedentes históricos

Hacia finales de los años sesenta se produce una “crisis mundial de la educación” (Coombs, 1968; citado en Sarramona, *op.cit.*:9) que se origina debido a que los sistemas tradicionales de educación ya no estaban en disposición de satisfacer adecuadamente la demanda social de la educación, es decir, ya no podría servir como único recurso para atender las expectativas sociales de formación y aprendizaje aún cuando este aparato escolar se expandiera o creciera en cantidad y capacidad. Así se comienza a cuestionar de manera global a la institución escolar tradicional minimizando la confianza que se había depositado en ella como panacea educativa (y social). Aunque la escuela hoy día ocupa todavía un lugar privilegiado dentro de la educación, ya no constituye un monopolio. Entre las argumentaciones que se realizan, y que nos concierne más concretamente, es la necesidad de crear, simultáneamente a la escuela, otros medios y entornos educativos, que no son estrictamente opuestos o alternativos a la escuela, sino complementarios, a los que se les llamó “no formales”. Es así como se empiezan a proponer los conceptos de educación formal, no formal e informal para designar distintas categorías pedagógicas. Todavía se encuentran delimitados de esa forma esos tres campos educativos: el formal, el informal y el no formal.

Coombs y colaboradores (1974; citado en Sarramona, *op.cit.*:12) proponen que la *educación formal* comprendería “el sistema educativo altamente institucionalizado, cronológicamente graduado y jerárquicamente estructurado que se extiende desde los primeros años de la escuela primaria hasta los últimos años de la universidad”. *Educación no formal* llamaban a “toda actividad organizada, sistemática, educativa realizada fuera del marco del sistema oficial, para facilitar determinadas clases de aprendizaje a subgrupos particulares de la población, tanto adultos como niños.” Y la *educación informal* la describen como “un proceso que dura toda la vida y en el que las personas adquieren y acumulan conocimientos, habilidades, actitudes y modos de discernimiento mediante las experiencias diarias y su relación con el medio ambiente”. En resumen, los criterios que separan a estos tres ámbitos es: la metodología, el procedimiento educativo, el agente o la institución o el marco que en cada caso origina o sitúa el proceso de educarse.

Una vez establecida la distinción, a nivel general, entre educación formal, no formal y la informal se expondrán algunas similitudes y diferencias entre la educación formal y la no formal con el fin de aclarar mayormente sus campos de acción.

Ambas, la educación formal y la no formal son procesos educativos diferenciados, específicos, intencionales y sistemáticos, que poseen objetivos explícitos de aprendizaje o formación. Existen, sin embargo distinciones entre ellas, que esencialmente están enmarcadas en dos criterios: el metodológico y el estructural. Dentro del *criterio metodológico* se sostiene que lo formal, la escuela constituye una forma colectiva y presencial de enseñanza y aprendizaje, se encuentra definido un espacio propio (la escuela como lugar), hay tiempos prefijados de actuación (horarios, calendario lectivo...), existe un profesor y un alumno (separación de roles), hay una preselección y ordenación de los contenidos (planes de estudio, curriculum, etc.), hay una descontextualización del aprendizaje (los contenidos se enseñan y aprenden fuera de los ámbitos naturales en donde se producen y aplican) (Trilla, 1985; citado en Sarramona, *op.cit.*).

La educación no formal no cumple con algunas de las anteriores determinaciones. El *criterio estructural* sugiere que la distinción entre la educación formal y la no formal no se debe exactamente a su carácter escolar o no escolar, sino a que forma parte o no del sistema educativo reglado. La educación formal es la estructura educativa graduada y jerarquizada que proporciona títulos académicos y la educación no formal se sitúa dentro de los procesos educativos no escolares o los que se encuentran al margen del sistema de enseñanza reglada. Así, la distinción entre ambas es de tipo administrativo, legal. Lo formal es lo que definen en cada país y en cada momento las leyes y otras disposiciones administrativas, mientras que lo no formal es lo que queda al margen de la organización del sistema educativo graduado y jerarquizado. Es decir, los conceptos de educación formal y no formal son relativos histórica y políticamente: lo que antes era no formal puede pasar después a ser formal, así como, lo que en un país puede ser formal en otro puede ser no formal.

Por otro lado, Sarramona (*op.cit* : 92) propone que los programas de educación no formal poseen una intencionalidad explícitamente educativa, una planificación previa, con expectativas de lograr metas y objetivos que no pertenecen a los currícula escolares de los diversos niveles del sistema educativo.

3.2 Ámbitos de la educación no formal

La Educación No Formal aún posee una gran variedad de instituciones, programas y medios, por lo que han surgido diversas clasificaciones de acuerdo a distintos criterios. Sarramona (*op.cit*) propone tres criterios de acuerdo a:

1. Los contenidos y funciones de mayor frecuencia en la educación no formal
2. Los destinatarios en función de su edad
3. Los medios no formales dirigidos a determinados grupos de población con características particulares

1. El primero de ellos atiende a los diversos *contenidos y funciones* que con mayor frecuencia toma la Educación No Formal, así se distinguen entre medios, instituciones o programas orientados hacia:

- a) Funciones relacionadas con la educación formal, ya sean de sustitución, suplencia, *refuerzo*, compensación, etc. Por ejemplo: las ofertas de actividades y recursos diseñados para la escuela pero procedentes de instancias ajenas al sistema formal, hasta programas no formales de alfabetización de adultos.

- b) Funciones relacionadas con el trabajo: formación ocupacional, programas de reinserción laboral o de reconversión profesional, cursos de reciclaje y perfeccionamiento profesional, programas híbridos de educación recurrente, formación sindical, programas no formales de orientación profesional, cursos sobre higiene en el trabajo, etc., etc.
- c) Funciones relacionadas con el ocio y la formación cultural desinteresada: Actividades de educación artística (como talleres de artes plásticas, cursos de teatro para aficionados...), de formación física o deportiva (escuelas de Karate, cursos de alpinismo...), de formación intelectual (ciclos de conferencias, universidades de verano...) y también lo que encierra la pedagogía del ocio (ludotecas, clubs juveniles...) y una buena parte de animación sociocultural.
- d) Funciones relacionadas con otros aspectos de la vida cotidiana y social: Programas de educación sanitaria, formación de padres, cursos para la formación de militantes y cuadros de partidos políticos, formación de voluntariado, cursos de economía doméstica, programas no formales para la formación del consumidor.

De acuerdo con este criterio, algunos de los Programas de Divulgación Científica del Museo Universum pueden estar dirigidos a *reforzar* el currículum de la educación formal. De la misma forma, se puede crear un programa de talleres de ciencia que posea como objetivo reforzar los programas y planes oficiales.

Por otro lado, el Museo Universum al poseer como meta la creación de una "cultura científica" cumple con la función relacionada con la *formación cultural desinteresada*.

2. El segundo criterio se refiere a los *destinatarios* en función de su edad, los que pueden ser infantes, jóvenes, adultos, de la tercera edad o de diversas edades.

De acuerdo con este criterio, el Museo Universum se dirige a personas de todas las edades. Cabe aclarar que aunque el Museo fue diseñado y dirigido para jóvenes que cursan el bachillerato, hoy día los servicios educativos y las actividades que se realizan dentro de este espacio están dirigidas a personas de todas las edades.

Los talleres de ciencia, de igual forma, es una actividad que está dirigida a personas de todas las edades.

3. El tercer criterio se refiere a aquellos *medios no formales dirigidos* a determinados *grupos* de población con *características* físicas, psicológicas o sociales *particulares*:

- a) Población en general
- b) Grupos con especiales características físicas, psíquicas o sociales.

Particularmente, el Museo Universum se dirige a la población general, pero, también atiende a grupos con características especiales (discapacitados).

La característica principal de numerosos medios no formales es que son creados muy específicamente para atender a subgrupos muy particulares de la población.

3.3 Estrategias Metodológicas de la Educación No Formal

En la Educación No Formal, al igual que en todo proceso educativo, el Método es esencial para que se logre la comunicación educativa, es decir, para que se lleve a cabo

una conjunción adecuada entre el emisor, el receptor, el contenido, los medios y el ambiente (contexto).

El método son las acciones previamente pensadas, sugeridas, en función de situaciones estructuradas o de contextos espontáneamente definidos, generadoras de práctica educativa.

Concluyendo, "la estrategia metodológica es un sistema lógico, coordinador y ensamblador de las diversas acciones encaminadas a propiciar la relación o la comunicación educativa, de acuerdo con los propósitos de nuestro propio planteamiento pedagógico" (Sarramona, *op.cit* :52).

Los elementos que intervienen durante la comunicación educativa son:

- a) *El emisor*: que puede utilizar distintos procedimientos o instrumentalizaciones que plasman el mensaje en el alumno.
- b) *Los medios*: que se adecuan a las características de los educandos: individualización, pequeños grupos, grupo medio, gran grupo o auditorio, público o muchedumbre.
- c) *Utilización de aptitudes cognitivas*: El método se plantea a partir de la utilización de procesos mentales determinados cuando en individuo se encuentra en el proceso formativo o de aprendizaje.
- d) *Los mensajes*: los contenidos y objetivos de los mensajes pueden ser de tipo formativo o bien informativo.
- e) *Los ambientes*: Son los contextos en los que se llevan a cabo los procesos educativos

Con lo expuesto anteriormente podemos decir entonces que el método es el sistema de elementos e intervenciones convenientemente relacionadas que buscan siempre una meta o un logro. Así el método permite la realización de la acción educativa; permite la adecuada conjunción de modos, medios y procedimientos, consecuencias y utilización de aptitudes cognitivas. Añadiremos que al aplicar el método es posible desarrollarlo y mejorarlo a través de instrumentalizaciones de tipo tecnológico, ya sea reproduciendo procesos o creándolos.

De acuerdo con Sarramona (*op.cit*) el método es la "operativización del proyecto educativo – formativo" y las calidades del método en Educación No Formal son las siguientes:

1. Debe coordinar adecuadamente las cinco variables del proceso educativo – comunicativo (emisor, receptor, medios, contenidos y contexto), es decir, debe ser adaptable.
2. Debe proporcionar gratificación a los receptores, manifestada en una actitud motivadora.
3. Debe posibilitar la generalización (lo que se transmite debe integrarse a los conocimientos del sujeto)
4. Debe ser económica y técnicamente adecuado.

3.4 La Educación No Formal y los condicionamientos metodológicos

Trilla (1986; citado en Saramona, *op.cit*.:23) define la Educación No Formal como "El conjunto de procesos, medios e instituciones específicas y diferencialmente diseñadas en función de explícitos objetivos de formación o instrucción, que no están directamente dirigidos a la provisión de los grados propios del sistema educativo reglado" .

La diferencia esencial entre Educación Formal y No Formal es la pertenencia o no al sistema oficial de educación patrocinado por los gobiernos de distintos países. La Educación No Formal es diseñada (intencional), no forma parte del sistema educativo (jurídicamente hablando), no hay aulas, horarios, ni la presencia de un docente, no siempre es el mismo contexto espacio-temporal. Los receptores pueden ser: una clase de alumnos paralela a las clases del sistema educativo formal o bien ser una población indiscriminada y difícilmente indefinible en cuanto a edad, sexo, condición social y cultura, motivación, actitudes, etc.

En la Educación No Formal los contenidos y los medios no son típicamente escolares. Suple una serie de contenidos que la escuela no transmite o no lo hace en la medida de lo que propone. En Educación No Formal el método y los contenidos están determinados por los espacios o características espaciales. Los espacios educativos determinan las características de los emisores, receptores, medios, contenidos, los procedimientos metodológicos.

3.5 Metodología y ámbito de la Educación No Formal

Para algunos autores (Trilla, *op.cit* ; citado en Sarramona, *op.cit*) la Educación No Formal ha surgido en los países subdesarrollados debido a las demandantes necesidades educativas y de formación para la población. En los países desarrollados las experiencias educativas no formales se han desarrollado con base en factores económicos.

Al realizar estudios sobre las áreas en las que se enfoca la Educación No Formal y de las metodologías utilizadas en cada una de ellas, Trilla (*op.cit*) encuentra 5 ámbitos:

- a) Educación rural (normalmente en situaciones características de países no desarrollados o en vías de desarrollo);
- b) Educación urbana (vinculada generalmente a las sociedades desarrolladas y avanzadas);
- c) Educación laboral (instancias públicas, empresas privadas, formativas o empresas productivas);
- d) Educación del tiempo libre (o del ocio) y
- e) Educación de adultos, que incluye tanto a instituciones públicas como privadas.

De igual forma, los métodos de la educación no formal se clasifican de acuerdo a su función de la siguiente forma:

1. En función del *ámbito orgánico* (por tanto geográfico – espacial o dimensional) en donde se aplican: a) Métodos propios de la educación rural; b) Métodos propios de la educación urbana. c) Métodos propios de la educación a través de los medios de comunicación de masas debido a que los mass media crean un espacio de carácter físico - técnico que a su vez, y debido a sus cualidades, incide sobre los otros espacios reseñados.

2. En función del *ámbito supraorgánico* (o áreas funcionales o teleológicas) en donde se aplican:

- a) Métodos a través de los cuales se propician planes y programas de educación compensatoria, tales como los que son propios de la educación de adultos, o de los centros cívicos, o de las acciones sobre la tercera edad, etc.

- b) Métodos propios de la educación para el ocio o del tiempo libre o actividades propias de clubs juveniles, ludotecas, campamentos, colonias, etc.
- c) Métodos a través de los cuales se posibilita una función recuperadora, tales como pueden ser los utilizados en la reinserción de niños y jóvenes, o de drogadictos, así como las actividades que se desarrollan en la educación en medio abierto, o en la educación de calle, etc.
- d) Métodos propios de los programas de apoyo a la actividad escolar, tales como los utilizados en museos, bibliotecas, granjas escuela, o los organizados por los departamentos educativos municipales, o cualquier otra institución con la funcionalidad o fin mencionado.
- e) Métodos utilizados con funcionalidad orientadora y/o difusora, a través de campañas genéricas de la educación pública o de públicos muy determinados, tales como las campañas sanitarias, de educación sexual, de educación cívica, de educación ambiental, etc.
- f) Métodos con finalidad educativo – asistencial, bien sea en hospitales o en instituciones propias, en hogares de resocialización, etc.
- g) Métodos con funcionalidad dinamizadora, tanto sobre las escuelas como sobre la sociedad en general, a partir de instancias de diversa índole, que pueden además, tener otros objetivos educativos no formales, tal como pueda ser el caso de empresas, fundaciones, o departamentos municipales de educación, entre otros tantos.

3. En función del *espacio mixto* (orgánico y supraorgánico a la vez), o de la tipología institucional, tal como pueden ser los propios de: 1. Instituciones estatales, regionales, municipales, etc. de carácter político – administrativo. 2. Instituciones sociales de diversa índole: sanitarias, culturales, empresariales, etc. 3. Instituciones religiosas. 4. Instituciones cívicas: asociaciones de vecinos. 5. Instituciones altruistas: fundaciones de beneficencia, etc.

Finalmente, los espacios o ámbitos pedagógicos novedosos en educación no formal son los siguientes:

- a) Mass media (espacio físico – técnico que incide sobre otros espacios)
- b) Clubs juveniles, ludotecas, campamentos, colonias (tiempo libre, recreación, ocio)
- c) Centros cívicos, centros para adultos, para la tercera edad (educación compensatoria).
- d) Reinserción de niños y jóvenes drogadictos que pueden ser educación en un medio abierto (parque, módulos deportivos...) o educación en la calle (Función recuperadora).
- e) *Museos*, bibliotecas, granjas-escuela, actividades organizadas por departamentos educativos municipales (Apoyo a la actividad escolar)
- f) Campañas de educación pública: campañas sanitarias, de educación sexual, de educación cívica, de educación ambiental (función orientadora y/o difusora)
- g) Hospitales, clínicas, hogares de resocialización (finalidad educativo – asistencial)
- h) Fundaciones, empresas, departamentos municipales de educación u otras instituciones con objetivos educativos no formales que tengan una función dinamizadora sobre escuelas y la sociedad en general.
- i) Instituciones estatales, regionales, municipales o de carácter político – administrativo.

- j) Instituciones sociales: culturales, sanitarias, empresariales...
- k) Instituciones religiosas
- l) Instituciones cívicas: asociaciones de vecinos
- m) Instituciones altruistas: fundaciones de beneficencia, etc.

3.6 Algunas implicaciones metodológicas para los talleres desde el marco teórico de la educación no formal

Uno de los aspectos principales en la metodología de la educación no formal es el establecimiento de la comunicación adecuada entre el emisor y el receptor; esto resulta particularmente relevante para los talleres porque es esencial establecer un proceso comunicativo eficiente entre talleristas y participantes (Sánchez, et.al, 2000).

Desde la perspectiva metodológica de la educación no formal, el contexto o ambiente en donde se desarrolla el proceso formativo es el elemento que determina a los otros elementos que intervienen en la comunicación educativa (medios, mensajes, el emisor y el receptor). Sin embargo, en los talleres de ciencia, como en cualquier contexto no formal, el ambiente no es tan definido como en las aulas escolares. Esta característica hace que los planificadores y diseñadores de talleres, así como el tallerista, no puedan controlar completamente todas las variables, sobretodo las que están relacionadas directamente con los participantes (actitudes, reacciones, movimientos, sus intereses, motivaciones), por lo que se requiere prever situaciones fuera de lo común (Sánchez, et.al, *op.cit.*).

Al no existir un total control en las variables de los ambientes no formales, el método también pierde rigurosidad, se vuelve laxo. Esta peculiaridad hace que en educación no formal se considere metodología a una gran variedad de actividades que se realizan entre los talleristas y participantes (medios, procedimientos, formas y modos de intervención). Por lo tanto, el espacio es el factor que determina la metodología a desarrollar en la educación no formal. Esto se refleja en los talleres de ciencia porque las acciones metodológicas son distintas para espacios abiertos que para espacios cerrados y aún estas dos modalidades se diversifican y cada una de ellas posee una gran variedad de elementos que las caracterizan (Sánchez, et.al; *op.cit.*).

A pesar de la falta de rigurosidad que plantean los espacios no escolares, la educación no formal plantea, entre sus exigencias metodológicas, el conocimiento del ámbito en donde se desarrollará la acción educativa, en los siguientes aspectos:

- La situación institucional desde la que se plantea el programa (objetivos, tradición, recursos, organización, entre otros)
- La disponibilidad espacial o ambiental del escenario
- La realidad sociocultural del grupo o comunidad sobre la que se intervendrá

Lo anterior resulta particularmente relevante para los talleres porque la acción educativa que se pretenda realizar está determinada por las características del contexto. Por lo tanto, diseñar, implementar y evaluar un taller depende del lugar en el que se desarrolle el taller: dentro del Museo, en espacios al aire libre, lugares en donde transita mucha gente, entre otros. Cada uno de estos lugares plantea estrategias y métodos distintos.

Conclusiones del capítulo:

Los Museos, particularmente los Museos de Ciencia, son contextos educativos no formales porque las actividades que se realizan en ellos no están regladas por el sistema oficial de educación; no existen profesores, alumnos o aulas de clases. No obstante, los programas educativos enmarcados en la educación no formal siguen una metodología propia en donde se requiere una planificación, implementación y evaluación. Esto nos lleva a plantear que algunas de las actividades que se realizan en el Museo Universum, como los talleres de ciencia, pueden poseer un carácter no formal cuando estas actividades se planifiquen, se lleven a la práctica y se evalúen. Cuando los talleres y otras actividades que se realicen dentro de los Museos, particularmente dentro del Museo Universum, no lleven este proceso pueden considerarse actividades educativas informales.

Por otro lado, los Museos de Ciencia y los talleres pueden ser ámbitos pedagógicos novedosos que pueden ser utilizados por las escuelas para apoyar sus actividades académicas, realizando una función de *refuerzo* a la escuela formal, o bien, pueden tener una *función cultural desinteresada*. Además, los talleres pueden dirigirse a diversos *destinatarios* o grupos de personas con características distintas, siempre y cuando se planifiquen, diseñen y evalúen para cada grupo en particular; es decir, se lleve a cabo una metodología que permita hacer un seguimiento de dichas actividades.

CAPÍTULO 4

LAS TEORÍAS DEL APRENDIZAJE QUE FUNDAMENTAN LA MODALIDAD DE TALLERES

Las teorías del aprendizaje que proporcionan elementos teóricos y conceptuales para la modalidad de los talleres de ciencia que se imparten dentro del Museo Universum se encuentran en la perspectiva constructivista. Este enfoque, de acuerdo con algunos autores (Carretero, *op.cit.*; Díaz Barriga y Hernández, 1997) se enriquece de cuatro tendencias dentro de la investigación psicológica y educativa: la teoría psicogenética de Piaget, la perspectiva sociocultural de Vigotski, la actual Psicología cognitiva y la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel¹².

Para este trabajo tomaremos como base, principalmente, la perspectiva sociocultural y la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel.

Es importante aclarar que de la psicología genética piagetana retomaremos la propuesta de que son importantes los procesos de autoestructuración del conocimiento, en donde el sujeto es quien conduce un conjunto de procesos de reestructuración y reconstrucción que le permiten pasar de estados de menor a mayor conocimiento. Sin embargo, desde el punto de vista pedagógico, el enfoque piagetano considera este proceso en un plano fundamentalmente personal e interno, prestando escasa atención a los contenidos y a la interacción social (Díaz Barriga y Hernández, *op.cit.*).

La perspectiva sociocultural coloca al contexto sociocultural y a los procesos de interacción social como elementos generadores del conocimiento, destaca la importancia que para el aprendizaje posee la actividad y el contexto, reconociendo que el aprendizaje escolar es en gran medida un proceso de enculturación, donde los alumnos pasan a formar parte de una comunidad o cultura de practicantes. Desde este enfoque el proceso de enseñanza debería orientarse a enculturar a los estudiantes a través de prácticas auténticas (cotidianas, significativas, relevantes en su cultura) (Rogoff, *op.cit.*; Díaz Barriga y Hernández, *op.cit.*)

Idealmente, no debería ser el proceso de enseñanza, un proceso en donde se promueva la adquisición de un conocimiento individual sino compartido; tampoco se debería enseñar a través de prácticas artificiales, descontextualizadas y poco significativas (Rogoff, *op.cit.*; Wertsch, 1988; Edwards y Mercer, 1988; Mercer, 1997)

La propuesta de Rogoff (*op.cit.*), de Wertsch (*op.cit.*), Edwards y Mercer (1988) y en Mercer (1997) es esencial para los talleres de ciencia porque los procesos de enseñanza y aprendizaje de esta actividad se desarrollan dentro un contexto sociocultural y educativo particular. Es necesario que en los talleres se fomente la construcción del conocimiento compartido y procesos de enseñanza con prácticas significativas y contextualizadas.

De la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel consideraremos su idea sobre la importancia de promover aprendizajes significativos. Los aprendizajes significativos requieren de un conocimiento previo para que puedan ser enlazados con el nuevo material de aprendizaje. Por otro lado, este nuevo contenido debe estar organizado con una secuencia y una lógica y debe presentarse en un lenguaje accesible al aprendiz para generar en él suficiente motivación o disposición para aprender. Todos estos elementos, de acuerdo con Novak (1997) son esenciales para un aprendizaje significativo. Esta propuesta teórica es vital para el proceso de enseñanza (no formal) si se desea promover aprendizajes significativos en los tres tipos de conocimientos o contenidos de

¹² Algunos autores colocan la teoría del aprendizaje asimilativo de Ausubel David dentro del paradigma Cognitivo Actual (Hernández Rojas, 1999)

aprendizajes característicos de la enseñanza de la ciencia constructivista (declarativo, procedimental y actitudinal). Estos tres tipos de conocimientos se pueden generar en la modalidad de talleres de ciencia.

4.1 Constructivismo

El constructivismo se nutre de las contribuciones de diversas posturas teóricas dentro de la psicología. La teoría del desarrollo evolutivo de Jean Piaget, la psicología sociocultural vigotskiana, la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel y la actual psicología cognitiva (Carretero, *ibid*; Díaz Barriga y Hernández, *op.cit.*).

La idea primordial de la perspectiva constructivista es que el conocimiento no es nunca una copia de la realidad que representa, debido a que la construcción del conocimiento ocurre gracias a que el sujeto posee un papel activo en la relación que establece con su ambiente. El individuo (en su componente afectivo, cognitivo y social) no es un producto del ambiente o de sus estados internos sino de una construcción propia que es resultado de la interacción entre ambos factores. Por otro lado, el proceso de enseñanza y aprendizaje está enfocado no a generar procesos de repetición y acumulación de conocimientos sino a transformar la mente de quien aprende. La persona tiene un papel activo y es responsable de su aprendizaje, por lo que reestructura, construye y reconstruye, en un nivel personal, las experiencias y nuevos conocimientos. (Díaz Barriga y Hernández, *op.cit.*; Carretero, *op.cit.*; Gómez-Granell y Coll, 1994; Pozo, *ibid*; Pozo y Gómez Crespo, *op.cit.*; Moreno Armerlia y Waldegg, 1998; Novak, 1988; Driver, 1988).

A pesar de que los autores de estos enfoques se sitúan en encuadres teóricos diferentes y abordan el problema de la construcción del conocimiento de forma distinta, comparten el principio de la actividad constructiva del individuo en la génesis del comportamiento y de los aprendizajes (Carretero, *op.cit.*; Díaz Barriga y Hernández, *op.cit.*).

De acuerdo con Carretero (*op.cit.*) este 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 aprendizaje realice al respecto.

En síntesis, Carretero (*op.cit.*) propone que el constructivismo concibe al ser humano bajo los siguientes principios:

- Parte del nivel de desarrollo del alumno
- Asegura la construcción de aprendizajes significativos
- Favorece la autonomía cognitiva para asegurar que los alumnos realicen aprendizajes significativos por sí solos.
- Procura que los alumnos modifiquen sus esquemas de conocimiento
- Establece relaciones entre el nuevo conocimiento y el preexistente

4.2 La perspectiva sociocultural

Algunos conceptos fundamentales de la propuesta teórica de Vigotsky

Vigotsky, al igual que sus discípulos rusos (Leontiev y Luria, entre otros) se esforzaron por construir de una manera creativa y elaborada una teoría psicológica que tomando las ideas marxistas como base esencial que fuera capaz de explicar a cabalidad el desarrollo de la conducta humana.

Es posible afirmar la originalidad de la teoría de Vigotsky se encuentra en su propuesta de que la conciencia, y por tanto los procesos superiores del pensamiento, debe ser el objeto de estudio de la psicología.

En opinión de Wertsch (1995: 32) los tres temas que constituyen el núcleo de la estructura teórica de Vigotsky son: 1) Su propuesta del método genético evolutivo como herramienta teórico – metodológica; 2) La tesis de que los procesos psicológicos superiores tienen su origen en procesos sociales y 3) El supuesto de que los procesos mentales pueden entenderse a partir de la comprensión de los instrumentos y signos que actúan de medidores.

Expondremos de manera breve los conceptos y principios inmersos en el núcleo de la estructura teórica de Lev S. Vigotsky. Los *procesos psicológicos superiores* pueden abordarse desde la perspectiva de la psicología genética, su origen se encuentra en la vida social, es decir, en la participación del sujeto en actividades compartidas con otros sujetos sociales. Son específicos de los humanos y se constituyen en la vida social. Los procesos psicológicos superiores primeramente son interpsicológicos y después intrapsicológicos; para lograr esta transición son necesarios los instrumentos de mediación. Esto último se refleja en el planteamiento de la *ley genética del desarrollo cultural* en la que Vigotsky propone que las funciones psicológicas superiores aparecen en dos planos distintos en el desarrollo cultural del niño: primero entre individuos (dimensión interpsicológica) y luego dentro del niño (dimensión intrapsicológica). Se vuelven intrapsicológicos cuando se regulan conscientemente por el individuo (autorregulados); con el tiempo pueden volverse automatizados. Los procesos psicológicos superiores pueden ser rudimentarios o avanzados. El lenguaje oral es un ejemplo del primero y se adquiere a través de la vida social universal de la especie humana. Entre los segundos encontramos la lengua escrita, el pensamiento conceptual y científico (desarrollados durante la escolarización), en los que se utilizan instrumentos de mediación y se logra la autorregulación.

Otra propuesta de Vigotsky es que el origen de las funciones psicológicas puede ser: natural o cultural. Cuando son de origen natural son procesos que pueden ser regulados por mecanismos biológicos (se comparten con otras especies superiores), tal como sucede con la memoria, la actividad senso – perceptiva, la motivación. Los procesos psicológicos culturales son esenciales para el ser humano, debido a que propician el desarrollo de los procesos psicológicos superiores, específicamente humanos e histórico – sociales. Ambos procesos actúan en la formación de la personalidad, constituyen un solo proceso sociobiológico.

Un concepto relacionado con la transición interpsicológica a intrapsicológica de los procesos psicológicos superiores es la *internalización*, que es un proceso social mediado semióticamente y es clave para entender la aparición del funcionamiento psicológico o interno. En este sentido, la interiorización debe interpretarse como creadora de conciencia y no como la recepción en la conciencia de contenidos externos o sociales. Los procesos de internalización están relacionados con la conformación de los procesos psicológicos

superiores, con el desarrollo cognitivo, con el desarrollo de la personalidad, de los afectos y de la voluntad.

Un aspecto teórico esencial relacionado con la ley genética del desarrollo cultural es la hipótesis de Vigotsky (1934) sobre el desarrollo cognitivo: "la verdadera dirección del desarrollo del pensamiento no va del individual al socializado, sino del social al individual" (1934:43). De esto se desprende que la *interacción social* es un elemento vital en el desarrollo cognitivo del individuo.

Para Vigotsky el *proceso de aprendizaje* es central en su concepción del hombre, se debe a que le otorgó enorme importancia al medio sociohistórico en el funcionamiento psicológico y la interacción social en la construcción del conocimiento en el ser humano. El aprendizaje consiste en la internalización progresiva de los instrumentos mediadores: todo proceso psicológico superior va de lo externo a lo interno, de las interacciones sociales a las acciones internas, psicológicas. El desarrollo del niño y la implícita consolidación de las funciones psicológicas están "precedidos" por el aprendizaje. Al situar la relación entre aprendizaje y desarrollo en el contexto de la internalización de los sistemas de mediación, comprendemos la tesis de Vigotsky (1988: 139): "...el aprendizaje organizado se convierte en desarrollo mental y pone en marcha una serie de procesos evolutivos que no podrían darse nunca al margen del aprendizaje".

El aprendizaje es "un aspecto necesario y universal del proceso del desarrollo de las funciones psicológicas culturalmente organizadas y específicamente humanas" (Vigotsky, *op.cit.*:101). El curso del desarrollo no está determinado por los procesos de maduración biológica, sino es el aprendizaje lo que permite el despertar de los procesos internos del desarrollo, sin perder de vista que el individuo se encuentra en contacto o interacción con un medio social-cultural. Es decir, son vitales las relaciones interpersonales o la interacción del sujeto con el mundo en el desarrollo de las funciones psicológicas superiores. Para Vigotsky tanto el *aprendizaje* como el *desarrollo* interactúan estrechamente desde que el niño nace, la relación entre ambos se desarrolla dentro de un contexto cultural.

La noción de *aprendizaje* (en ruso: *obuchenie*) que utiliza Vygotsky está relacionado cercanamente con el "proceso de enseñanza – aprendizaje", por lo que le otorgó importancia tanto al que aprende como al que enseña y la relación entre ambos. El concepto original de este autor no se refiere solamente al aprendizaje o a la enseñanza, es un proceso global de relación interpersonal entre el enseñante y el aprendiz. Cabe aclarar que "el que enseña" no siempre debe ser una persona que se encuentre en presencia física; los objetos, la organización del ambiente y de los significados, la lengua, las situaciones también pueden ser vehículos de enseñanza. Esto significa que aunque en la relación del individuo con el medio los procesos de aprendizaje tienen lugar en forma constante, cuando en éste existe la intervención intencional o explícita de otra persona, enseñanza y aprendizaje comienzan a formar parte de un todo único, indisoluble, que toma en cuenta al que enseña, al que aprende y la relación entre ambos elementos.

Vigotsky afirma que *el lenguaje* posee un origen social y comunicativo, su aparición es anterior a la del pensamiento; esto no significa que el pensamiento esté determinado por el lenguaje, solamente que el lenguaje es una herramienta del pensamiento, que ayuda a planear la resolución de problemas, apoya en la regulación de la conducta. En este sentido, el lenguaje es un medio de comunicación, de expresión, de comprensión. Para que el lenguaje se desarrolle es necesaria la creación de signos artificiales, a lo que se conoce como significación, que es una particularidad de la especie

humana. Los signos se utilizan para fines sociales y son fuente de actividad interpsicológica e intrapsicológica.

Distingue tres tipos de lenguaje: el social, el egocéntrico y el interior. El lenguaje egocéntrico es una forma de transición entre el lenguaje externo e interno. El lenguaje interno y el egocéntrico infantil son para sí mismos y tiende a la abreviación, mientras que el lenguaje social es comunicativo e interpersonal. Vygotsky concibe a la palabra como un fenómeno verbal e intelectual, por lo que forma parte del pensamiento.

De acuerdo con este mismo autor, el *desarrollo de los conceptos* se produce en tres momentos: el sincrético que se caracteriza por compilaciones no organizadas y con criterios subjetivos; el complejo, que consiste en la agrupación de objetos concretos y produce pseudoconceptos y el conceptual que es lógico y abstracto debido a que se unen y generalizan objetos aislados y jerarquizados. El lenguaje escrito requiere de un trabajo intelectual más elaborado. El interlocutor está ausente por lo que debe ser explícito y la diferenciación sintáctica es máxima.

La *zona de desarrollo próximo o de desarrollo potencial* (ZDP) se define como “la distancia entre el nivel real del desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro más capaz” (Vygotsky; *op.cit.*: 133). De esta forma, la Zona de Desarrollo Próximo es la capacidad de resolver con autonomía un problema y la capacidad potencial de resolución con la ayuda de otro más capaz. El propósito consiste en orientar al infante hacia el logro de adquirir aprendizajes con independencia.

Vygotsky propone que el nivel de desarrollo alcanzado no es un punto estable, sino un amplio y flexible intervalo. “El desarrollo potencial del niño abarca un área desde su capacidad de actividad independiente hasta su capacidad de actividad limitativa o guiada” (Vygotsky, 1973:57; citado en Gimeno y Pérez, 1994:50). La comprensión de este principio es, precisamente, el eje de la relación dialéctica entre aprendizaje y desarrollo. Éste lleva una dinámica perfectamente influida, dentro de unos límites, por las intervenciones precisas del aprendizaje guiado intencionalmente. Lo que el niño o la niña puede hacer hoy con ayuda, favorece o facilita que lo haga sólo mañana. En palabras de Vygotsky (*op.cit.* :57; citado en Gimeno y Pérez, *op.cit.*: 50): “El aprendizaje engendra un área de desarrollo potencial, estimula y activa procesos internos en el marco de las interrelaciones, que se convierten en adquisiciones internas”.

El *juego* para Vygotsky, con su carácter social, desarrolla la capacidad de imaginar, de planificar, de representar roles y situaciones cotidianas. La relación que existe entre el juego y la ZDP, en opinión de este autor, es estrecha. Propone que las ZDP se crean a través del juego, donde el niño participa activamente, respeta reglas, está motivado para realizarlo y es una forma de socializar.

Algunas Implicaciones teóricas de la perspectiva sociocultural

Vygotsky propone que el nivel de desarrollo alcanzado no es un punto estable, sino un amplio y flexible intervalo. “El desarrollo potencial del niño abarca un área desde su capacidad de actividad independiente hasta su capacidad de actividad limitativa o guiada” (Vygotsky, *op.cit.*: 57; citado en Gimeno y Pérez G., *op.cit.*:50). La comprensión de este principio: *área de desarrollo potencial o zona de desarrollo próximo*, pues es precisamente el eje de la relación dialéctica entre aprendizaje y desarrollo. Éste lleva una dinámica perfectamente influida, dentro de unos límites, por las intervenciones precisas del aprendizaje guiado intencionalmente. Lo que la niña/o puede hacer hoy con ayuda,

favorece y facilita que lo haga sólo mañana. “El aprendizaje engendra un área de desarrollo potencial, estimula y activa procesos internos en el marco de las interrelaciones, que se convierten en adquisiciones internas” (Vigotsky, 1973: 57; citado en Gimeno y Pérez, *op.cit.*: 50).

Al contrario que Piaget, Vigotsky afirma que el desarrollo sigue al aprendizaje, puesto que éste es quien crea el área de desarrollo potencial. Esta concepción dialéctica del aprendizaje y del desarrollo produce la divergencia respecto a la teoría genética de Piaget y, en particular, su oposición a la concepción etapista del desarrollo. Para la psicología dialéctica la concepción piagetana de los estadios es más bien una descripción que una explicación del desarrollo. Es una formulación basada en las manifestaciones aparentes y relativamente estables del desarrollo. Para la explicación de la evolución del individuo no importa demasiado si éste ha pasado por la etapa simbólica y se encuentra ya en la etapa preoperacional. Lo verdaderamente definitivo es cómo cada individuo atravesó dichas etapas, que construyó en ellas, que actividades realizó, etc. “Los estadios no dependen directamente de la edad sino del contenido concreto que el niño aprende a dominar” (Rubinstein, 1967: 193; citado en Gimeno y Pérez, *op.cit.*: 50). Esto significa que los niños/as no sólo se diferencian en el ritmo de su desarrollo. Por debajo de la aparente similitud que concede la permanencia en una misma etapa del desarrollo, la diferenciación individual consiste en la orientación concreta que éste toma.

Sin embargo, es necesario indicar que, para la psicología soviética, no son tanto la actividad y la coordinación de las acciones que realiza el individuo las responsables de la formación de las estructuras formales de la mente, cuanto la *apropiación del bagaje cultural* producto de la evolución histórica de la humanidad que se transmite en la relación educativa. Las conquistas históricas de la humanidad que se comunican de generación en generación no sólo implican contenidos, conocimientos de la realidad espacio temporal o cultural, también suponen formas, estrategias, modelos de conocimiento, de investigación, de relación..., que el individuo capta, comprende, asimila y practica. Por ello, la psicología soviética resalta el valor de la *instrucción*, de la *transmisión educativa*, de la *actividad tutorizada*, más que de la actividad experimental del niño/a por sí solo.

De manera coherente con el planteamiento anterior, la escuela soviética concede una importancia fundamental al desarrollo del lenguaje, puesto que la palabra es *el instrumento más rico para transmitir la experiencia histórica de la humanidad*. Bogoyalensky (1973; citado en Gimeno y Pérez, *op.cit.*: 51) afirma que existe una dependencia del desarrollo fisiológico respecto del psicológico, sobretodo cuando el niño/a por medio de la palabra comienza a asimilar la experiencia histórica del género humano. El lenguaje, pues, es el instrumento prioritario de transmisión social. Luria afirma, por su parte, que a través del lenguaje, de la generalización verbal, la niña o el niño se apropia de un nuevo factor de desarrollo, la adquisición de la experiencia humana social... El lenguaje es asimilado en la comunicación que se desarrolla con los adultos y pronto se transforma establemente de medio de generalización, en instrumento de pensamiento y en instrumento para regular el comportamiento (Luria, *op.cit.*; citado en Gimeno y Pérez, *op.cit.*: 51).

Para la psicología soviética, además, y como consecuencia de su carácter constructivista, la actividad del individuo es el motor fundamental del desarrollo (Galperin, Leontiev, 1973; citado en Gimeno y Pérez, *op.cit.*: 51). No obstante, la actividad no se concibe única ni principalmente como el intercambio aislado del individuo con su

medio físico, sino como la participación en procesos, generalmente grupales, de búsqueda cooperativa, de intercambio de ideas y representaciones y de ayuda en el aprendizaje, en la adquisición de la riqueza cultural de la humanidad.

Por otro lado, tampoco la experiencia física que el individuo realiza puede ser considerada, dentro de esta perspectiva, como una experiencia neutra, carente de significado social. Al contrario, la escuela soviética considera que toda la experiencia tiene lugar en un mundo humanizado, con caracteres que sustentan una real intencionalidad sociohistórica que subyace a las manifestaciones y ordenaciones de los elementos con que la niña o el niño ingenuamente experimenta. Dentro de este mundo objetivo mediatizado, condicionado y humanizado por el hombre se inicia el desarrollo mental psíquico de infante (Leontiev, *op.cit.*; citado en Gimeno y Pérez, *op.cit.*: 51). Cuando éste se pone en contacto con objetos materiales no sólo conecta con colores, formas, espacios, volúmenes, pesos y demás características físicas de los objetos e instrumentos, sino que se pone en contacto también con la intencionalidad social que subyace a su construcción, así como la funcionalidad social con la que se utiliza dicho objeto o artefacto en los procesos de uso o intercambio.

Si la niña o el niño en sus intercambios espontáneos con el medio físico o psicosocial se pone en contacto con el sentido de los objetos, artefactos, instituciones, costumbres y todo tipo de producciones sociales, es razonable que la escuela, de forma sistemática cuide la adquisición más depurada y organizada del sustrato de ideas, significados e intencionalidades que configuran la estructura social y material de la comunidad donde se desarrolla la vida del futuro ciudadano.

Algunas implicaciones educativas del marco teórico de Vigotsky

De acuerdo con Castorina, et. al (1996), las implicaciones educativas de la *relación entre desarrollo y aprendizaje* se pueden englobar en tres temas. El primero se refiere a que el desarrollo psicológico debe ser concebido de manera *prospectiva*, es decir, que se vea más allá de los momentos actuales, pero situando una referencia de lo que está por suceder en la trayectoria del individuo. Un claro ejemplo de esto es el concepto de zona de desarrollo proximal. Una de estas implicaciones educativas es que el concepto de zona de desarrollo próximo (ZDP) es que el estado del desarrollo mental del niño puede determinarse únicamente si se lleva a cabo una clasificación de sus dos niveles: del nivel real del desarrollo y de la zona de desarrollo próximo. Este concepto marca que es necesario estudiar esa zona de desarrollo próximo, es decir, la distancia que el niño debe recorrer entre lo que ya sabe y lo que puede hacer si el medio le proporciona los recursos necesarios. Pero se debe considerar las anotaciones de Vigotsky acerca de que los recursos vienen dados por un proceso de interacción social, a través de un compañero o de un adulto, que favorecen la internalización de funciones psicológicas o intelectuales nuevas, o bien, la reestructuración de otras ya existentes.

El segundo de ellos se refiere a que es fundamental para la educación el postulado de que los procesos de aprendizaje ponen en marcha los procesos del desarrollo. La trayectoria del desarrollo humano se produce "de afuera hacia adentro", por medio de la internalización de procesos interpsicológicos. La importancia para la enseñanza escolar es que si el aprendizaje impulsa el desarrollo, la escuela (agentes social que transmite sistemas organizados de conocimiento y modos de funcionamiento intelectual a quienes asisten a la escuela, desempeña un papel primordial en la promoción

del desarrollo psicológico de los individuos que viven en sociedades cultas (alfabetizadas).

La tercera idea esencial de Vigotsky es el valor de la intervención de los otros miembros del grupo social como mediadores entre la cultura y el individuo para promover los procesos interpsicológicos que posteriormente serán internalizados.

4.3 Contribuciones de otros autores a la perspectiva sociocultural

Jerome Bruner

Uno de las aportaciones más importantes de Bruner (1985) a la perspectiva sociocultural es el concepto de *andamiaje*, el que surgió debido a que planteó que era necesario explicar como ocurre la transición en la zona de desarrollo próximo de lo social, la cultura, las habilidades, a un plano interno, en donde se internalizan estos procesos gracias a la ayuda de adultos más expertos. Es por ello que Bruner consideró necesario tomar en cuenta tres elementos:

1. El *apoyo* e instrumentos que permiten que el niño vaya de su nivel de desarrollo actual a otro de mayor conciencia,
2. La especificación de los *procesos* que hacen receptivo al niño a la transición en el aprendizaje y
3. Los *procedimientos* que los compañeros más competentes utilizan en la transformación con el fin de facilitar el camino para el aprendizaje. El proceso de andamiaje para este autor es un proceso de apoyo por parte del adulto en el aprendizaje de un niño que ocurre a través del habla y de la acción.

El concepto de andamiaje es particularmente importante en los talleres de ciencia para la enseñanza – aprendizaje de los contenidos procedimentales conceptuales y actitudinales.

La propuesta de Bruner acerca de que el *lenguaje* no es un conjunto de oraciones y de significados sino un medio de relacionarse con otros humanos, en un mundo social, con ciertas intenciones. Para nosotros es esencial entender al lenguaje de esta forma dentro del proceso de enseñanza – aprendizaje que se desarrolla en las aulas del sistema escolar. De esta propuesta se desprende que la cultura es una construcción y una manipulación del mundo social. Para este autor, la cultura no es un conjunto interiorizado de reglas a partir de las que cada miembro de la cultura infiere lo que debe hacer en situaciones específicas.

El conocimiento implícito de un individuo se explica cuando éste “negocia” transacciones en ciertos contextos. En palabras del mismo Bruner (1985; citado en Linaza, 1986): “El conocimiento explícito de la cultura se crea y se desarrolla únicamente a medida que negociamos”. “Los significados negociados” también se pueden transformar cuando el contexto cambia. Para este autor, el lenguaje es el principal instrumento para la negociación. Se utiliza para moderar la interacción entre el hablante y el oyente en un contexto. Bruner propone que el lenguaje nunca es neutral sino que impone un punto de vista, una perspectiva, una postura sobre el mundo al que se refiere y sobre el empleo de la mente respecto a este mundo. Esto se debe a que los encuentros que establecemos con el mundo no se realizan de manera directa (el mundo es simbólico) sino que negociamos los significados de forma coherente con los otros o dentro de los límites del mundo simbólico que cada uno ha adquirido a través del lenguaje. El lugar

donde yace el significado de conceptos sociales no es en el mundo o en la mente de las personas, sino en la negociación interpersonal. Es por ello que la cultura está en constante proceso de negociación, está en constante proceso de creación y recreación, de acuerdo a la interpretación y renegociación de sus miembros. La cultura es un "foro" para negociar y renegociar significados y explicar la acción, es un conjunto de reglas de acción. Algunos ejemplos son la narración de cuentos, el teatro, las formas de ciencia, etc. De esta forma, las personas poseen un papel activo, no son espectadores amaestrados que llevan a cabo papeles estereotipados de acuerdo a una regla y a una clave específica.

De acuerdo con Bruner el conocimiento (material de la educación) se convierte en parte de la "elaboración de la cultura", porque es seleccionado, sufre una transformación imaginativa, se reflexiona sobre él. En el proceso educativo el niño es parte del proceso negociador, en el que se crean e interpretan los hechos; el niño se hace un agente de elaboración del conocimiento y también un receptor de su transmisión. El niño debe apropiarse del conocimiento dentro de "una comunidad" que comparte su sentido de pertenecer a una cultura. No sólo es importante el descubrimiento y la invención, también negociar y compartir. En suma, el lenguaje de la educación es una invitación a la reflexión y a la creación de la cultura, no debe ser un lenguaje incontaminado de hechos y objetividad. Debe expresar una postura y fomentar contrapropuestas, dando lugar a la reflexión y a la metacognición.

Bruner propone que si no se realiza una intervención reflexiva sobre el conocimiento, el niño no podrá controlar y seleccionar el conocimiento que necesite. El niño debe desarrollar un sentido del yo que esté basado en su capacidad para adentrarse en el campo del conocimiento para sus propios usos, y si es capaz de compartir y negociar los resultados de esta acción llegará a ser "un creador de cultura". El proceso de intercambio y negociación, de creación de cultura, es una característica frecuente en rutinas y procedimientos del aula, la persona trabaja individualmente, pero también comparte con una colectividad y necesita de los apoyos del profesor para pasar de un nivel de desarrollo potencial a un nivel de desarrollo superior.

De igual forma, el aula es un contexto particular dentro de una comunidad cultural en el que se sucede este proceso de negociación de significados entre profesor y alumnos y entre alumnos. La ciencia es parte de la cultura por lo que la construcción del conocimiento científico que se desarrolla dentro de un contexto escolar implica la negociación de significados a través del lenguaje. El profesor debe cuidar no imponer su punto de vista durante el proceso educativo sino debe utilizar un lenguaje que le permita al niño usar su pensamiento, reflexionar y elaborar conocimientos durante ese proceso de negociación con el fin de que el mismo sea "un creador de la cultura" y no un simple espectador de ella. Se debe dar a entender que la ciencia es producto del esfuerzo humano conjunto y no una construcción individual. De esta forma ellos mismos pueden ser creadores del conocimiento científico y por lo tanto de la cultura.

Otra de las propuestas que realiza Bruner que son importantes para el proyecto, es lo que sugiere acerca del *juego*. Para este autor es una actividad libre, a través de él el niño explora su mundo, es un medio de invención y creación, es una forma de idealizar situaciones de la vida, también, es una proyección de su mundo interior. Respecto a esto último, el autor sugiere que el juego se contrapone al aprendizaje porque durante el proceso de aprendizaje el niño se transforma y se adapta a la estructura del mundo externo y durante el juego la transformación está dirigida por los deseos internos del niño.

Bruner sugiere que los adultos generalmente recurren al juego para dos fines. El primero es para instruir a los niños en valores culturales y como medio para mejorar la inteligencia. Podemos promover valores de competitividad o de igualdad a través del juego; es por ello, que Bruner afirma que el juego es una forma de socialización que prepara al niño para adoptar ciertos roles en la sociedad adulta. Advierte que a pesar de que el juego es un medio de socialización no debe perder su carácter libre y espontáneo. El juego se utiliza como medio para mejorar la inteligencia porque con él se empuja o se fuerza a los niños a adquirir ciertas conductas “adecuadas” en un momento dado; sin embargo, advierte que es necesario que se le permita al niño ser libre además de cuidar que el medio sea rico en objetos materiales y con adecuados modelos culturales para “imitarlos”. Agrega además que el juego es una forma de utilizar la mente; que nos permite combinar el pensamiento, el lenguaje y la fantasía. En el juego existen momentos de soledad, pero también momentos de negociación, de intercambios de ideas, de significados, siendo la negociación la esencia del juego y del pensamiento.

De acuerdo con este mismo autor, la presencia de un adulto produce concentración prolongada y una rica elaboración del juego. El adulto no debe ser alguien que dirija la actividad del niño, sino alguien que se encuentre cerca de él, que le asegure un ambiente estable, que le brinde seguridad e información en el momento oportuno. Se debe establecer una sintonía entre el adulto y el niño.

Las secuencias más largas, más ricas, más elaboradas del juego se producen con materiales que tienen una estructura “instrumental”, es decir, actividades y materiales que le permiten al niño poder “construir algo”.

También propone que el mejoramiento constante del material y una atmósfera adecuada durante el juego fomentan y mejoran la concentración en los niños y la riqueza del juego.

4.4 Teoría del Aprendizaje significativo de Ausubel

Uno de los aspectos que más le preocuparon a David Ausubel respecto a la enseñanza era el énfasis que se hacía en el aprendizaje por repetición, sin vincular los nuevos conocimientos con los que ya posee el alumno, ya que esto era (y es) causa del desinterés por el estudio. Hace una crítica fuerte a los que consideran a los contenidos conceptuales como un fin en si mismo, debido a que descuidan el aspecto formativo. Señala la importancia de considerar distintos factores que intervienen en el aprendizaje como son el desarrollo de la personalidad, las condiciones sociales y el desenvolvimiento intelectual de los alumnos. También propone no descuidar el aspecto individual y grupal del aprendizaje. Ausubel se dio cuenta de que en las escuelas predominaba el aprendizaje “memorístico”, el que caracterizaba como los conocimientos que el alumno adquiere a través de la repetición y de asociaciones arbitrarias, ante esta situación propuso que cuando se establecen relaciones entre los nuevos conceptos y los ya existentes en el alumno se intenta dar un sentido a ese nuevo conocimiento; a esto le denominó Aprendizaje Significativo. Sin embargo, esta nueva información se incorpora de forma sustantiva y no arbitraria a la estructura cognitiva del alumno. Existe una intencionalidad de relacionar los nuevos conocimientos con los de nivel superior más inclusivos o ya existentes en la estructura cognitiva de la persona. Destaca además, la necesidad de establecer una relación afectiva que propicie la disposición hacia el aprendizaje. La forma de incorporar aprendizajes a la estructura cognitiva del alumno debe ser por descubrimiento, es decir, que la adquisición de conocimientos sea deseada por los alumnos.

El profesor que oriente el aprendizaje de sus alumnos desde esta perspectiva debe de considerar al diseñar sus estrategias de aprendizaje que los contenidos tengan una estructura lógica y la mejor manera de presentarla, que tengan significatividad psicológica, es decir, que el alumno tenga en su estructura cognitiva ideas inclusoras con las cuales pueda relacionar el nuevo material.

Para Ausubel la significatividad la concibe en términos de conceptos lógicos, y no como una significatividad afectiva.

Ausubel (1983; citado en Gimeno y Pérez, *op.cit.*: 45) sugiere que la relación entre la información nueva y la ya existente debe ser: "No Arbitraria y de Significados Globales".

Además propone que el material didáctico que se utiliza cumpla con las siguientes especificaciones:

- Sea potencialmente significativo (tome en cuenta los conocimientos previos del alumno)
- Que el nivel de dificultad sea acorde a los conocimientos que el alumno posee
- Que tenga estructura lógica
- Que incluya conceptos esenciales

Condiciones que permiten el logro del aprendizaje significativo

Para que se considere que el aprendizaje es significativo es necesario que se reúnan las siguientes condiciones: la nueva información debe relacionarse de modo *no arbitrario y sustancial* con lo que el alumno ya sabe, dependiendo también de la disposición (motivación y actitud) de éste por aprender, así como de la *naturaleza* de los materiales o contenidos de aprendizaje. Cuando se habla de que debe existir *relacionabilidad no arbitraria*, significa que si el material o contenido de aprendizaje en sí no es azaroso ni arbitrario y tiene la suficiente intencionalidad, habrá una manera de relacionarlo con las clases de ideas pertinentes que los seres humanos son capaces de aprender. Respecto al criterio de la *relacionabilidad sustancial* (no al pie de la letra), significa que el material no es arbitrario, un mismo concepto o proposición puede expresarse de manera sinónima y seguir transmitiendo exactamente el mismo significado. Es necesario aclarar que ninguna tarea de aprendizaje se lleva a cabo en el vacío cognitivo, aún cuando se trate de aprendizaje repetitivo o memorístico, puede relacionarse con la estructura cognitiva, aunque sea arbitrariamente y sin adquisición de significado.

El significado es potencial o lógico cuando nos referimos al significado inherente que posee el material simbólico debido a su propia naturaleza, y sólo podrá convertirse en significado real o psicológico cuando el significado potencial se haya convertido en un contenido nuevo, diferenciado e idiosincrático dentro de un sujeto particular.

Lo anterior resalta la importancia que el alumno (participante) debe poseer ideas previas como antecedente necesario para que ocurra un aprendizaje, debido a que sin ellos, aún cuando el material de aprendizaje esté "bien elaborado", poco será lo que el estudiante logre. Es decir, puede haber aprendizaje significativo de un material potencialmente significativo, pero también puede ocurrir que el alumno aprenda por repetición por carecer de motivación, o porque su nivel de madurez cognitiva no le permite la comprensión de contenidos de cierto nivel. En este sentido resaltan dos aspectos:

- La necesidad que tiene el profesor (tallerista) de comprender los procesos motivacionales y afectivos subyacentes al aprendizaje de sus alumnos (participantes del taller), así como de disponer de algunos principios efectivos de aplicación en clase.

- La importancia que tiene el conocimiento de los procesos de desarrollo intelectual y de las capacidades cognitivas en las diversas etapas del ciclo vital de los alumnos (participantes). (Díaz Barriga y Hernández, *ibid*: 23).

Por nuestra parte podemos decir que es necesario tomar en cuenta las diversas variables que intervienen en el proceso de aprendizaje significativo, tanto en la planeación e impartición de los talleres, así como en una posible evaluación de los aprendizajes. Entre las variables que menciona Díaz Barriga y Hernández R. (*ibid*) se encuentran: la estructura cognitiva particular del participante (alumno), su idiosincracia y capacidad intelectual, conocimientos previos (algunas veces limitados y confusos), su motivación y actitud para el aprendizaje (muchas veces marcada por sus experiencias pasadas en la escuela o por las condiciones actuales que vive en su salón de clases si es el caso de un estudiante). Además están los contenidos y materiales de enseñanza que deben tener un significado lógico potencial para el participante (alumno), de lo contrario se propiciará un aprendizaje rutinario y carente de significado.

Coll (1998 en: Coll, Martín, et.al.) amplía el concepto ausubeliano de aprendizaje significativo. Para este autor la construcción de significados involucra al alumno en su totalidad, y no sólo debe poseer la capacidad para establecer relaciones sustantivas entre sus conocimientos anteriores y los nuevos. Él propone que en la interpretación constructivista del concepto de aprendizaje significativo es necesario ir más allá de los procesos cognitivos del alumno e introducirse en el tema del sentido del aprendizaje escolar. El término sentido se refiere al carácter experiencial que, en la lógica constructivista, impregna el aprendizaje escolar. La percepción que tiene el alumno de una actividad concreta y particular de aprendizaje no coincide necesariamente con la que tiene el profesor, los objetivos del profesor y el alumno, sus intenciones y sus motivaciones al proponerla y participar en ella, son frecuentemente distintas. Existen un conjunto de factores, que se podrían llamar motivacionales, relacionales e incluso afectivos, que desempeñan un papel de primer orden en la movilización de los conocimientos previos del alumno y sin cuya consideración es imposible entender los significados que el alumno construye a partir de los contenidos que se le enseñan en la escuela.

Implicaciones teóricas del enfoque del aprendizaje significativo de Ausubel

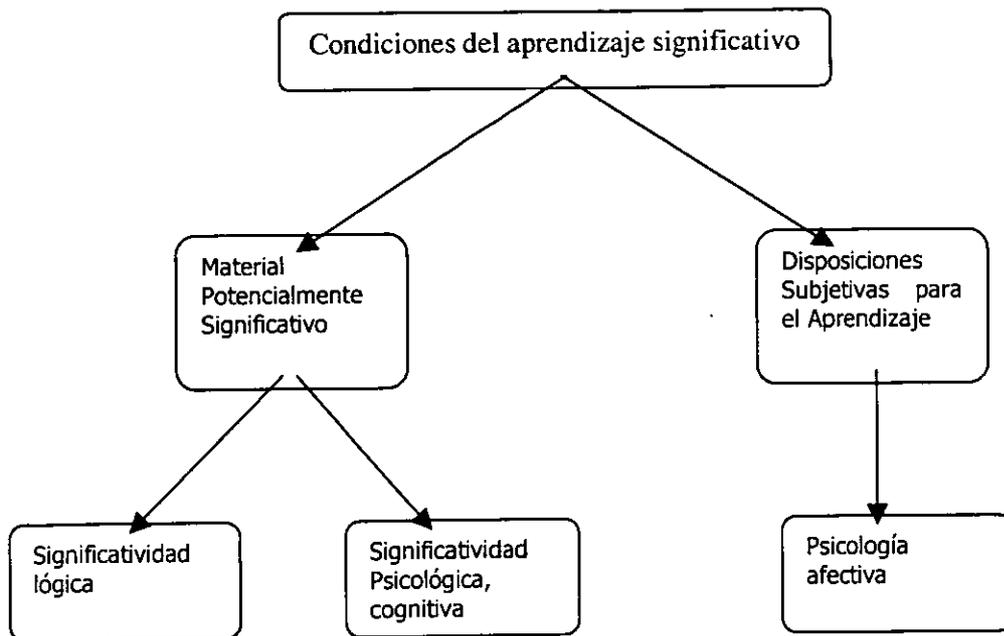
Ausubel se ocupa del aprendizaje escolar, que para él es fundamentalmente “un tipo de aprendizaje que alude a cuerpos organizados de material significativo” (Ausubel, 1976: 57; citado en Gimeno y Pérez, *op.cit.*: 46). Su análisis se centra en la explicación del aprendizaje de cuerpos de conocimientos que incluyen conceptos, principios y teorías. Es la clave de arco del desarrollo cognitivo del hombre y el objeto prioritario de la práctica didáctica. El aprendizaje significativo, ya sea por recepción, ya sea por descubrimiento, se opone al aprendizaje mecánico, repetitivo, memorístico. Comprende la adquisición de nuevos significados. Ahora bien, esta operación requiere de unas condiciones precisas: “La esencia del aprendizaje significativo reside en que las ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario, sino substancial con lo que el alumno ya sabe. El material que aprende es potencialmente importante para él (Ausubel, 1976: 57; citado en Gimeno y Pérez, *op.cit.*: 46). De esta forma, la clave del aprendizaje significativo se encuentra en la vinculación substancial de las nuevas ideas y conceptos con el bagaje cognitivo del individuo.

Ausubel distingue dos dimensiones en la significatividad potencial del material de aprendizaje:

- *Significatividad lógica*: coherencia en la estructura interna del material, secuencia lógica en los procesos y consecuencia en las relaciones entre sus elementos componentes.
- *Significatividad psicológica*: que sus contenidos sean comprensibles desde la estructura cognitiva que posee el sujeto que aprende.

La potencialidad significativa del material es la primera condición para que se produzca aprendizaje significativo. El segundo requisito es la disposición positiva del individuo respecto del aprendizaje. Una disposición tanto coyuntural o momentánea como permanente o estructural. Esta segunda condición se refiere al componente motivacional, emocional, actitudinal, que está presente en todo aprendizaje. Evidentemente, también en los tipos de aprendizaje del nivel superior.

La figura siguiente muestra que el aprendizaje significativo requiere condiciones precisas respecto a tres dimensiones: lógica, cognitiva y afectiva. El núcleo central de esta teoría del aprendizaje reside en la comprensión del ensamblaje del material novedoso con los contenidos conceptuales de la estructura cognitiva del sujeto. “La estructura cognitiva del alumno/a tiene que incluir los requisitos de capacidad intelectual, contenido ideativo y antecedentes experienciales” (Ausubel, 1972: 72; citado en Gimeno y Pérez, *op.cit.*: 47).



Modelo de aprendizaje significativo de Ausubel

Lo importante en las aportaciones de Ausubel es que su explicación del aprendizaje significativo implica la relación indisociable de aprendizaje y desarrollo. Por ello, ayuda a clarificar los procesos de construcción genética del conocimiento. En efecto, los nuevos significados para Ausubel, no son las ideas o contenidos objetivos presentados y ofrecidos al aprendizaje sino que son el producto de un intercambio, de una fusión. Los nuevos significados se generan en la interacción de la nueva idea o concepto potencialmente significativo, con las ideas pertinentes, ya poseídas por el alumno de su estructura cognitiva. Es evidente, para Ausubel, que el bagaje ideativo del individuo se enriquece y modifica sucesivamente con cada nueva incorporación.

El significado psicológico de los materiales de aprendizaje es idiosincrático, experiencial, histórico, subjetivo. Cada individuo capta la significación del material nuevo en función de las peculiaridades históricamente construidas de su estructura cognitiva. La potencialidad significativa del material se encuentra subordinada en cada individuo a las características de su bagaje cognitivo. De este modo, la planificación didáctica de todo proceso de aprendizaje significativo debe comenzar por conocer la peculiar estructura ideativa y mental del individuo que ha de realizar las tareas de aprendizaje.

En este momento resultaría pertinente preguntarnos ¿Cómo se origina la vinculación del material nuevo con los contenidos mentales de cada individuo?. Para Ausubel la estructura cognitiva de cada sujeto manifiesta una *organización jerárquica y lógica*, en la que cada concepto ocupa un lugar en función de su nivel de abstracción, de generalidad y capacidad de incluir otros conceptos. Así, en el aprendizaje significativo “los significados de las ideas y proposiciones se adquieren en un proceso de inclusión correlativa en estructuras más genéricas. Aprendizaje de ideas incluyentes o incluidas” (Ausubel, 1970; citado en Gimeno y Pérez, *op.cit.*: 48). De esta manera el aprendizaje significativo produce al tiempo la estructuración del conocimiento previo y la extensión de su potencialidad explicativa y operativa. Provoca su organización, su afianzamiento o su reformulación en función de la estructura lógica del material que se adquiere, siempre que existan las condiciones para su asimilación significativa.

El material aprendido de forma significativa es menos sensible a las interferencias a corto plazo y mucho más resistente al olvido, por cuanto no se encuentra aislado, sino asimilado a una organización jerárquica de los conocimientos referentes a la misma área temática. El aprendizaje anterior y posterior no sólo no interferirá, sino que, por el contrario, reforzará la significación e importancia del presente. Siempre y cuando siga siendo válido dentro del conjunto jerárquico. Un aprendizaje de este tipo parece funcionar basándose en *organizadores*, de ideas generales con fuerte capacidad de inclusión y esquemas procesuales que indican la estructura de la jerarquía y la secuencia de su funcionamiento. Así pues, la realización de este aprendizaje puede favorecerse desde fuera, siempre que se organice el material de una forma lógica y jerárquica, y se presente en secuencias ordenadas en función de su potencialidad de inclusión.

También la transferencia es favorecida de manera importante por este tipo de aprendizaje. Para Ausubel la transferencia y la capacidad para realizarla están en relación directa con la cantidad y calidad de las ideas de afianzamiento que posee el alumno/a. Es decir, una estructura rica en contenidos y correctamente organizada manifiesta una potente capacidad de transferencia, tanto de aplicación a múltiples

situaciones concretas (transferencia lateral), como e solución de problemas y formulación de nuevos principios a partir de los ya poseídos (transferencia vertical).

Ninguno de estos resultados puede alcanzarse en el aprendizaje repetitivo, memorístico y sin sentido. En este tipo de aprendizaje la adquisición es costosa y rutinaria, la retención está cuajada de interferencias y la transferencia es de carácter mecánico, restringida a las situaciones con elementos estrictamente idénticos a aquellos en que se aprendió el material.

CAPÍTULO 5

LOS TALLERES DE CIENCIA

En el presente capítulo se exponen, en primer lugar, las bondades psicopedagógicas y materiales que ofrecen los talleres; así como de las ventajas que poseen como herramientas de divulgación científica. También se describe la forma en que se desarrollan los talleres en el Museo Universum.

En segundo lugar, se explican los fundamentos teóricos del modelo de talleres que se propone para este trabajo. Particularmente, hablaremos del diseño, la conducción y la evaluación de los talleres de ciencia.

Uno de los principales planteamientos de este trabajo es que los talleres de ciencia son actividades educativas en las que puede ocurrir un proceso de enseñanza-aprendizaje no formal (no escolar). Desde nuestra perspectiva, es necesario que los talleres que se realizan en el Museo Universum pasen por un proceso de planeación y diseño, aplicación y evaluación para ofrecer un servicio educativo de mayor calidad a los grupos escolares y cualquier visitante.

5.1. Bondades de la modalidad de talleres

Talleres: valiosas herramientas educativas. El término talleres se ha empleado en el campo educativo para denominar numerosas experiencias que se refieren a la “transformación total o parcial del ámbito escolar” porque en ellos subyace la idea de una reflexión activa, mejora y dinamismo en la labor pedagógica diaria. A lo largo del tiempo, estas experiencias se han diversificado por lo que Trueba (1989) considera clasificarlas en cuatro grupos de acuerdo a las aplicaciones que tiene cada una de ellas. La clasificación es la siguiente:

- a) La concepción clásica de taller.- El taller se concibe como un aula particular dedicada a unas actividades concretas donde los alumnos se les conduce, periódicamente o no, turnándose con el resto de los grupos. La estructura del espacio permanece sin cambio, así como la relación profesor/alumno. En este caso, el taller es una especie de “aula de recurso” de uso común. Por ejemplo, el laboratorio, la biblioteca, entre otros.
- b) Los rincones de trabajo en el aula.- En esta clasificación existe una distribución por talleres dentro del aula, pero no existe una transformación total del espacio. Los alumnos y el profesor comparten siempre el mismo espacio y se estructura un tiempo para actividades comunes y otro más amplio de libre elección en los que los niños eligen de forma autónoma distintos talleres dentro del aula, de acuerdo a normas establecidas por consenso. Tradicionalmente, se les denomina “rincones”.
- c) Los talleres de tiempo parcial.- En esta concepción de talleres se divide el tiempo para usar el espacio como aula y como talleres. Por ejemplo, en las mañanas puede funcionar como aula y en las tardes o dos veces por semana como talleres. Lo esencial es flexibilizar el espacio escolar y ponerlo a disposición de concepciones menos rígidas y estructuradas, que permiten una mejora en la actividad pedagógica. Por ejemplo, los talleres extraescolares.

- d) Talleres a tiempo total o talleres integrales.- En este grupo se incluyen todas las experiencias basadas en la pérdida total de la idea de aula, por lo que el espacio no es de uso exclusivo de un grupo de niños con su profesor. Este espacio es un lugar de uso común en donde los materiales y el mismo espacio se reorganiza de acuerdo a las actividades específicas que se realicen. Los niños, dirigidos por su profesor, pueden ir cambiando de un taller a otro a lo largo del día en un horario establecido, o bien, los profesores se especializan dentro de un taller y atienden a distintos grupos de infantes. Son talleres integrales porque se dedica completamente el espacio y el tiempo a los talleres; existe una transformación total de la idea de aula y porque favorecen el desarrollo integral de la personalidad, la inteligencia y la imaginación.

La propuesta que es adecuada a los talleres que se realizan dentro del Museo Universum es la de talleres integrales debido, principalmente, a que existe un espacio exclusivo para realizar esta actividad, además de que se realiza en todos momentos en este lugar. Sin embargo, la idea de profesor y alumno se pierde dentro de los talleres del Museo porque es un contexto educativo no formal, solo existen talleristas y niños participantes del taller.

Ventajas materiales y psicopedagógicas de los talleres en la educación infantil. De acuerdo con Trueba (op.cit.), los talleres de educación infantil poseen dos tipos de ventajas: materiales y psicopedagógicas.

Entre las *bondades* de tipo *material* encontramos que:

1. Desaparece la falta de espacio porque en un mismo espacio se realizan una gran diversidad de actividades (pintar, jugar, hacer experimentos);
2. Se aprovechan los “espacios muertos” como finales de pasillo, escaleras, almacenes viejos, esquinas, o bien, todos los espacios que pueden ser utilizados y transformados de forma nueva y creativa.
3. Al estar agrupado el material en un espacio, éste se multiplica y resuelve la escasez típica del material. El material nuevo se concentra en un lugar y se evita comprar material para cada aula-profesor.
4. No es necesario realizar una inversión grande para echar a andar los talleres. Se puede reunir lo que ya se tiene y reorganizarlo. Posteriormente, se pueden encontrar otras necesidades que enriquecerán los puntos de partida.
5. Los talleres permiten que el material permanezca ordenado, a la vista y al alcance del niño.
6. Los talleres también suponen una enseñanza más enriquecedora y variada porque se sistematiza espacial y temporalmente la realización de las actividades.
7. Las ideas que aporta cada uno de los integrantes del equipo pedagógico no sólo enriquecen el espacio, también retroalimentan a los otros. Existe una meta común, se reparten los trabajos cotidianos (revisión, reparo, compra y creación de materia, organización de actividades).

Entre las *ventajas* de tipo *psicopedagógico* que propone Trueba (op.cit.) encontramos que:

1. Permiten la socialización, es decir, se educa al niño en base con la colectividad en donde el material, el mobiliario y el espacio es de todos, por lo que ayudan a

superar el egocentrismo (sobre todo entre los 3 y 6 años) y enseñan a basar la convivencia en el respeto a los demás.

2. Favorecen el aprendizaje cooperativo (especialmente entre iguales) y el aprendizaje en la interacción con los adultos.
3. Favorecen y fomentan la autonomía del niño porque se crea un ambiente que favorecen su desarrollo.
4. En los talleres se crea un entorno motivador, enriquecedor y complejo en actividades y propuestas, por lo que son “aceleradores naturales de maduración”, empujando la inteligencia del niño a alcanzar niveles más altos, a través de la estimulación de la zona de desarrollo potencial.
5. Facilitan el aprendizaje a través del juego. Se utilizan estrategias y técnicas flexibles, abiertas y dinámicas que parten de los intereses y necesidades del niño.
6. Estimulan la investigación y creatividad a través de las variadas actividades que se ofrecen y que pueden ser: físicas, mentales, por equipos, individuales, libres o dirigidas.
7. Desarrollan la creatividad y la imaginación porque se presentan a los niños diversas técnicas de expresión (plásticas, lingüísticas, gestuales), a través de las que representan su mundo interior.
8. Incluyen una gran cantidad de posibilidades expresivas, lo que permite enriquecer el empleo de lenguajes para la comunicación y el desarrollo integral de la personalidad y la imaginación.

Talleres: valiosas herramientas de divulgación. Los talleres que se realizan dentro de los Museos de ciencias poseen ciertas ventajas respecto a otros medios de divulgación, especialmente respecto a las visitas guiadas. Exigen una participación más activa (imaginativa y creativa) y no sólo verbal por parte de los participantes; se alcanzan experiencias de aprendizaje y disfrute más enriquecedoras. También permiten completar la explicación con materiales didácticos, permiten que las personas tengan experiencias visuales, auditivas, manipulativas simultáneamente, lo que permite “abrir la mente de los niños” a nuevas experiencias y no sólo llenarlos de palabras; plantean actividades en las que más que dar una respuesta se suscita una pregunta en la mente del participante, situación que es más enriquecedora que escuchar un discurso sobre el tema. Por otro lado, al no existir una excesiva verbalización no se impide o dificulta el contacto directo con la obra, los aparatos, las demostraciones o materiales expuestos. Además, se plantean actividades en donde no se sobrecarga de información a la gente, se le reta a investigar por ella misma, a interactuar con los materiales, se usan las capacidades y habilidades de los participantes con el fin de promover la interacción y la conversación (Pastor, 1992).

Algunos inconvenientes de los talleres son que requieren un espacio adecuado para su realización, son actividades que necesitan ser planeadas y organizadas previamente, se necesitan suficientes recursos humanos y materiales para echarlas a andar y puede ser una inversión más costosa que las conferencias y demostraciones (Pastor, *op.cit.*).

Los talleres de ciencia en el Museo Universum. La realización de los talleres de ciencia dentro del Museo de Ciencias Universum ha tenido una larga tradición. Esta actividad posee gran demanda por lo que actualmente se llevan a cabo en distintos espacios: en la “zona de talleres”, en la “casita de las ciencias” y en algunas salas del Museo. Los talleres están dirigidos a personas de todas las edades, pero los principales usuarios de este servicio educativo son grupos escolares de educación básica.

Los talleres de ciencia que actualmente se ofrecen en el Museo están dirigidos, principalmente, a dos grandes grupos: grupos escolares y público casual. Para los grupos escolares, que son más homogéneos, se ofrecen temáticas vinculadas con su currículo, aunque también se brindan talleres con temas diversos y sin relación con sus planes y programas oficiales. Para el público casual o de fin de semana, que generalmente son grupos heterogéneos (familias, grupos de amigos), se manejan temáticas más flexibles y diversas que generalmente no se relacionan con los programas de estudio oficiales.

La modalidad de talleres está organizada de acuerdo a diversas áreas de conocimiento: matemáticas, física, universo, energía, biología humana, ecología, biodiversidad y humanidades. Esta característica brinda una gran variedad de opciones para los visitantes del museo, sean estos grupos escolares o público casual.

5.2. Diseño y Conducción de talleres de ciencia

Para el diseño y la conducción de los talleres se utilizó básicamente la metodología para elaborar unidades didácticas; también se consideraron una serie de principios motivacionales para la instrucción y un conjunto de estrategias de aprendizaje.

Unidades Didácticas. La planificación del proceso de enseñanza-aprendizaje resulta ser la parte más laboriosa del proceso educativo. Las preguntas que generalmente surgen en esta fase son: ¿Qué contenidos incluyo en la lección?, ¿Qué actividades son las más pertinentes para abordar los contenidos y cumplir los objetivos?, ¿Qué tipo de evaluación voy a emplear?, entre otras. Para facilitar este procedimiento en España se han desarrollado las Unidades Didácticas para planificar, sobretodo, materias que pertenecen al área de ciencias experimentales. Por tanto, la unidad didáctica no es más que un modelo para planificar la enseñanza en donde se especifican un conjunto estructurado de recursos, materiales y actividades necesarios para la enseñanza y aprendizaje de un tema, unidad o de un curso. (Sánchez y Valcárcel, 1993; Rubio, 1993).

Fases para diseñar Unidades Didácticas

De acuerdo con Rubio (1993) las actividades de una unidad didáctica se agrupan en tres momentos:

1. Introducción. Las finalidades de las actividades de esta fase son las siguientes:
 - Situar el tema con relación a otros ya trabajados
 - Motivar a los alumnos hacia el tema
 - Poner de manifiesto las ideas y habilidades de los alumnos sobre los contenidos a tratar
 - Suscitar interrogantes
 - Plantear dinámicas de trabajo (individual, en grupos, tipos de producciones a realizar, etc.

2. Desarrollo. Las finalidades de las actividades de esta fase son las siguientes:
 - Adquirir nuevos conocimientos y/o reorganizar los que se poseen
 - Adquirir o desarrollar habilidades
 - Confrontar las ideas con los compañeros y con la versión científica
 - Establecer consensos
 - Resolver interrogantes

- Formular los nuevos conocimientos adquiridos
- Verificar la aplicabilidad de los nuevos conocimientos

3. **Recapitulación.** Las finalidades de las actividades de esta fase son las siguientes:

- Apreciar los cambios ocurridos con relación a lo expresado en la fase de introducción (evaluación)
- Aplicar los conocimientos a nuevas situaciones (evaluación)
- Sintetizar el tema desde los aprendizajes realizados (evaluación)
- Establecer relaciones con otros campos
- Valorar individual y grupalmente el clima de trabajo y metodología de la unidad (evaluación)

Orientaciones didácticas para la elaboración de las unidades didácticas

De acuerdo con Rubio (*op.cit.*) la elaboración de unidades didácticas requiere poner atención en tres aspectos principales:

- a) Los contenidos
- b) Las actividades
- c) La evaluación

a) *Sobre los contenidos.* Novak (1982; citado en Rubio, 1998:15) propone que debido a que la secuencia de los contenidos está basada en la lógica de la disciplina, se deberían seguir durante el desarrollo de cada unidad didáctica las siguientes estrategias con la finalidad de facilitar aprendizajes significativos:

1. Comprobar que los alumnos tienen los conceptos relevantes e inclusores necesarios para los próximos aprendizajes.
2. Organizar los contenidos del aprendizaje de manera que los conceptos más importantes, generales, e inclusivos se presenten al principio.
3. Una vez presentados los conceptos más generales e inclusivos, se debe presentar el resto de los elementos, mostrando tanto las relaciones con los primeros como las que mantienen entre sí.
4. La presentación inicial de los conceptos más importantes, generales e inclusivos, debe apoyarse en ejemplos concretos que los ilustren empíricamente.

En síntesis, el programa didáctico debe transcurrir desde los conceptos (o procedimientos) más generales a los más específicos, pasando por los conceptos (o procedimientos) intermedios, esto es, estableciendo jerarquías conceptuales.

Los elementos que intervienen en el aprendizaje de conceptos pueden globalizarse secuenciándolos en el proceso de instrucción de la siguiente manera (adaptado de Klausmeier, 1976; citado en Rubio, 1998:16):

- Relacionar cada concepto con los anteriores y posteriores de la jerarquización de contenidos.
- Explicar el concepto en función de sus propiedades y relaciones.
- Enumerar las características propias de cada concepto y sus relaciones.
- Añadir o precisar otras características no definitorias.
- Presentar ejemplos representativos y/o establecer analogías.

- Presentar contraejemplos.
- Buscar relaciones de cada nuevo concepto con las ideas pertinentes de la estructura cognitiva de los participantes.
- Buscar diferencias con otros conceptos similares ya aprendidos previamente.
- Si es posible, enunciar principios en los que intervenga el concepto.
- Resolver cuestiones y problemas que utilicen el concepto.
- Enumerar las palabras clave en relación con el concepto y sus características.
- Si es posible, intentar representar icónicamente el concepto, mediante símbolos, esquemas, dibujos o imágenes.

b) *Sobre las actividades.* Cuando se programan actividades con grupos de niños y/o adolescentes de alto nivel intelectual y motivación, se puede conceder más autonomía y responsabilidad en las tareas del aprendizaje al individuo o al grupo.

Por el contrario, cuando se trata de alumnos cuyo nivel intelectual es medio o bajo y un similar grado de motivación, los métodos deben presentar una mayor estructuración que ofrezca más ayuda pedagógica al alumnado.

Del mismo modo, cuando hay un menor nivel de conocimientos previos y un alto número de preconcepciones los alumnos necesitarán mayor ayuda e, inversamente, a mayor nivel de conocimientos previos y un bajo número (o ninguno) de preconcepciones, menor será la necesidad de ayuda. La ayuda podrá consistir en:

- Soporte en la organización de contenidos.
- Uso de incentivos atencionales y motivacionales.
- Uso de retroalimentación correctora.
- Seguimiento detallado de progresos y dificultades.

En la planificación de actividades hay que tener siempre muy claro que “es el alumno el que construye, modifica, enriquece y diversifica sus esquemas” (Coll, 1987; citado en Rubio, 1998:16)

Concepto de actividades. Las actividades se consideran como un conjunto de acciones con coherencia interna para desarrollar por los talleristas y los participantes. Por lo tanto, todo lo que conduzca a que los participantes construyan o adquieran activamente su conocimiento entrará dentro del ámbito de las actividades, lejos del reduccionismo de considerarlas como manipulaciones o desarrollo de habilidades motoras, ligadas más o menos al concepto clásico de prácticas.

Por lo tanto, métodos expositivos, que promuevan aprendizaje por recepción no mecánica, pueden ser fuentes de actividad constructiva en los participantes y es por ello, que los consideramos dentro del ámbito de las actividades.

Conviene recordar la afirmación de Ausubel: “la mayoría de las nociones adquiridas por el alumno, lo mismo dentro que fuera de la escuela, no las descubre por sí mismo sino que le son dadas. Y como la mayor parte del material de aprendizaje se le presenta de manera verbal, conviene igualmente apreciar que el aprendizaje por recepción verbal no es inevitablemente mecánico y que puede ser significativo, sin experiencias previas no verbales o de resolución de problemas” (Ausubel, et. al., 1983; citado en Rubio, 1998:17).

Para Ausubel (1983; citado en Rubio, 1998:17) “...los métodos de descubrimiento en la enseñanza difícilmente constituirán medios primarios y eficaces de transmitir el contenido de una disciplina académica”. En todos los casos recordamos que “habrá aprendizaje significativo si la tarea de aprendizaje puede relacionarse de modo no

arbitrario y sustancial (no al pie de la letra, ya que sería aprendizaje por repetición), con lo que los escolares saben y si éstos adoptan la actitud de aprendizaje correspondiente para hacerlo y el contenido es potencialmente significativo” (Ausubel, 1983; citado en Rubio, 1998:17).

Dicho todo lo anterior, no se excluye (y así se indica) el desarrollo de toda otra serie de actividades que deben utilizarse como fuente secundaria, soporte y complemento en el aprendizaje de los contenidos. Deben intercalarse en la secuencia de proceso verbal/receptivo significativo.

De cara a su selección en el proceso instructivo clasificamos las actividades en:

1. Actividades iniciales
2. Actividades de reestructuración o desarrollo de la unidad.
3. Actividades de aplicación

A continuación se ofrece un conjunto, sin orden jerárquico, de las que se consideran más adecuadas de cada tipo. De él se podrán extraer en cada fase del proceso las que se consideren más idóneas.

1. Actividades iniciales
 - Cuestionarios de detección de ideas previas (que se devolverán después de su corrección).
 - Preguntas convergentes y divergentes en el aula.
 - Tormentas de ideas y discusiones.
 - Elaboración de mapas semánticos que relacionen los principales conceptos de la unidad.

Estas actividades irán básicamente destinadas a motivar a los alumnos y a permitir la detección de los preconceptos y explicitación de los conocimientos previos. La presentación de los contenidos que se tratarán y el encauzamiento de las primeras fases del aprendizaje pueden ser otras de sus misiones.

2. Actividades de desarrollo de la unidad
 - Búsqueda de información bibliográfica (prensa diaria, revistas, libros) y audiovisual.
 - Trabajos de observación.
 - Trabajos experimentales.
 - Comentario de textos científicos o de historia de la ciencia.
 - Comentarios de artículos de prensa.
 - Análisis de secuencias de videos científicos.
 - Análisis de imágenes fotográficas en papel y de diapositivas.
 - Elaboración de esquemas o jerarquías conceptuales.

Estas actividades servirán para el aprendizaje de los contenidos y para provocar el cambio conceptual.

3. Actividades de aplicación
 - Elaboración de mapas conceptuales
 - Aplicación a la solución de problemas y situaciones de la vida cotidiana.
 - Realización de investigaciones bibliográficas sobre aspectos muy concretos de los contenidos.

Estas actividades servirán para aplicar los aprendizajes realizados y para permitir a los participantes y a los talleristas una evaluación de los conocimientos.

Los profesores elegirán aquellos que consideren en cada momento más coherentes con los contenidos y las características de los escolares de este nivel.

Hay que tener siempre presente que buena parte de las actividades sobre contenidos procedimentales, como las que hemos incluido en el apartado b), pueden no lograr sus objetivos debido a la carencia o imprecisión de los conceptos que deberían actuar como inclusores de los nuevos conocimientos. Tanto en las actividades de observación como de experimentación, se requieren sistemas bien elaborados de conceptos mediante los cuales percibir, identificar y describir lo que ocurre o se ve. Sin un bagaje conceptual previo suficiente, las observaciones carecen de significado (Harré, 1986; citado en Rubio, 1998:19).

c) *Sobre la evaluación.* La evaluación debe dar respuesta a las tres preguntas clásicas: qué, cómo y cuándo evaluar. La evaluación debe incluir a los talleristas, a los participantes y a todo el proceso. Además, se debe procurar que la evaluación de los alumnos sea global, esto es que además de principios, hechos y conceptos, se evalúen procedimientos y actitudes si el diseño del taller así lo permite.

Guión para la elaboración de las Unidades didácticas

Rubio (1993) propone distintos elementos que debe contener el guión para la elaboración de unidades didácticas. Particularmente, consideramos añadir a este guión dos elementos que juzgamos son importantes: recursos y la sistematización del proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta estructura constituye la base para la consolidación del diseño de aquello que se planificó para cada taller (consultar los anexos 2, 3, 4, 5 y 6 para conocer el diseño de cada uno de los talleres).

1. Título del taller
2. Introducción. Se realiza una breve descripción de la relación entre el tema del taller y el área de conocimiento y grados escolares con los que se relaciona. Si es posible, también se puede plantear su relación con otros temas.
3. Conocimientos previos de los alumnos. En los talleres de ciencia no se puede conocer previamente a la población a la que se dirige el taller, razón por la que sólo se describirán brevemente los conocimientos previos con los que deben contar los niños de acuerdo al currículo oficial.
4. Objetivos. Se escribirán los objetivos que se pretenden alcanzar al finalizar el taller.
5. Contenido(s) seleccionado(s). Se especificará el tipo de contenido a abordar, que puede ser:
 - Conceptual (Qué)
 - Procedimental (Cómo)
 - Actitudinal

Además se presentará un mapa conceptual de los contenidos declarativos que se abordarán durante el taller.

6. **Actividades de Enseñanza – Aprendizaje.** Esta sección estará organizada en los siguientes apartados: actividades previas, actividades iniciales, actividades de desarrollo y actividades de cierre. De cada una de estas partes se realizará una descripción detallada y ordenada de los siguientes aspectos:

- Lo que hace el tallerista
- Lo que deben hacer los participantes
- Los materiales y recursos empleados
- Orientaciones para su realización

7. **Secuenciación de contenidos y actividades.** En esta parte se especifican los contenidos a tratar en cada actividad y los tiempos en que se realizarán cada una de ellas.

8. **Evaluación.** En esta sección se especifican los procedimientos e Instrumentos para la evaluación de la planeación y el diseño del taller, así como, el proceso de aprendizaje – enseñanza.

9. **Recursos.** A pesar de que en las unidades didácticas este apartado no está contemplado consideramos incluirlo porque en esta sección se describen detalladamente las características y el uso de los materiales que van a emplear tanto los talleristas como los niños.

10. **Sistematización del proceso de Enseñanza – Aprendizaje.** En nuestra opinión es necesario incluir en las unidades didácticas una sección en donde se presenten de forma sintetizada en una carta descriptiva los objetivos, los contenidos, las actividades de enseñanza-aprendizaje, las formas de evaluación, los recursos, la edad y grado escolar, y los tiempos de cada actividad, es decir, todos los elementos de la metodología del proceso de enseñanza-aprendizaje. La sistematización de la enseñanza se puede realizar en tres niveles: Curso, Unidad, Sesión. Para la planeación y el diseño de los talleres de ciencia solamente se puede utilizar el nivel de sesiones (García Méndez, 1997).

Planeación de una Sesión

García Méndez (*op.cit.*) recomienda el uso de cartas descriptivas para plasmar la planeación de una sesión. En este proceso es necesario tener presente los tres momentos en que se desarrolla una sesión (taller): apertura, desarrollo y cierre (el modelo para las cartas descriptivas se puede consultar en el anexo 1).

- a) **Apertura:** Las actividades son de orientación, se presenta una síntesis globalizadora sobre el tema, el problema o los problemas que han de trabajarse. El desarrollo de este primer momento permitirá al tallerista explorar y diagnosticar la situación en que se encuentran los alumnos.
- b) **Desarrollo:** En esta fase se abordan los contenidos especificados para la sesión. En esta situación las actividades seleccionadas deberán posibilitar a los estudiantes a realizar comparaciones y contrastes, generalizar o extraer conclusiones parciales.

- c) *Cierre*: En esta fase se realiza una síntesis final. Se recomienda que existan actividades que permitan ubicar lo aprendido en una estructura más amplia o bien aplicar lo aprendido a nuevos contextos. Este tercer momento puede marcar la pauta para la apertura de una sesión posterior y si se trata de un cierre parcial puede permitirnos realizar una introducción de nuevos elementos.

Principios motivaciones para la organización de la enseñanza. La motivación escolar es un área de estudio en la que se han realizado numerosas investigaciones (Veroff, 1969; Stipek, 1984; Tapia, 1992; citados en Díaz Barriga y Hernández, *op.cit.*: 43). Sin embargo, el manejo de la motivación durante el proceso de enseñanza-aprendizaje no ha sido ampliamente estudiado en contextos educativos no formales como los Museos, pero, si se reconoce el importante papel que juega este elemento durante la enseñanza y el aprendizaje que ocurre a través de las diversas actividades que realizan los visitantes de los Museos (Hein, *ibid*).

Las diversas investigaciones en el campo de la motivación revelan que en cualquier situación educativa (escolar) es uno de los factores que más influyen en el proceso de aprendizaje. La palabra motivación proviene del verbo latino *movere*, que significa “moverse”, “poner en movimiento” o “estar listo para la acción”. Para algunos autores (Woolfolk A.,1990:236), “la motivación se define usualmente como algo que energiza y dirige la conducta”. De esta forma, “un motivo es un elemento de conciencia que entra en la determinación de un acto volitivo, es lo que induce a una persona a llevar a la práctica una acción” (Díaz Barriga y Hernández, *ibid*: 35). Desde esta perspectiva *motivación* significa, en el plano pedagógico, *estimular la voluntad de aprender*.

La motivación no es una técnica o método de enseñanza particular, sino un factor cognitivo-afectivo presente en todo acto de aprendizaje y en todo procedimiento pedagógico, ya sea de manera explícita o implícita. De acuerdo con Díaz Barriga y Hernández (*ibid*), son tres los propósitos que se persiguen mediante el manejo de la motivación en situaciones educativas:

1. Despertar el interés en las personas y dirigir su atención.
2. Estimular el deseo de aprender que conduce al esfuerzo.
3. Dirigir estos intereses y esfuerzos hacia el logro de fines apropiados y la realización de propósitos definidos.

Por otro lado, los educadores, frecuentemente, consideran que la motivación para el aprendizaje se activa automáticamente al inicio de la actividad de aprendizaje y que continua así hasta el final de la actividad (gracias al empleo de una dinámica de grupo, un acertijo o una serie de preguntas inductoras) (Díaz Barriga y Hernández, *ibid*).

Desde la perspectiva constructivista se piensa que la motivación no se activa de manera automática ni es exclusiva del inicio de la actividad o tarea, sino que abarca todo el episodio de enseñanza – aprendizaje, y que tanto el aprendiz como el educador deben realizar deliberadamente ciertas acciones, antes, durante y al final, para que persista o se incremente una disposición favorable para el aprendizaje. En consecuencia el manejo de la motivación para el aprendizaje debe estar presente y de manera integrada en todos los elementos que definen el diseño y ejecución de la enseñanza. Por lo tanto, es primordial tomar conciencia y manejar las variables que definen el contexto de la actividad de los aprendices: contenidos, tareas, organización de la actividad, recursos, patrones de interacción y evaluación (Díaz Barriga y Hernández, *ibid*).

Debido a la gran importancia que poseen los aspectos motivacionales en el proceso de enseñanza-aprendizaje es necesario que en los talleres de ciencia también se considere este factor y se trabaje en ello durante la planeación, el diseño y la conducción del taller. Los talleristas, entonces, juegan un papel principal en el manejo de la motivación de los participantes.

El manejo deliberado de la motivación en situaciones educativas encaja en un área de estudio conocida como estrategias de apoyo. Dichas estrategias posibilitan que la persona mantenga un estado adecuado para el aprendizaje, por lo que ayudan a: optimizar la concentración, reducir la ansiedad en situaciones de aprendizaje y evaluación, dirigir la atención, entre otros (Dansereau, 1985; Weinstein y Underwood, 1985; citado en Díaz Barriga y Hernández, *ibid*: 44). Las estrategias de apoyo no permiten trabajar directamente sobre los contenidos sino que causan un impacto indirecto sobre el material que se va a aprender, permitiendo que la persona tenga una disposición afectiva favorable.

De acuerdo con Tapia (1997) existen un conjunto de factores de enseñanza que permiten el manejo del clima afectivo y motivacional del aula, que son los siguientes:

- a) La forma de presentar y estructurar la tarea
- b) La forma de organizar la actividad en el contexto de la clase
- c) Los mensajes que ofrece el docente antes, durante y después de la tarea
- d) El modelado de valores y estrategias, así como las formas de pensar y actuar al enfrentarse a las tareas.
- e) La forma que adoptará la evaluación del alumno.

De estos cinco factores se desprenden algunos principios de actuación para la organización motivaciones de la enseñanza (Tapia, *ibid*):

- a) Con relación con la forma de presentar y estructurar la tarea:
 1. Activar la curiosidad y el interés de las personas en el contenido del tema a tratar o la tarea a realizar. Para ello pueden utilizarse estrategias como las siguientes:
 - Presentar información nueva, sorprendente, incongruente con los conocimientos previos de los participantes.
 - Plantear o suscitar problemas que deban resolver las personas.
 - Variar los elementos de la tarea para mantener la atención
 2. Mostrar la relevancia del contenido o la tarea para la persona. Como estrategias se sugieren:
 - Relacionar el contenido de la tarea, usando el lenguaje y ejemplos familiares al sujeto, con sus experiencias, conocimientos previos y valores.
 - Mostrar la meta para la que puede ser relevante lo que se presenta como contenido de la tarea, de ser posible mediante ejemplos.
- b) Con relación con la forma de realizar la actividad en el contexto de la clase (taller):
 1. Organizar la actividad en grupos cooperativos; la evaluación individual dependerá de los resultados grupales.
 2. Dar el máximo de opciones posibles de actuación para facilitar la percepción de autonomía.

c) Con relación con los mensajes que brinda el (profesor) a los alumnos (participantes):

1. Orientar la atención de las personas hacia la tarea:

- Antes: hacia el proceso de solución más que al resultado.
- Durante: hacia la búsqueda y comprobación de posibles medios para superar las dificultades.
- Después: informar sobre el correcto o incorrecto de resultado.

2. Promover de manera explícita la adquisición de los siguientes aprendizajes:

- La concepción de la inteligencia como modificable
- Atribución de resultados a causas percibidas como internas, modificables y controlables.
- Toma de conciencia de factores motivacionales personales.

d) Con relación con el modelado que le profesor puede hacer de la forma de afrontar las tareas y valorar los resultados.

1. Ejemplificar los comportamientos y valores que se tratan de transmitir en los mensajes.

e) Con relación a la forma de cómo organizar las evaluaciones a lo largo del curso:

- Los alumnos las consideren como una ocasión para aprender.
- Se evite, en la medida de lo posible, la comparación de unos con otros y se acentúe la propia comparación para maximizar la constatación de los avances.

No todos los principios para la organización motivacional de la enseñanza se pueden aplicar a los talleres de ciencia debido a que el tiempo con el que se puede trabajar con un grupo es limitado (una hora aproximadamente).

De acuerdo con Díaz Barriga y Hernández (*ibid*) existen otros trabajos sobre motivación escolar (Zahorik, 1996; citados en Díaz Barriga y Hernández, *ibid*) con hallazgos muy similares a las investigaciones de Tapia (*ibid*). Por ello, consideramos importante describirlos brevemente para que sean considerados en el proceso de diseño, planeación y conducción de los talleres.

Zahorik (*ibid*; citado en Díaz Barriga y Hernández, *ibid*) realizó una investigación en donde se solicitó a profesores de educación básica y secundaria que describieran los aspectos que despertaban mayor interés por el aprendizaje en sus alumnos. Las respuestas fueron agrupadas en las siguientes ocho categorías:

1. Actividades de participación activa y manipulativas como el empleo de juegos diferentes, simulaciones, dramatización, resolver problemas o acertijos significativos.
2. Personalizar el contenido: vincular el contenido con experiencias y conocimientos de los alumnos.
3. Estrategias para fomentar la confianza de los alumnos, las que están encaminadas a mostrar respeto a la integridad, esfuerzo e inteligencia de los estudiantes.
4. Realización de tareas grupales: enfocadas a la realización de trabajos cooperativos en pequeños grupos.
5. Las categorías restantes incluyeron: *emplear materiales de aprendizaje variados, el entusiasmo del profesor, la realización de tareas prácticas que*

involucran a los alumnos en tareas que tuvieron alguna utilidad fuera de la escuela o que permitiera elaborar un producto útil, y finalmente, la *realización de actividades variadas*.

En suma, podemos decir que existe una íntima relación entre motivación y aprendizajes significativos, por lo tanto es esencial el trabajo motivacional en las personas (Díaz Barriga y Hernández, *ibid*).

Estrategias de enseñanza. Las estrategias de enseñanza pueden considerarse como “ayudas” que el educador proporciona al aprendiz para facilitar intencionalmente un procesamiento más profundo de la información nueva. Por ello, son planificadas por el docente o el diseñador del proceso de enseñanza-aprendizaje, materiales o el programador de software educativo (Díaz Barriga, 1993; Díaz Barriga y Hernández, *ibid*). De este modo podríamos definir las estrategias de enseñanza como los procedimientos o recursos utilizados por el agente de enseñanza para promover aprendizajes significativos (Mayer, 1984; Shuell, 1988; West, Farmer y Wolf, 1991; citados en Díaz Barriga y Hernández, *ibid*).

Las estrategias de enseñanza que a continuación se describirán pueden resultar bastante provechosas para el proceso de planeación, diseño de los talleres de ciencia, pero, sobretodo pueden ser útiles para la conducción que realiza el tallerista debido a que con ellas se puede facilitar la comprensión significativa del material presentado en los talleres. Se ha encontrado en diversas investigaciones (véase Díaz Barriga y Lule, 1977; Mayer, 1984; 1989 y 1990; West, Farmer y Wolf, 1991; citados en Díaz Barriga y Hernández, *op.cit.*) que estas estrategias han demostrado ser muy efectivas cuando son introducidas como apoyos en textos académicos así como en la dinámica de la enseñanza (exposición, negociación, discusión, etc.) ocurrida dentro de las aulas (Díaz Barriga, *op.cit.*; Díaz Barriga y Hernández, *op.cit.*). De acuerdo con estos mismos autores las principales estrategias de enseñanza son las siguientes:

- **Objetivos o propósitos del aprendizaje:** Enunciado que establece condiciones, tipo de actividad y forma de evaluación del aprendizaje. Esta estrategia genera expectativas apropiadas en los aprendices.
- **Resúmenes:** Síntesis y abstracción de la información relevante de un discurso oral o escrito. Enfatiza conceptos clave, principios, términos y argumento central.
- **Ilustraciones:** Representación visual de los conceptos, objetos o situaciones de una teoría o tema específico (fotografías, dibujos, esquemas, gráficas, dramatizaciones, etc.)
- **Organizadores previos:** Información de tipo introductorio y contextual. Es elaborado con un nivel superior de abstracción, generalidad e inclusividad de la información que se aprenderá. Tiende un puente cognitivo entre la información nueva y la previa.
- **Preguntas intercaladas:** Preguntas insertadas en la situación de enseñanza o en un texto. Mantienen la atención y favorecen la práctica, la retención y la obtención de información relevante.
- **Pistas tipográficas y discursivas:** Señalamientos que se hacen en un texto o en la situación de enseñanza para enfatizar y/u organizar elementos relevantes del contenido por aprender.
- **Analogías:** Proposición que indica que una cosa o evento (concreto y familiar) es semejante a otro (desconocido y abstracto o complejo)

- *Mapas conceptuales y redes semánticas*: Representación gráfica de esquemas de conocimientos (indican conceptos, proposiciones y explicaciones)
- *Uso de estructuras textuales*: Organizaciones retóricas de un discurso oral o escrito, que influyen en su comprensión y recuerdo.

Clasificación de las estrategias de enseñanza

De acuerdo con Díaz Barriga (*op.cit.*) y Díaz Barriga y Hernández (*op.cit.*) es posible clasificar las estrategias de enseñanza a partir de dos criterios:

- a) El momento en que se presentan a las personas
- b) Por los procesos cognitivos que promueven

a) De acuerdo al momento en que se presentan las estrategias de enseñanza. Las estrategias de enseñanza pueden incluirse antes (preinstruccionales), durante (coinstruccionales) o después (posinstruccionales) de un contenido temático específico.

- Las *estrategias preinstruccionales* por lo general preparan y alertan al aprendiz sobre aquello que va a aprender y cómo lo va a asimilar, es decir, activan los conocimientos y experiencias previas adecuadas a los nuevos contenidos. Además, le permiten ubicarse en el contexto del aprendizaje en el que se encuentra. Entre las estrategias preinstruccionales más comunes encontramos los objetivos y el organizador previo.
- Las *estrategias coinstruccionales* apoyan los contenidos que se deseen enseñar (pueden formar parte del currículum) durante el proceso de enseñanza. Sus funciones son las siguientes: detección de la información principal; conceptualización de contenidos; delimitación de la organización, estructura e interrelaciones entre dichos contenidos y mantenimiento de la atención y motivación. Algunos ejemplos de estas estrategias son las ilustraciones, las redes semánticas, los mapas conceptuales y las analogías.
- Las *estrategias posinstruccionales* se utilizan una vez que se ha presentado el contenido nuevo y le permiten a la persona sintetizar, integrar, incluso formar una visión crítica del material. En otros casos, le permiten evaluar su propio aprendizaje. Algunas de las estrategias posinstruccionales más utilizadas son las pospreguntas intercaladas, los resúmenes finales, las redes semánticas y los mapas conceptuales.

b) De acuerdo a los procesos cognitivos que promueven. Cada una de las estrategias de enseñanza genera diferentes procesos cognitivos y se eligen a partir de ello con el fin de promover mejores aprendizajes (consultar Cooper, 1990; Díaz Barriga, 1993; Kiewra, 1991; Mayer, 1984; West, Farmer y Wolf, 1991; citado en Díaz Barriga y Hernández R., 1997).

- *Objetivos o propósitos y las preinterrogantes* generan: Activación de los conocimientos previos
- *Actividad generadora de información previa*: Generación de expectativas apropiadas
- *Preguntas insertadas, ilustraciones y pistas o claves tipográficas o discursivas*: Orientan y mantiene la atención.
- *Mapas conceptuales, redes semánticas y resúmenes*: Promueven una organización más adecuada de la información que se ha de aprender (mejorar las conexiones internas)

- *Organizadores previos y analogías*: Para potenciar el enlace entre conocimientos previos y la información que se ha de aprender (mejorar las conexiones externas)

Funciones de las estrategias de enseñanza

Díaz Barriga y Hernández (*op.cit.*) proponen que las estrategias de enseñanza pueden tener las siguientes funciones:

1. Para activar o producir conocimientos previos y para establecer expectativas adecuadas
2. Para orientar la atención
3. Para organizar la información que se va a aprender
4. Para promover el enlace entre los conocimientos previos y la nueva información que se aprenderá

1. Estrategias para activar (o generar) conocimientos previos y para establecer expectativas adecuadas en los aprendices.

Este tipo de estrategias son útiles para activar los conocimientos previos o incluso a generarlos cuando no existan. También podemos incluir a aquellas que se permiten el esclarecimiento de las intenciones educativas que el educador pretende lograr al finalizar el ciclo de enseñanza.

La activación de conocimientos previos puede ser útil al educador en dos aspectos. Por un lado, le permiten conocer lo que saben sus aprendices, por otro lado, ese conocimiento lo puede utilizar como base para promover nuevos aprendizajes. Es importante esclarecer las intenciones educativas u objetivos porque de esta forma pueden desarrollar expectativas adecuadas sobre la sesión, además, les ayuda a encontrar sentido y/o valor funcional a los aprendizajes involucrados durante la sesión.

En consecuencia, este tipo de son principalmente de tipo preinstruccional, por lo que se recomienda usarlas sobre todo al inicio del ciclo de enseñanza. Algunos ejemplos de ellas son: las *preinterrogantes*, la *actividad generadora de información previa* (por ejemplo: lluvia de ideas, etc.), la enunciación de *objetivos*, etcétera.

2. Estrategias para orientar la atención

Este tipo de estrategias son recursos que el educador puede utilizar para enfocar y mantener la atención de los aprendices durante la sesión, el discurso o el texto. Es necesario aclarar que los procesos de atención selectiva son actividades esenciales durante el aprendizaje. Es por ello, que se recomienda utilizarlas preferentemente como estrategias de tipo coinstruccional, debido a que pueden aplicarse de manera continua para indicar a los aprendices sobre que aspectos, conceptos o ideas deben dirigir sus procesos de atención, codificación y aprendizaje. Algunas estrategias que pueden clasificarse en esta sección son las siguientes: las *preguntas insertadas*, el uso de *pistas* o *claves* para explotar distintos índices estructurales del discurso - ya sea oral o escrito- y el uso de *ilustraciones*.

3. Estrategias para organizar la información que se ha de aprender

Este tipo de estrategias permiten organizar la información nueva que se aprenderá al representarla en forma gráfica o escrita. Cuando se brinda una adecuada organización a

la información que se aprenderá aumenta la significatividad lógica de la misma, y en consecuencia, hace más probable el aprendizaje significativo de los aprendices.

Estas estrategias pueden utilizarse en los diferentes momentos de la enseñanza. Entre ellas se encuentran las de representación visoespacial, como *mapas o redes semánticas*, y a las de representación lingüística, como *resúmenes y cuadros sinópticos*.

4. Estrategias para promover el enlace entre los conocimientos previos y la nueva información que se va a aprender

La finalidad de estas estrategias es crear o potenciar vínculos apropiados entre los conocimientos previos y la información nueva que se va a aprender con el fin de asegurar una mayor significatividad en los aprendizajes logrados. Es por ello que se recomienda utilizar tales estrategias antes o durante la instrucción para lograr mejores resultados en el aprendizaje. Las estrategias más comúnmente utilizadas para enlazar lo nuevo y lo previo son las de inspiración ausubeliana: los *organizadores previos* (comparativos y expositivos) y las *analogías*.

Las distintas estrategias de enseñanza que se han descrito pueden usarse simultáneamente e incluso es posible hacer algunas mezclas. El uso de las estrategias dependerá del contenido de aprendizaje, de las tareas que deberán realizar los alumnos, de las actividades didácticas efectuadas y de ciertas características de los aprendices (por ejemplo, nivel de desarrollo, conocimientos previos, etcétera) (Díaz Barriga y Hernández, *op.cit.*).

5.3. Evaluación de los talleres de ciencia

El propósito de esta sección es argumentar de que forma los talleres de ciencia que se realizan dentro del Museo Universum pueden someterse a un proceso evaluativo. La razón de ello es que reconocemos que en esta actividad ocurre un proceso de enseñanza-aprendizaje de naturaleza distinta a la de los contextos formales. Cualquier situación educativa, formal o no formal, requiere de una planeación, un diseño, una implementación y una evaluación. Desde nuestra perspectiva, los talleres de ciencia, al estar fundamentados en el marco teórico de la educación no formal, requieren pasar por estas fases para lograr una mayor eficacia. La evaluación por lo tanto, es esencial en los talleres de ciencia.

A lo largo de este capítulo trataremos de fundamentar y explicar cuáles son las formas de evaluación más adecuadas para una actividad como los talleres de ciencia. Para ello será necesario exponer brevemente los antecedentes históricos de la investigación en educación, explicar qué es evaluación y como se concibe en el estudio de fenómenos educativos, las modalidades de la evaluación en educación y particularmente las formas de evaluación constructivista; posteriormente algunas técnicas de investigación cualitativas que son útiles para la modalidad de talleres. Finalmente, se explicarán las razones por las que se deben evaluar los talleres de ciencia.

Antecedentes Históricos de la Investigación en Educación

Cuando se inició la investigación en educación (Investigación educativa) se empleó el método empírico – cuantitativo, también llamado método deductivo – inductivo. Es la

integración del método deductivo, iniciado por Aristóteles, y el inductivo propuesto por Francis Bacon (siglo XVII). El uso de este método abrió las puertas a la investigación empírica: la experimentación controlada, el uso de diferentes diseños de investigación, tanto de grupo como de un solo sujeto, el empleo de la estadística como herramienta para el análisis de datos, la observación sistemática, la elaboración de teorías y su comprobación en la práctica. Contribuyó, en general, al avance del conocimiento científico en educación (Bisquerra, 1989; Garduño, 1999).

A mediados del siglo pasado se comienzan a estudiar los fenómenos educativos utilizando investigación cualitativa. Autores como Rodríguez, Flores y García (citado en Garduño, 1999) consideran que sus antecedentes se encuentran en la sociología Europea, con el trabajo de LePlay en 1855 sobre la vida de las familias obreras europeas, y en la antropología de finales del siglo pasado, a partir de los estudios de documentación realizados por misioneros y maestros. Esta nueva forma de Investigación argumentó, principalmente, que los datos se recogen en el campo y no en el laboratorio o en lugares controlados (Bisquerra, *op.cit.*; Garduño, *op.cit.*).

Las diferencias fundamentales entre la investigación cualitativa y la cuantitativa son tres. Primeramente, la investigación cualitativa se interesa en comprender el fenómeno y no en controlarlo, explicarlo o buscar las causas. En segundo lugar, en la investigación cualitativa destaca el carácter personal que asume el investigador al interpretar la realidad que está estudiando, lo cual contrasta con el rol distante del investigador empirista en el análisis frío y estadístico de los datos. Finalmente, la tercera diferencia enfatiza en que el investigador cualitativo construye el conocimiento mientras que el cuantitativo lo descubre (Garduño, *op.cit.*).

Qué es evaluación y cómo se concibe en el estudio de fenómenos educativos

Para algunos autores (Stevens,1951; citado en Bisquerra, 1989) evaluar es “atribuir juicios de valor a las mediciones hechas, entendiendo como medición la asignación de números a objetos o hechos a partir de ciertas reglas” (Bisquerra, 1989:90). Sin embargo, la medición de los fenómenos educativos resulta complicada, debido a que no siempre son observables o cuantificables. Para Gimeno y Pérez (1994) los fenómenos educativos (y sociales) poseen un carácter subjetivo y complejo que requieren una metodología de investigación que respete su naturaleza. Añade además que el modelo experimental de investigación, basado en el modelo positivista, es rígido y limita la cabal comprensión de los fenómenos educativos. Por tanto, “la evaluación educativa (psicoeducativa) debe ser una valoración y un análisis cualitativo y cuantitativo” (Díaz Barriga y Hernández, *op.cit.*:180).

Por otro lado, Díaz Barriga y Hernández (*op.cit.*) proponen que la evaluación educativa implica:

1. *Delimitar (delimitación) el objeto o situación* que se evaluará
2. *Utilizar ciertos criterios.* Para lo que es necesario considerar como fuente principal las intenciones educativas predefinidas durante la programación del taller.
3. *Una sistematización mínima,* con la que es posible obtener información. Se pueden utilizar diversas técnicas, procedimientos e instrumentos evaluativos, que se escogerán de acuerdo a su pertinencia.

4. *Elaborar una representación lo más fidedigna (fiel) posible del objeto de evaluación.* La comprensión de lo que se evaluará será más completa si se toma en cuenta un mayor número de elementos y fuentes para construir esa representación.
5. *Emitir juicios* de naturaleza esencialmente cualitativa sobre lo que hemos evaluado, con base en los criterios predefinidos en las intenciones educativas, así como, la construcción de la comprensión lograda.
6. *Tomar decisiones* con el fin de lograr retroalimentación, ajustes y mejoras necesarias y sustantivas de los objetos o situaciones que se evaluarán.

Modalidades de evaluación en educación

En esta sección se explicarán las diferentes formas de evaluación que se utilizan en educación que corresponden a los tipos usados en la perspectiva constructivista. Las modalidades de evaluación que vamos a explicar se utilizan comúnmente en ambientes formales, sin embargo, resultan adecuadas a una situación de enseñanza no formal como son los talleres de ciencia. Significa, que la naturaleza educativa no formal de los talleres hace necesaria su evaluación debido a que son actividades que previamente se planifican, diseñan y se implementa lo programado.

Scriven (1967; citado en Bisquerra, *op.cit.*: 142) distinguió diferentes tipos de evaluación: la formativa, la sumativa y la evaluación diagnóstica. En la *evaluación diagnóstica* se analiza la situación inicial de las personas que participan en el programa o sesión educativa. Cuando la es pertinente, a partir del diagnóstico obtenido se puede diseñar un programa de intervención. Durante la *evaluación formativa* se recogen datos mientras se aplica aquello que fue establecido previamente, que comúnmente se le denomina programa. La información recogida se utiliza para realizar modificaciones que supongan una mejora en el programa, o bien, podemos suspenderlo. Finalmente, la *evaluación sumativa* se lleva a cabo cuando ha finalizado la aplicación del programa o de una sesión. Su función es determinar si los objetivos se lograron.

Desde una perspectiva constructivista es posible evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje de diversas formas, sin embargo, expondremos aquella que se utiliza de acuerdo a los momentos en que se puede aplicar la evaluación porque es adecuada para una actividad como los talleres de ciencia.

Los momentos de aplicación de este tipo de evaluación son: antes de iniciar el episodio o proceso educativo, durante y después de finalizarlo. Las tres modalidades de evaluación son: diagnóstica, formativa y sumativa. Cada una de estas formas de evaluación son necesarias y complementarias para una valoración global y objetiva de lo que está ocurriendo en la situación de enseñanza-aprendizaje (Díaz Barriga y Hernández, *op.cit.*).

a) *Evaluación Inicial o diagnóstica.* Se realiza antes de iniciar el desarrollo del proceso educativo. Existen dos tipos de evaluaciones iniciales: la evaluación diagnóstica inicial y la evaluación diagnóstica puntual. Con la *evaluación diagnóstica inicial* se pueden identificar las capacidades cognitivas generales y específicas de las personas en relación con el programa pedagógico (el taller) al que se van a incorporar. También pueden valorar los esquemas cognitivos de las personas o sus conocimientos previos. Este tipo de evaluación no es posible llevarla a cabo en los talleres de ciencia por el tiempo limitado con el que se puede trabajar con los participantes. Sin embargo, la *evaluación diagnóstica puntual* es más apropiada para esta actividad. Se realiza en diferentes momentos antes de iniciar una sesión o bien, un segmento de enseñanza de esa sesión. Con esta forma

de evaluación se puede identificar y utilizar continuamente los conocimientos previos de los alumnos luego de que se inicia el tema, siempre que se considere necesario.

Para realizar la evaluación diagnóstica se pueden utilizar diversos procedimientos que pueden ser técnicas informales y seminormales (consultar la sección de “Algunos instrumentos y procedimientos de evaluación”).

La evaluación inicial de los talleres de ciencia se realiza antes de aplicar el taller, por lo que se analizan algunos elementos de la planeación del mismo (Casanova, 1991).

b) *Evaluación formativa*. Esta evaluación se realiza simultáneamente al proceso de enseñanza y aprendizaje, por lo que debe considerarse, más que las otras, una parte esencial del proceso educativo total. Hay dos aspectos de la evaluación formativa que se deben considerar al mirarlas desde la perspectiva constructivista.

El primero de ellos, la condición, se refiere a que la evaluación formativa requiere que se realice un mínimo de análisis sobre los *procesos de interactividad* que suceden durante la situación de enseñanza (p.ej: entre talleristas, participantes, contenidos).

El segundo, su razón de ser, se refiere al valor funcional que tiene la información conseguida gracias al análisis de los procesos de interactividad, y que de acuerdo con una concepción constructivista de la enseñanza, resulta de importancia fundamental: el *ajuste de la ayuda pedagógica*. A través de la evaluación formativa podemos saber qué y cómo proporcionar el andamiaje a los procesos de construcción. Además, el tallerista podrá reflexionar durante y después de la sesión (taller) lo que realizó; es decir, podrá conocer la razón del éxito o fracaso de alguna técnica o procedimiento de enseñanza, sobre las actividades de enseñanza y aprendizaje, sobre el ritmo de trabajo, sobre las técnicas y materiales didácticos, o bien, el origen de determinados problemas o dificultades de comprensión.

Finalmente, hay que recordar que la evaluación formativa debe realizarse en cada momento del desarrollo de la sesión, es decir, en forma continua. También se recomienda que se realice después de un cierto número de sesiones de un mismo taller (forma periódica), sin perder de vista que hay que ir regulando dos aspectos fundamentales del proceso de enseñanza:

1. Los procesos de construcción realizados por los participantes sobre los contenidos del taller, con el fin de conocer si se está llevando a cabo lo señalado en las intenciones (objetivos) educativos.
2. La eficacia de las experiencias y estrategias de enseñanza planeadas y/o ejecutadas durante la sesión (el taller), en relación con el aprendizaje de los participantes, y que tiene como objetivo que ellos logren manejar de manera autónoma los contenidos.

En la evaluación formativa es posible utilizar técnicas informales, semiformales y formales. Para una sesión (un taller) y para una evaluación continua, son particularmente adecuadas algunas técnicas de evaluación informal y semiformal. Por ejemplo, los constantes intercambios a través de preguntas y respuestas, la observación intuitiva o dirigida a través de listas de cotejo, los diarios de campo o registros etnográficos.

Durante la evaluación formativa o procesual de los talleres de ciencia se detecta de manera permanente la funcionalidad del taller, su diseño y aplicación, su ajuste real a los participantes del mismo. Así, constituye una reflexión continua, durante el tiempo de duración del taller, acerca de los problemas que van surgiendo, a fin de tomar decisiones directas e inmediatas para superarlos, sin esperar a momentos posteriores en que los

errores cometidos o los aprendizajes no adquiridos o mal adquiridos ya no tengan solución educativa apropiada (Casanova, *op.cit.*).

c) *Evaluación sumativa o final.* Es la evaluación más utilizada. Se lleva a cabo al terminar una sesión o el proceso educativo completo (el taller). Su fin principal es verificar en qué grado los objetivos o las intenciones educativas se han alcanzado. Pero especialmente a través de la evaluación sumativa se puede obtener información que permita derivar conclusiones importantes sobre el grado de éxito y eficacia de la experiencia educativa global emprendida.

La evaluación final del funcionamiento de la programación de los talleres de ciencia se realiza para efectuar una reflexión conjunta sobre el planteamiento integral del taller y sobre cada uno de los elementos que la componen.

Algunos instrumentos y procedimientos de evaluación del aprendizaje

Díaz Barriga y Hernández. (*op.cit.*) sugieren diversas técnicas para la evaluación del proceso de enseñanza – aprendizaje; sin embargo solamente explicaremos aquellas que son útiles y se pueden adaptar a las características de los talleres de ciencia que se imparten en el Museo Universum.

a) Técnicas Informales

Uso: Se utilizan cuando los episodios de enseñanza son cortos; por lo que resulta ideal para una sesión de un taller de ciencia.

Características: Se distinguen especialmente porque son técnicas que no se presentan como actos de evaluación, por lo que los participantes no sienten que se les esté evaluando. Requieren cierto grado de planeación y elaboración.

Podemos identificar dos tipos:

1. Observación de las actividades realizadas por los participantes
2. Exploración a través de preguntas formuladas por el tallerista durante la sesión del taller.

1. Observación de las actividades realizadas por los alumnos

Características generales: Se usa de forma incidental o intencional cuando se está enseñando y/o cuando los participantes aprenden en forma más autónoma. Lo que puede analizar el tallerista son las actividades realizadas por los participantes, de las que se puede poner atención en dos aspectos:

- El habla espontánea: participaciones, preguntas, comentarios hacia el tallerista o entre participantes. Todas éstas, son para el tallerista una fuente de información importante acerca de lo que los participantes comprenden o no respecto a los contenidos o a los recursos didácticos empleados. Sin embargo, hay que tener presente que existen varios factores que pueden afectar el habla en los participantes: la edad, la escasa familiaridad con los contenidos, el clima de respeto, la atmósfera de aceptación desarrolladas en el taller, los factores socioculturales.
- Expresiones y aspectos paralingüísticos: gestos de atención, de sorpresa, de gusto-digusto, de aburrimiento, etc., que realizan los participantes en el taller. Éstas pueden informar a los talleristas sobre el valor funcional de las estrategias y procedimientos de enseñanza que se esté utilizando, las actividades de enseñanza y aprendizaje, los

materiales y los recursos didácticos utilizados, etc. Por esta razón, el tallerista debe desarrollar una cierta sensibilidad para atender estos indicadores, en apariencia sutiles y sin importancia, pero muy valiosos para la enseñanza y, en general, para el taller de ciencia.

2. Exploración a través de preguntas formuladas por el tallerista durante el taller

Las preguntas que el tallerista elabora están relacionadas con base en el contenido que se está enseñando. Lo que se pretende es estimar el nivel de comprensión de los participantes sobre lo que se está revisando, para que en caso necesario se brinde ayuda a través de: comentarios adicionales, profundización sobre algún aspecto, aclaraciones, correcciones, etc. Las preguntas hechas por el tallerista durante la sesión deben ser estructuradas con base en:

- Las intenciones u objetivos del taller, del tema o el contenido.
- Deben ser pertinentes; además de que no dispersen la atención de los participantes hacia asuntos irrelevantes.
- Deben explorar (para indirectamente inducir) un procesamiento profundo de la información (grado de comprensión, capacidad de análisis, nivel de aplicación, etc.) y no sólo solicitar la mera reproducción de la información que se está abordando en el taller.

A través de lo que los participantes dicen y hacen el tallerista puede identificar ciertos indicadores que le informan acerca del grado en que está consiguiendo compartir y/o comunicar los contenidos. El tipo de preguntas elaboradas por los participantes, sus dudas, sus errores, etc., son elementos que permiten al tallerista inferir cuánto y cómo van asimilado el contenido temático que se intenta enseñar; además, le brinda bases suficientes para saber cómo puede hacer coincidir las nuevas explicaciones o ayudas a las nociones o conocimientos de los participantes.

Sin embargo, existen algunas críticas a esta técnica: su bajo nivel de validez y de confiabilidad. Por ello, Airasian (1990; citado en Díaz Barriga y Hernández, *op.cit*) propone algunas sugerencias para contrarrestarlas:

- Cuando se pretenda obtener información es recomendable tomar una muestra amplia de participantes, no sólo incluir a los voluntarios.
- Para valorar el progreso del aprendizaje no es suficiente con observar si los participantes prestan atención; es necesario considerar varios indicadores.
- Es necesario que los talleristas se apoyen con técnicas semiformales y formales.

b) Técnicas semiformales

Características generales: Requieren de un mayor tiempo de preparación; además, demandan un mayor tiempo de su valoración y exigen a los participantes respuestas más duraderas. Algunas veces los participantes pueden percibir las más como actividades de evaluación. Solamente describiremos una de ellas, debido a que las otras no se pueden aplicar durante una hora que dura la sesión del taller de ciencia.

1. Ejercicios y prácticas que los participantes realizan en el taller

Son el conjunto de actividades que el tallerista plantea a los participantes. Pueden ser programadas para que cada participante trabaje individualmente o bien para trabajar en grupos cooperativos. Lo que se pretende con los ejercicios que realizan los participantes,

es proporcionar a los participantes una oportunidad para que profundicen sobre determinados conceptos o procedimientos (para aplicarlos, para reflexionar o discutir sobre ellos, etc.). Además, el tallerista puede valorar el nivel de comprensión o ejecución que los participantes son capaces realizar. El tallerista puede valorar y estimar cuando se están ejecutando, o bien, cuando ya fueron efectuados y revisados hasta donde han llegado a comprender los participantes el contenido. Hay que señalar que el tallerista deberá insistir en la comunicación de mensajes apropiados sobre el éxito de las tareas y a corregir directa o indirectamente, si es necesario, los errores cometidos. Se recomienda al tallerista no consignar los errores de los participantes, sino corregirlos, sensiblemente, para que resulten constructivos para ellos y así puedan obtener algún tipo de beneficio para sus próximos aprendizajes.

c) Técnicas formales

Características generales: Estas técnicas y procedimientos de evaluación son más sofisticados, por lo que requiere que se planeen y elaboren con más cuidado. Se aplican, frecuentemente, en situaciones que demandan un mayor grado de control. Por tal razón, éstas se perciben como “verdaderas” situaciones de evaluación. Se utilizan de forma continua o al finalizar una sesión (un taller de ciencia).

Existen diversas modalidades, sin embargo, solamente describiremos dos de ellas porque son técnicas que son pertinentes para aplicarse en los talleres de ciencia.

1. Listas de cotejo o verificación y escalas

Características generales: Con estos instrumentos es posible estimar la ejecución de procedimientos, habilidades o productos que pretendemos observar. Se puede verificar si están presentes o ausentes una serie de elementos o atributos relevantes y característicos de esa ejecución. Por ejemplo: el manejo de un instrumento, la producción escrita. O bien, se puede valorar el producto como: dibujos, producciones escritas, etc.

También pueden ser útiles si se quiere determinar el grado de adecuación de las ejecuciones involucradas en las tareas o situaciones de prueba, cuando éstas están siendo realizadas por los participantes.

Algunas de las desventajas que presenta las listas de verificación es que la información que brindan las listas de verificación no es de naturaleza cualitativa (sobre la forma en que han sido realizadas las ejecuciones).

2. Escalas

Características generales: Son instrumentos que permiten establecer estimaciones cualitativas dentro de un continuo sobre ejecuciones o productos realizados por los participantes. Existen varios tipos de escalas: escalas formales de actitudes (Likert, Thurstone, Guttman), escalas tipo diferencial semántico, escalas de estimación y escalas de producción escolar (Bisquerra, *op.cit.*).

Tipos de escalas:

- Escalas cualitativas (descriptivas o basadas en criterios o estándares amplios): Se utilizan calificativos para caracterizar las dimensiones relevantes con el establecimiento de juicios descriptivos o evaluativos. Del primero tenemos como ejemplo: tarea incompleta, parcialmente completa, completa) y del segundo: excelente, bien, suficiente, mal, muy mal.

- Escalas numéricas: En éstas se asignan valores numéricos dentro de la escala. Esto resulta mucho más fácil pero es poco informativo si no se cuenta con buenos descriptores. Hay que agregar que los continuos de las escalas pueden tener distintos puntos o segmentos en donde pueda calificarse la característica o dimensión particular, es decir, se le puede ubicar entre dos polos: uno positivo y otro negativo. Para ello no hay una regla preestablecida. Pero al menos pueden hacerse las siguientes sugerencias:
 - Se recomienda que los puntos sean siempre más de dos. Una escala que tiene cinco incluso siete puntos es más confiable.
 - El número de puntos dependerá del tipo de decisiones que se desee tomar con los participantes respecto a la conducta, procedimiento o proceso a evaluar.
 - El número de puntos debe permitir la identificación de diferencias claras para establecer algún tipo de comparación (entre participantes, entre grupos)
 - Es preferible que la cantidad de puntos sea un número impar
 - La estimación y el puntaje no requiere de dosis elevadas de inferencia o interpretación

Las escalas también pueden ser utilizadas por los participantes y no sólo los talleristas. Es necesario asegurarse que la escala esté bien diseñada; es decir, los reactivos, los continuos-escalas y sus opciones deben tener suficiente claridad.

Técnicas de Investigación cualitativas

Anteriormente, se explicó que los métodos de investigación cualitativas son muy útiles en el estudio de los fenómenos educativos ya que permiten comprender aspectos que la investigación de tipo cuantativo no lo hace. Por otro lado, este tipo de investigación es pertinente y relevante en un contexto educativo no formal, como el Museo Universum. Por ello, se considera importante explicar las técnicas de recolección y análisis de información que se pueden utilizar en los talleres de ciencia.

a) *Observación participante.* Se considera a Malinowski como el creador de la observación participante. En la observación participante el observador se dedica a las actividades que está observando. Es uno más del grupo objeto de estudio. El principal objetivo es lograr una interpretación de los datos.

Taylor y Bogdan (1986: 31-99; citados en Bisquerra, 1989:264) caracterizan a la observación participante como una investigación de corte cualitativo en todos sus aspectos: desde la preparación hasta la realización del trabajo de campo, incluyendo el diseño de investigación, la selección de los escenarios, el acceso, la recolección de datos, la negociación del propio rol, el establecimiento del rapport, la participación, los informantes claves, tácticas de campo, el aprendizaje del lenguaje, notas de campo, descripciones, registros, etc.

El principal argumento por el que fue creado este procedimiento es que el campo de investigación está constituido por personas y es esencialmente significativo. No se trata de moléculas, átomos o electrones. El mundo social está estructurado subjetivamente, con un significado particular para sus miembros. Las tareas del investigador educativo, muchas veces, consisten en explicar los medios según los cuales se establece un orden social y se mantiene, en términos de sus significados compartidos.

En educación, la observación participante es un método de evaluación interactivo en el que el investigador (tallerista) debe pasar todo el tiempo con los sujetos que estudia (participantes); debido a que se intenta reflejar sus interacciones y actividades en notas

de campo que toma en el momento o inmediatamente después de producirse los fenómenos. Así el investigador (tallerista) debe volverse un excepcional observador, recogiendo sus notas en el llamado "diario de campo" (diario del tallerista). Este es un instrumento muy valioso para el análisis crítico de los procesos de aprendizaje (por ejemplo, la detección de las dificultades y bloqueos de las personas para aprender) y para ayudar al educador (tallerista) a tomar decisiones que le permitan mejorar su trabajo.

Porlán (1987; citado en Rodríguez Barreiro, et.al; 1992) señala tres estilos diferentes en la elaboración del diario, según el tipo de observaciones que se realicen:

- Centrado en las emociones
- Centrado en las actividades de aprendizaje
- Centrado en la dinámica social de la clase

Elaborar un diario de campo es una tarea costosa y que exige tiempo. Sin embargo, es recomendable usarlo por la calidad y la cantidad de información que nos puede aportar a la investigación. Una manera de minimizar lo anterior consiste en enfocar exclusivamente la atención en aquellos factores en los que estemos más interesados.

Entre las ventajas que posee la observación participante podemos enumerar las siguientes:

- Es particularmente adecuada cuando se trata de estudiar el comportamiento no verbal.
- Puesto que los estudios observacionales requieren bastante tiempo, el investigador puede desarrollar una relación más íntima e informal con los sujetos que está observando, generalmente en ambientes naturales.
- Los estudios observacionales son menos reactivos que los experimentales; suele haber menos sesgo entre el comportamiento real y los datos recogidos.

Sin embargo, la observación participante ha recibido diversas críticas, entre las que destacan que los datos son subjetivos, pueden estar sesgados, muchas veces se trata de simples impresiones, son idiosincráticos, carecen de medidas cuantificables, carecen de validez interna y externa (Bisquerra, *op.cit.*).

b) *La observación no participante.* Es un método de recogida de datos no interactivo, debido a que la relación con los sujetos de estudio es escasa o nula aunque él observador no participante se encuentre en el ambiente natural (de estudio). Su objetivo es contemplar lo que está aconteciendo y registrar los hechos. Es posible realizar la observación no participante a través de las siguientes formas:

- Crónicas de flujos de comportamiento. Requiere de descripciones exactas de lo que los participantes dicen y hacen. Pueden ser abiertas o cerradas según el grado con que el tallerista haya precisado sus propios intereses. Pertenecen a este subgrupo los mapas y plantillas de observación. La mayor ventaja de estos instrumentos, frente a los interactivos, reside en la rapidez y sencillez con las que se registran los datos.
- Protocolos de análisis de interacción. Su objetivo radica en anotar las formas de interacción de los participantes. Estos protocolos abarcan desde los sociogramas informales, elaborados sobre el terreno por el observador, hasta sistemas estandarizados de clasificación de los comportamientos. Se requiere que se establezca algún sistema de símbolos para agilizar el registro. (Sancho, 1988; citado en Gómez Coronel M, et. al., s/f, p.7).

- Medios audiovisuales. Nos referimos a la grabación total o parcial de las sesiones de talleres de ciencia tanto en cassette como en video. Ambas formas proporcionan una amplia y confiable información, por lo que su uso es cada día más difundido en la investigación educativa. Su empleo habitual conlleva un mayor costo económico a la vez de que precisa mayor tiempo, si consideramos el vaciado, la interpretación, etc. Sin embargo, su audición u observación por parte del equipo de investigación rinde frutos altamente positivos, pues les permite tomar conciencia de la forma en que se desenvuelve su trabajo, y por consiguiente, la posibilidad de mejorarlo. Además, al observar los videos y oír las cintas, el equipo de investigación hace un vaciado y análisis de la información y lo contrasta con las otras fuentes de datos (instrumentos, diario del tallerista, notas de campo, documentos recogidos, etc.).

c) *Recogida de documentos.* Es un método de recogida de datos no interactivo. Consiste en recoger aquellos documentos que los participantes hicieron durante la clase, ya sean hojas de actividades, cuestionarios, evaluaciones, etc.

Estos documentos son fuentes de datos que muestran experiencias y conocimientos de las personas que participaron en los talleres.

d) *La entrevista.* Es otra técnica de recogida de datos interactiva que nos puede brindar información sobre numerosas habilidades (cognitivas, afectivas, etc.). La entrevista permite complementar la información recabada mediante la observación participante, así como la recogida mediante otros instrumentos menos potentes como cuestionarios y pruebas escritas. El contraste, permite llevar a cabo las triangulaciones necesarias para asegurar la validez de los datos.

Utilidad: La entrevista es una de las mejores herramientas disponibles cuando el tallerista pretende profundizar algún aspecto o analizar dificultades que los participantes encuentran durante la realización del taller. Aunque se requiere de cierto tiempo para realizar correctamente la entrevista (de aquello que queremos analizar), también es posible solventar este inconveniente entrevistando sólo a una pequeña muestra (representativa).

e) *Triangulación.* Es una de las técnicas de análisis de datos más características de la metodología cualitativa. El principio básico consiste en recoger y analizar datos desde distintos ángulos para compararlos y contrastarlos entre sí. Para Denzin (1970: 291; citado en Bisquerra, 1989: 264) la triangulación es "la combinación de metodologías en el estudio de un mismo fenómeno". Para Kemmis (1983; citado en Bisquerra, 1989: 264) consiste en un control cruzado entre diferentes fuentes de datos: personas, instrumentos, documentos o la combinación de todos ellos. La triangulación es la contrastación de los puntos de vista de los tres ángulos, observando los acuerdos y las diferencias entre los observadores.

Actualmente existen cinco tipos de triangulación, los que a continuación se expondrán de manera breve:

1. Triangulación de datos: se recogen datos de diversas fuentes para su contraste, incluyendo diversidad: a) temporal: se recogen datos en distintos momentos para comprobar si los resultados son constantes; b) espacial: se contrastan datos recogidos de distintas partes para comprobar las coincidencias; d) personal: se utilizan distintos sujetos (o grupos) para contrastar los resultados.

2. Triangulación de investigadores: se utilizan distintos observadores para comprobar que todos ellos registran lo mismo; diversos investigadores contrastan sus resultados respectivos sobre el mismo tema.
3. Triangulación teórica: se trabaja sobre teorías alternativas, incluso contrapuestas, más que sobre un único punto de vista. De esta forma se pretende tener una interpretación más comprensiva del fenómeno.
4. Triangulación metodológica: se aplican distintos métodos y se contrastan los resultados para analizar las coincidencias y divergencias. Se pueden utilizar distintos instrumentos y se contrasta si se llega a las mismas conclusiones.
5. Triangulación múltiple: Se combinan varios tipos de triangulación: datos, observadores, teorías y metodologías. La combinación de niveles de triangulación consiste en utilizar más de un nivel de análisis; recordemos los tres principales niveles de análisis: individual, social e interactivo.

Una vez que hemos revisado los antecedentes históricos de la Investigación en Educación, qué es la evaluación, las formas de evaluación educativas, algunas técnicas de evaluación constructivistas y algunas técnicas de investigación cualitativas, podremos explicar las razones por las que es necesario evaluar una actividad como los talleres de ciencia que se realizan en el Museo Universum.

¿Por qué evaluar los talleres de ciencia?

Desde las primeras páginas de este trabajo se ha planteado que los talleres de ciencia además de funcionar como medios de divulgación científica también son herramientas educativas. En ellos puede ocurrir un proceso de enseñanza-aprendizaje siempre y cuando sea una actividad que se planifique, se implemente aquello que se diseñe y se evalúe. Todo proceso educativo necesita pasar continuamente por las fases de planeación y diseño, aplicación y evaluación para comprender mejor dicho proceso. Esto ocurre también en situaciones educativas no formales, por lo que los talleres de ciencia al realizarse en un contexto de esta naturaleza también deben ser sometidos a este procedimiento. La evaluación es la última etapa de cualquier proceso educativo integral por lo que se propone, entonces, que los talleres de ciencia se sometan a este proceso evaluativo para verificar la eficacia de aquello que fue programado, para realizar las previsiones y el desarrollo de los planes hechos, para realizar los ajustes y rectificaciones necesarias y con ello elevar la calidad de dicha actividad (Casanova, *op.cit.*; Zarzar, 1997).

La evaluación es la última fase de la situación de enseñanza, pero no la menos importante. Es necesario destacar que la evaluación en educación es una actividad compleja debido a que se analizan diversos aspectos del proceso educativo. Algunos de los elementos que se pueden contemplar en la evaluación de los talleres son: la acción pedagógica o estrategias de enseñanza, el diseño de las actividades, los contenidos, los objetivos, los materiales, las actividades de aprendizaje, los recursos humanos, el contexto físico, entre otros; en las que al planificador o al diseñador, (en este caso, el tallerista) se le debe considerar el protagonista y responsable principal (Díaz Barriga y Hernández, *op.cit.*; Zarzar, *op.cit.*; Rubio, *op.cit.*; Sarramona, *op.cit.*).

En suma, los objetos o fenómenos que pueden ser evaluados en los talleres de ciencia son:

- a) Espacios (lugares): espacios cerrados o espacios abiertos (centros educativos, jardines de niños, eventos culturales, etc.)
- b) Educadores: talleristas.
- c) Participantes: de primaria, secundaria, universidad, adultos, discapacitados, o cualquier persona.
- d) Estrategias de enseñanza y aprendizaje.
- e) Materiales didácticos (enseñanza-aprendizaje): material audiovisual, grabaciones en audio, modelos, etc.
- f) Metodología de la enseñanza: contenidos, recursos, actividades, interacciones y la sistematización del proceso de enseñanza.
- g) La estructura didáctica: talleristas, participantes, contenido, objetivos y estrategias.
- h) Los ejes de la estructura didáctica: 1. De enseñanza: tallerista-contenido-estrategias; 2. De aprendizaje: participantes-contenido-objetivos; 3. De comunicación: participantes-contenido-tallerista.

Considerando algunas recomendaciones de Casanova (*op.cit.*) sobre la evaluación de las programaciones realizadas por los educadores, se propone que algunos de los objetivos para realizar la evaluación en cada taller son los siguientes:

1. Determinar la adecuación del proceso seguido para la elaboración de los talleres
2. Efectuar los reajustes precisos en el proceso de aplicación
3. Realizar una evaluación final del comportamiento de los elementos previstos en la programación de cada unidad.
4. Configurar convenientemente el conjunto de la programación de un taller, en función de los resultados obtenidos en la evaluación de otras programaciones y aplicaciones del mismo taller, en momentos anteriores.

Conclusiones del capítulo:

A partir de los contenidos abordados en este capítulo concluimos que la modalidad de talleres es una actividad que se desarrolla dentro de los Museos de Ciencia con un fin específico: la divulgación científica, es decir, poner la ciencia al alcance de todo público. Sin embargo, se ha reconocido que los talleres no sólo permiten divulgar la ciencia, también pueden ser valiosas herramientas de enseñanza que pueden generar experiencias educativas para las personas siempre y cuando se ofrezcan actividades organizadas planificadas, estructuradas e interrelacionadas con el fin de potenciar la calidad de los mensajes educativos que se pretendan transmitir.

El modelo de talleres que se propone en este trabajo pretende hacer una conjunción de tres componentes: las unidades didácticas, estrategias motivacionales para la instrucción y estrategias de enseñanza. Por otro lado, los elementos teóricos que sustentan estos tres componentes son congruentes con la perspectiva constructivista.

La planificación y el diseño, la conducción y la evaluación son momentos que debe cubrir (idealmente) cualquier proceso educativo. Al considerarse a los talleres como herramientas educativas se propone que pueden seguir dicho proceso.

La evaluación que se recomienda para los talleres es de tipo cualitativo y cuantitativo, porque ambas nos permitirán comprender mejor la naturaleza de esta actividad. La evaluación servirá para:

- Reflexionar sobre la planeación, el diseño, y la implementación de los talleres, sobretodo cuando estos comienzan a probarse por primera vez.
- Reflexionar acerca de la metodología del proceso de enseñanza-aprendizaje
- Reflexionar sobre el proceso de conducción de los talleres
- Orientar las modificaciones que se realicen a la metodología de trabajo

CAPÍTULO 6

MÉTODO

6.1. Pregunta de Investigación

¿El modelo de taller propuesto es pertinente y relevante como herramienta de divulgación científica y de enseñanza en un contexto educativo no formal como es el Museo Universum?

6.2. Objetivo general

Evaluar el diseño de un modelo de talleres y su aplicación con el fin de realizar una propuesta que colabore en la producción de talleres de ciencia como herramientas más efectivas de enseñanza y divulgación científica en contextos educativos no formales (Museo de Ciencias Universum).

6.3. Objetivos específicos

1. Diseñar 5 talleres construidos bajo un modelo sustentado por los principios de la aproximación constructivista. Los temas fueron: colores en la naturaleza, cocodrilo, fauna silvestre de México, figuras geométricas y tangram; los que están destinados para niños con edades entre seis y doce años.
2. Evaluar la estructura (diseño) de los talleres antes mencionados antes, durante y al finalizar la aplicación de los mismos. Los aspectos que se evaluaron son: el contenido, las actividades y los materiales.
3. Evaluar la participación de los niños durante el taller.
4. Evaluar la conducción de las personas que imparten los talleres (talleristas) durante la aplicación del mismo.
5. Evaluar la opinión de los niños sobre el contenido, las actividades, los materiales, la conducción de las talleristas, así como, su interés sobre el tema del taller.
6. Diseñar instrumentos para evaluar: la estructura (diseño) del taller; la conducción de los talleristas, la participación de los niños durante el taller y la opinión de los niños respecto al taller.

6.4. Hipótesis

1. La modalidad de talleres es una herramienta útil de divulgación de la ciencia en un contexto educativo no formal como es el Museo Universum.
2. La modalidad de talleres es una herramienta de enseñanza útil en un contexto educativo no formal como es el Museo Universum.
3. El diseño de cada uno de los talleres permite al tallerista tener un buen manejo de los contenidos, de las actividades y de los materiales para los niños y para él.

4. La estructura de los talleres permite una mejor organización de contenidos y actividades.
5. La estructura de los talleres permitirá en un primer momento activar conocimientos previos, en un segundo momento abordar los contenidos principales del taller y en un último momento realizar la síntesis de los contenidos.
6. La opinión de los niños, en promedio, será favorable respecto al contenido, las actividades, los materiales y la conducción del tallerista.

6.5. Sujetos

- Se tomó una muestra de 89 niños y/o niñas con edades entre 6 y 12 años que asistieron como visitantes al Museo Universum. Los niños provenían de una Escuela Primaria Pública de la S.E.P. que se encuentra en la Ciudad de México.
- 4 mujeres pasantes de diversas licenciaturas que imparten talleres de ciencia dentro del Museo Universum. Dos de ellas fungieron como talleristas coordinadoras y dos de ellas como talleristas de apoyo. Las talleristas coordinadoras impartieron y dirigieron los contenidos y las actividades que se realizaron en los talleres de ciencia. Las talleristas de apoyo realizaron funciones operativas (distribución de materiales), pero también asistieron al tallerista coordinador en las actividades lúdicas, actividades manuales, explicación de instrucciones y en la resolución de dudas e inquietudes que los niños manifestaron.
- La selección de los niños y de las personas que impartieron los talleres fue por muestreo no probabilístico intencional (Bisquerra, 1989; Echeverría, 1982).

6.6. Escenarios elegidos

Salones de la casita de las ciencias: Son espacios cerrados igualmente dispuestos para realizar los talleres de ciencia. Se encuentran en un edificio anexo al Museo de Ciencias Universum.

6.7. Diseño

En esta investigación se utilizó un diseño preexperimental del siguiente tipo: "estudio de caso con una sola medición".

G X O

6.8. Instrumentos

- **Instrumento de evaluación previa del taller de ciencia.**- Este instrumento permite verificar si están explícitos en el documento del diseño del taller (manual de procedimientos) lo referente a los contenidos, actividades y materiales. Además, permite conocer si el tallerista que impartirá el taller recibió algún curso de formación y

la naturaleza del mismo. Este documento lo contestará el tallerista coordinador antes de iniciar el taller (consultar el anexo 7).

- **Cuestionario de evaluación del diseño del taller de ciencia durante su aplicación.-** Este instrumento es un cuestionario que evalúa cuatro aspectos: contenidos, materiales y actividades. Este instrumento lo contestó el observador durante la aplicación del taller (consultar el anexo 8).
- **Lista de cotejo para evaluar la conducción del tallerista.-** Es una lista de cotejo con la que se evalúa la conducción de la tallerista en cuatro aspectos: exposición del contenido, recursos didácticos, manejo de grupo y actitud. La lista de cotejo evalúa los anteriores aspectos durante tres momentos del taller: apertura, desarrollo y cierre. Este instrumento lo contestará el observador durante la aplicación del taller (consultar el anexo 9).
- **Lista de cotejo para evaluar a los participantes.-** Este instrumento es una lista de cotejo que evalúa si los niños se involucran o no en las actividades que desarrollan a lo largo del taller. Esta evaluación comprende tres momentos del taller: apertura, desarrollo y cierre. Este instrumento lo contestó el observador durante la aplicación del taller (consultar el anexo 10).
- **Cuestionario de evaluación final del taller de ciencia.-** Es un cuestionario que evalúa los contenidos, las actividades, los materiales, la conducción del tallerista, la participación de los niños y la estructura del taller una vez finalizada la aplicación del mismo. Este cuestionario lo contestó la tallerista coordinadora (consultar el anexo 11).
- **Cuestionario para los participantes.-** Este cuestionario permitirá recabar información sobre la opinión de los niños respecto al contenido, las actividades, los materiales, la conducción de las talleristas, así como, su interés sobre el tema del taller (consultar el anexo 12).

6.9. Procedimiento

1. Se realizó el diseño de:
 - a) Seis instrumentos para evaluar: la estructura (diseño) del taller antes, durante y después de la aplicación del taller; la conducción del tallerista durante la aplicación del taller; la participación de los niños durante el taller y la opinión de los niños respecto al taller.
 - b) Cinco talleres de ciencia para cinco grados escolares con los temas: colores en la naturaleza, cocodrilo, fauna silvestre de México, figuras geométricas y tangram. La selección de los temas se realizó cuidando que estuvieran relacionados con los planes y programas oficiales, pero tratando de abordarlos de una manera lúdica, con demostraciones, experimentos y actividades manuales. En los talleres de con-figuras y tangramas se aborda el tema de geometría general que generalmente resulta difícil y aburrido para los niños, por lo que con estos talleres se intentó mostrarles que las matemáticas pueden ser divertidas e interesantes. El tema de fauna silvestre de México se eligió con fines de sensibilizar a los niños los estragos que ha causado el descuido del

ambiente por la actividad económica de la humanidad. El taller de colores en la naturaleza fue elegido porque con él se trata de mostrar y explicar a los niños como ocurre un fenómeno cotidiano de la naturaleza (formación del arcoiris y el espectro solar). El taller de cocodrilo se eligió para que los niños conocieran más sobre los reptiles, particularmente sobre los cocodrilos. La duración del taller colores en la naturaleza es de 43 minutos, el taller de cocodrilo y de fauna silvestre fue de 47 minutos, el taller de con-figuras fue de 45 minutos y taller de tangrama de 40 minutos.

2. Se impartió un curso de formación para las dos personas que realizaron la conducción de los talleres. Antes de iniciar el curso se les entregó un manual de procedimientos en donde están explícitos el contenido, las actividades, los materiales y la estructura de cada taller (consultar el anexo 13). Se les solicitó que lo estudiaran durante el curso. El curso se llevó a cabo en dos sesiones. En la primera de ellas se les habló de algunos elementos teóricos-conceptuales de dos de las posturas que integran la perspectiva constructivista: la teoría sociocultural de Vigotski y teoría del aprendizaje significativo de Ausubel. Además, se les habló brevemente de las ventajas psicopedagógicas que ofrece una actividad como talleres (socialización, favorecen el aprendizaje cooperativo, aprendizaje a través del juego, estimulan la investigación y creatividad, entre otras). En la segunda sesión, se les explicó el diseño de cada taller, es decir, su estructura, los contenidos y su secuencia, las actividades y los materiales a utilizar; finalmente se discutieron con ellas algunas estrategias motivacionales para la conducción de la sesión. Algunas de éstas son propuestas por Tapia (1997); por ejemplo, como activar la curiosidad y el interés de las personas en el contenido de un tema y algunas formas de organizar las actividades.
3. Se aplicaron los 5 talleres con los temas antes mencionados en el Museo Universum. El tiempo de duración de cada taller fue entre cuarenta y cinco minutos y una hora. Los talleres de colores en la naturaleza y cocodrilo se aplicaron el primer día, el taller de fauna silvestre el segundo día y los talleres de con-figuras y tangramas se aplicaron el tercer día.
4. La recolección de los datos y la información se realizó durante y después de la aplicación de los talleres. Es decir, se llevó a cabo la evaluación del diseño y la aplicación de cada uno de los cinco talleres.
5. Se realizó el análisis de los datos cuantitativos y cualitativos.

6.10. Tipo de estudio

Es un estudio de campo de tipo exploratorio y descriptivo (Hernández, Fernández y Baptista, 2000; Bisquerra, 1989).

6.11. Recolección de datos

1. Se utilizaron cuestionarios y listas de cotejo como métodos y técnicas cuantitativas de recolección de datos. Con los datos obtenidos por estos instrumentos se obtuvieron frecuencias y porcentajes. Solamente con los datos obtenidos a partir del Cuestionario para los participantes se obtuvieron medidas de tendencia central (una mayor descripción de la forma en que se realizó la recopilación de datos se encuentra en el capítulo de análisis de resultados).
2. Se utilizaron la observación y notas de campo como técnicas cualitativas de recolección de información de los siguientes aspectos: conducción del tallerista, participación de los niños y diseño del taller. De este último aspecto se consideraron: el contenido, las actividades, los materiales y la estructura del taller.
3. Se realizó la triangulación de datos (temporal, personal y de instrumentos) como técnica de análisis cualitativo.

CAPÍTULO 7

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de la investigación. El análisis de resultados que se realizó fue de tipo cuantitativo y cualitativo. Para llevarlo a cabo se consideraron tres perspectivas:

1. Los talleristas.- En esta parte se presentan los datos recopilados de los instrumentos contestados por las personas que aplicaron los talleres. Los instrumentos utilizados son los siguientes: Cuestionario de evaluación final del taller de ciencia (consultar el anexo 11).
2. El observador.- En esta sección se expone la apreciación del observador de acuerdo a la información recabada por los siguientes instrumentos: Lista de cotejo para evaluar a los participantes, la Lista de cotejo para evaluar la conducción del tallerista y el Cuestionario de evaluación del diseño del taller de ciencia durante su aplicación. También se utilizaron las notas de campo (consultar los anexos 8, 9 y 10).
3. Los niños.- En esta parte se explica los datos que nos proporcionaron los niños a través del Cuestionario para los participantes (consultar el anexo 12).

Es necesario indicar que se realizó una triangulación de datos de la información proveniente de los seis instrumentos del estudio y de las notas de campo. La triangulación *de datos* que se llevó a cabo fue de tres formas:

- a) Instrumentos.- se utilizaron los cuestionarios, listas de cotejo y notas de campo para contrastar los resultados en los siguientes aspectos: conducción del tallerista, participación de los niños, diseño y estructura del taller.
- b) Personal.- Se utilizaron distintos sujetos para comparar los resultados de cada uno de ellos. Las fuentes son: los niños, los talleristas y el observador.
- c) Temporal.- se recogieron datos en tres momentos de la realización del taller para comprobar si los resultados son constantes respecto a la conducción del tallerista y la participación de los niños.

La triangulación permitió evitar interpretaciones sesgadas de la información porque con ella se confrontaron y se sometieron a control recíproco los datos provenientes de diferentes fuentes (instrumentos, personas y momentos).

Finalmente, es necesario explicar la forma en la que se recolectaron los datos. A partir del inicio de cada taller el observador contestó los siguientes instrumentos: Lista de cotejo para evaluar la conducción del tallerista, la Lista de cotejo para evaluar a los participantes y el Cuestionario de evaluación del diseño taller durante su aplicación. Con la Lista de cotejo para los participantes y para la Conducción del tallerista se registraron diversos aspectos en tres momentos del taller: apertura, desarrollo y cierre. El Cuestionario de evaluación del diseño del taller durante su aplicación se fue contestando conforme fue desarrollándose el taller, sin considerar las tres etapas antes mencionadas.

Además, se tomaron notas de campo respecto a tres categorías generales establecidas antes de iniciar la investigación: diseño del taller, conducción del tallerista y participación de los niños. Del diseño del taller se delimitaron los siguientes aspectos: contenido, actividades, materiales y por otro lado, la estructura del taller. De las otras dos categorías principales no se delimitaron indicadores más específicos. Cabe aclarar, que las notas de campo se elaboraron durante la aplicación de cada taller y se concluyeron al finalizar cada sesión.

Finalmente, se aplicaron: el cuestionario para los participantes y el cuestionario de evaluación final del taller de ciencia. El primero de ellos, se aplicó una vez que la mayoría de los niños concluyeron todas sus actividades. El tiempo aproximado en el que lo contestaron los cinco grupos de participantes fue entre cinco y diez minutos. El segundo cuestionario fue contestado por el tallerista coordinador al finalizar cada sesión.

Cabe destacar que para realizar el análisis cualitativo de resultados se elaboraron categorías con base en las preguntas de los instrumentos, pero también de acuerdo las notas de campo y las respuestas de los niños.

Para realizar el análisis cuantitativo de datos solamente se obtuvieron: el modo, frecuencias y porcentajes y a partir de ello se encontraron algunos indicadores sobre el diseño y la conducción de los talleres.

7.1 Talleristas

En este apartado se presentan las apreciaciones de las personas que aplicaron los talleres de ciencia (talleristas coordinadoras) sobre los siguientes aspectos: conducción del tallerista, la participación de los niños, el diseño del taller y la estructura del mismo. La información se recabó a partir del Cuestionario de evaluación final del taller de ciencia (consultar el anexo 11).

a) Conducción del tallerista

En esta sección, los aspectos que se analizan son los siguientes: exposición del contenido, recursos didácticos, manejo de grupo, actitud y manejo de contenido.

Exposición de contenido.- De acuerdo con las personas que aplicaron los talleres su exposición de contenido fue dinámica, clara e interesante en los talleres de colores en la naturaleza, cocodrilo, fauna silvestre, con-figuras y tangramas (consultar la tabla 1).

Fue dinámica porque se exploraron y activaron conocimientos previos, se elaboraron preguntas sobre el contenido durante toda la sesión, se preguntaron dudas e inquietudes, se tomó en cuenta lo que decían los niños y construyó el conocimiento a partir de ello. Sin embargo, la tallerista reportó que en el taller de tangramas no promovió una participación activa en los participantes y en el taller de con-figuras no elaboró tan frecuentemente preguntas sobre el contenido (“faltó un poco”).

La exposición fue clara porque la tallerista sintetizó la información, vinculó los conocimientos previos de los niños con los contenidos nuevos, explicó y aclaró información cuando fue necesario y no dejó dudas o preguntas sin resolver. Sin embargo, la tallerista señaló que en el taller de colores en la naturaleza dejó algunas dudas y preguntas sin resolver.

Finalmente, la exposición fue interesante porque motivó a los participantes a experimentar o descubrir algo nuevo durante el taller.

Recursos didácticos.- Respecto a los recursos didácticos, las talleristas reportaron que fueron suficientes para promover una mayor comprensión de los contenidos para los talleres colores en la naturaleza y con-figuras; sin embargo para los talleres de cocodrilo, fauna silvestre y tangramas fueron insuficientes (consultar tabla 1).

Manejo de grupo.- En lo que respecta al manejo del grupo las dos talleristas consideraron que fue adecuado porque mantuvieron la atención de los niños a lo largo del taller en cuatro de ellos excepto en el taller de colores en la naturaleza; además de que realizaron un adecuado manejo de la voz (clara y fuerte) (consultar tabla 1).

Actitud.- Las talleristas juzgaron que su actitud en los cinco talleres fue de disposición porque se mostraron respetuosas, afectuosos, brindaron confianza a los participantes y mantuvieron una actitud de apertura al diálogo (consultar tabla 1).

Manejo de contenido.- Las talleristas reportaron que su manejo de los contenidos fue adecuado porque los presentaron de forma organizada y secuenciada en los talleres de cocodrilo, con-figuras y tangramas; mientras que para el taller de fauna silvestre de México la organización y secuencia fue regular y para el taller de colores en la naturaleza el tallerista señaló una total desorganización y falta de secuencia en el contenido (consultar tabla 1).

En la tabla siguiente encontramos compilados los resultados de los cinco talleres respecto a la apreciación que las talleristas tuvieron sobre su propia conducción durante la aplicación de cada taller. En ella se encuentra el reporte de los siguientes cinco aspectos: exposición del contenido, uso de recursos didácticos, manejo de grupo, actitud que mostró la tallerista y manejo de contenido.

Tabla 1
Resultados sobre la conducción del tallerista

CONDUCCIÓN DEL TALLERISTA					
Cuestionario de evaluación final del taller de ciencia					
	Taller colores en la naturaleza	Taller cocodrilo	Taller fauna silvestre de México	Taller configuras	Taller tangramas
Exposición de contenido	Dinámica Clara Interesante	Dinámica Clara Interesante	Dinámica Clara Interesante	Dinámica Clara Interesante	Dinámica Clara Interesante
Recursos didácticos	Materiales suficientes	Materiales insuficientes	Materiales insuficientes	Materiales suficientes	Materiales insuficientes
Manejo de grupo	Poco adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado
Actitud	Actitud con mucha disposición (respeto, confianza, apertura al diálogo y cariño)	Actitud con mucha disposición (respeto, confianza, apertura al diálogo y cariño)	Actitud con mucha disposición (respeto, confianza, apertura al diálogo y cariño)	Actitud con mucha disposición (respeto, confianza, apertura al diálogo y cariño)	Actitud sin mucha disposición (respeto, pero no confianza, apertura al diálogo y cariño)
Manejo de contenido	-Desorganizado y sin secuencia -Lenguaje accesible -Uso de ejemplos	- Organizado y con secuencia -Lenguaje accesible -Uso de ejemplos	- Organización y secuencia regular -Lenguaje accesible -Uso de ejemplos	-Organizado y secuenciado -Lenguaje accesible -Uso de ejemplos	-Organizado y secuenciado -Lenguaje accesible -Uso de ejemplos

b) Niños

En esta sección se analizan los siguientes aspectos: interés en las actividades, forma de trabajo de los niños, uso de material y estado anímico del grupo.

Interés en las actividades.- Las personas que aplicaron los talleres de ciencia reportaron que en cuatro de los talleres los niños mostraron interés en las actividades porque hicieron preguntas y/o comentarios sobre el contenido, realizaron las actividades planteadas y se involucraron en ellas. Sin embargo, en el taller de tangramas aunque los niños hicieron preguntas y/o comentarios sobre el contenido y realizaron las actividades planteadas, mostraron poco interés, de acuerdo con la tallerista, porque la actividad no era adecuada para la edad ("No mostraron interés quizá por la edad") (consultar la tabla 2).

Forma de trabajo de los niños.- La tallerista que aplicó los talleres de con-figuras y tangramas consideró que los niños trabajaron independientemente en sus actividades y siguieron el ritmo de trabajo previsto. Además, en estos talleres los niños solicitaron escasa o nula atención y ayuda durante sus actividades. Sin embargo, en el taller de tangramas un niño solicitó ayuda en la actividad manual porque no entendió la forma de hacerla y, de acuerdo con la tallerista, esto se debió a que no realizó un adecuado manejo de grupo y los niños se mostraron inquietos durante todo el taller (consultar la tabla 2).

En los talleres de colores en la naturaleza, cocodrilo y fauna silvestre, los niños mostraron poca autonomía en la ejecución de sus actividades, lo que se debió a dos razones. La primera fue porque los niños no trabajaron de forma independiente y la segunda porque no siguieron el ritmo de trabajo previsto (consultar la tabla 2).

En el taller de fauna silvestre la mayoría de los niños no siguieron el ritmo de trabajo previsto porque, de acuerdo con la tallerista, no hubo suficiente material. Además, la tallerista explicó que algunos niños mostraron interés en conocer más sobre las características del animal que tenían en su dibujo ("Algunos niños querían más información sobre los animales que les tocaron").

En el taller de cocodrilo la tallerista explicó que la mitad del grupo no trabajó independientemente porque su ritmo era lento, porque el grupo era inquieto y porque se modificó la secuencia de armado de la actividad manual debido a que las tijeras no estaban en el momento de iniciar dicha actividad. Esta situación ocasionó que los niños se confundieran porque las instrucciones no fueron las mismas para todos los niños ("Faltaron las tijeras con lo que la secuencia se alteró y los niños se confundieron").

En el taller de colores en la naturaleza, la mayoría de los niños no siguieron el ritmo de trabajo previsto en las actividades de desarrollo y cierre por tres razones: no hubo suficiente material para cada niño y se tenía que estar renovando constantemente. Por otro lado, en la actividad manual la mayoría de los niños tampoco siguió el ritmo de trabajo previsto porque los diseños de los dibujos eran de tres tipos y uno de ellos en especial tenía más detalles para pintar, lo que ocasionó que los tiempos para terminar cada uno de los dibujos fueran distintos ("tardaron tiempos diferentes en cada uno (dibujos), algunos niños terminaron antes y otros después").

Uso de material.- Las personas que aplicaron los talleres de ciencia reportaron que en cuatro de los talleres los niños hicieron un adecuado uso de material, excepto en el taller

de colores en la naturaleza porque los niños mezclaron los colores de forma inadecuada, lo que ocasionó desperdicio de material. De acuerdo con la tallerista, el grupo se mostró muy inquieto en la actividad de desarrollo y en la actividad manual porque no había suficiente material para cada niño y porque los niños terminaron en diferentes momentos la última actividad (“unos terminaron antes y otros después, con lo que el grupo se empezó a dispersar”) (consultar la tabla 2).

Estado anímico del grupo.- Las talleristas reportaron que en los talleres de colores en la naturaleza, cocodrilo y tangramas los niños estaban muy inquietos, lo que les causó ciertos problemas para manejar adecuadamente el grupo y mantener el orden sobre la realización de actividades, la explicación de instrucciones, la distribución de materiales y brindar el apoyo cuando los niños solicitaron atención, hicieron preguntas y/o comentarios. Por otro lado, en los talleres de fauna silvestre de México y con-figuras, la tallerista reportó que los niños se mostraron bastante tranquilos por lo que el manejo de grupo fue sencillo.

En la tabla siguiente encontramos compilados los resultados de los cinco talleres respecto a la apreciación que las talleristas tuvieron sobre la participación de los niños durante cada taller. En ella se encuentra el reporte de los siguientes aspectos: interés que mostraron en las actividades, la autonomía que manifestaron durante la realización de las actividades, el manejo del material y la serenidad o inquietud del grupo.

Tabla 2
Resultados sobre la participación de los niños

PARTICIPACIÓN DE LOS NIÑOS					
Cuestionario de evaluación final del taller de ciencia					
	Taller colores en la naturaleza	Taller cocodrilo	Taller fauna silvestre de México	Taller con-figuras	Taller tangramas
Grado de interés en las actividades	Interés en las actividades	Interés en las actividades	Interés en las actividades	Interés en las actividades	Poco interés en las actividades
Forma de trabajo de los niños	- Poca autonomía en la realización de actividades - Gran solicitud de atención y ayuda	-Poca autonomía en la realización de actividades - Gran solicitud de atención y ayuda	-Poca autonomía en la realización de actividades -Escasa solicitud de atención y ayuda	-Autonomía en realización de actividades -Nula solicitud de atención y ayuda	-Autonomía en realización de actividades -Escasa solicitud de atención y ayuda
Uso de material	inadecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado
Estado anímico del grupo	Inquieto	Inquieto	Tranquilo	Tranquilo	Inquieto

c) Diseño del taller

En esta sección se analizarán los siguientes aspectos: contenidos, actividades materiales para los niños y materiales para los talleristas.

Contenidos .- Los contenidos fueron adecuados y atractivos en cuanto a la edad de los niños en cuatro de los talleres porque, de acuerdo con las talleristas, si poseían conocimientos sobre el contenido del taller y “se observó que los niños hicieron preguntas, comentarios, dieron ejemplos y entendieron rápido los conceptos”. Sin embargo, para el taller de tangramas, de acuerdo con la tallerista, los contenidos no fueron adecuados para la edad ni atractivos para los niños (“sería para niños más pequeños, porque los grandes se aburren”) (consultar la tabla 3).

De acuerdo con las talleristas, en todos los talleres los contenidos fueron suficientes porque no fue necesario contemplar otros conceptos para lograr los objetivos (“se puede hablar de muchos más temas pero con los conceptos específicos es más que suficiente”).

Por otro lado, los talleristas reportaron que para todos los talleres la secuencia de los contenidos fue la adecuada.

Actividades. - Las talleristas reportaron que en los cinco talleres las actividades fueron adecuadas para hacer comprensibles los contenidos a los niños. A través de los juegos, actividades grupales y actividades manuales los niños pudieron comprender mejor los contenidos (con el juego de “reconocimiento de figuras geométricas se dieron cuenta de que en una figura se pueden encontrar más”) (consultar la tabla 3).

En los cinco talleres, de acuerdo con las talleristas, las actividades fueron adecuadas para lograr los objetivos porque, a través de ellas, los niños comprendieron y reafirmaron lo que se pretendía enseñarles. Sin embargo, en el taller de tangramas la tallerista explicó que a pesar de que los niños reafirmaron y comprendieron los contenidos, se aburrían en la realización de las actividades lúdica y manual debido a que eran actividades muy sencillas y que no implicaron algún reto para los niños.

Por otro lado, las talleristas explicaron que las actividades fueron suficientes para cubrir los contenidos planificados y cumplir los objetivos para cada uno de los talleres. Finalmente, la secuencia de las actividades fue oportuna para los cinco talleres (consultar la tabla 3).

Materiales para los niños.- De acuerdo con las talleristas, en los talleres de cocodrilo, fauna silvestre de México y con-figuras, los materiales para los niños fueron suficientes porque había una cantidad adecuada para cada uno de ellos. Para estos mismos talleres, las talleristas reportaron que los materiales fueron atractivos para los niños y por lo tanto convenientes para la edad, además, les permitieron comprender los contenidos y fueron adecuados para las actividades previstas (consultar la tabla 3).

Para los talleres de colores en la naturaleza la tallerista reportó que los materiales fueron convenientes para las actividades, además, de que fueron atractivos para los niños (adecuados para la edad). Sin embargo, fueron inapropiados para que los niños comprendieran los contenidos y no había suficiente cantidad de materiales para cada uno de ellos (“a mi criterio debe ser un godete, un vaso y un trapito por cada participante”).

Para el taller de tangramas, los materiales para los niños les permitieron comprender los contenidos y fueron suficientes para cada niño. Sin embargo, fueron inadecuados para las actividades y no fueron atractivos para los participantes (inadecuados para la edad).

Finalmente, las talleristas explicaron que en ninguno de los cinco talleres hubo desperdicio de material (consultar la tabla 3).

Materiales para las tallerista.- De acuerdo con las talleristas, en los talleres de colores en la naturaleza, con-figuras y tangramas, los materiales para la tallerista fueron útiles y suficientes para abordar el contenido y apoyar las actividades de estos talleres. Sin embargo, para los talleres de cocodrilo y fauna silvestre, los materiales para la tallerista no fueron útiles y fueron insuficientes para abordar los contenidos. En el taller de fauna silvestre la tallerista explicó que es necesario contar con láminas o ilustraciones de la fauna silvestre de México y de las causas de extinción de los mismos para que el tallerista se apoye en ellos y pueda ejemplificar. Para el taller de cocodrilo la tallerista propone que se elabore una lámina sobre los reptiles y las características de los cocodrilos (consultar la tabla 3).

En la tabla siguiente se encuentran los resultados de los cinco talleres respecto al diseño de los mismos. Los datos provienen del Cuestionario de evaluación final del taller de ciencia, por lo que está plasmada la apreciación de las talleristas. En ella se encuentra el reporte de los siguientes aspectos: contenidos, actividades, materiales para el tallerista y materiales para los niños.

Tabla 3
Resultados sobre el diseño del taller

DISEÑO DEL TALLER					
Cuestionario de evaluación final del taller de ciencia					
	Taller colores en la naturaleza	Taller cocodrilo	Taller fauna silvestre de México	Taller con-figuras	Taller tangramas
Contenidos	-Adecuados para la edad -Atractivos -Suficientes para alcanzar objetivos -Secuencia adecuada	-Adecuados para la edad -Atractivos -Suficientes para alcanzar objetivos -Secuencia adecuada	-Adecuados para la edad -Atractivos -Suficientes para alcanzar objetivos -Secuencia adecuada	-Adecuados para la edad -Atractivos -Suficientes para alcanzar objetivos -Secuencia adecuada	-Inadecuados para la edad -No atractivos -Suficientes para alcanzar objetivos -Secuencia adecuada
Actividades	-Adecuadas para acercar a los contenidos -Adecuadas para lograr los objetivos -Suficientes para cubrir los contenidos -Secuencia adecuada -Tiempo insuficiente para actividad manual -Atractivas para la edad -Adecuadas para la edad	-Adecuadas para acercar a los contenidos -Adecuadas para lograr los objetivos -Suficientes para cubrir los contenidos -Secuencia adecuada -Tiempo insuficiente para actividad manual -Atractivas para la edad -Adecuadas para la edad	-Adecuadas para acercar a los contenidos -Adecuadas para lograr los objetivos -Suficientes para cubrir los contenidos -Secuencia adecuada -Tiempo suficiente para actividades -Atractivas para la edad -Adecuadas para la edad	-Adecuadas para acercar a los contenidos -Adecuadas para lograr los objetivos -Suficientes para cubrir los contenidos -Secuencia adecuada -Tiempo suficiente para actividades -Atractivas para la edad -Adecuadas para la edad	-Adecuadas para acercar a los contenidos -Adecuadas para lograr los objetivos -Suficientes para cubrir los contenidos -Secuencia adecuada -Tiempo excesivo para esa edad -No atractivas para la edad -Sencillas para la edad (sin reto)
Materiales para el tallerista	-Adecuados para acercar al contenido -Suficientes para abordar contenidos -Útiles para actividades	-Inadecuados para acercar al contenido -Insuficientes para abordar contenidos -No útiles para actividades	-Inadecuados para acercar al contenido -Insuficientes para abordar contenidos -No útiles para actividades	-Adecuados para acercar al contenido -Suficientes para abordar contenidos -Útiles para actividades	-Adecuados para acercar al contenido -Suficientes para abordar contenidos -Útiles para actividades
Materiales para los niños	-Insuficientes para los niños -Adecuados a las actividades -Atractivos para los niños (adecuados para la edad) -No útiles para comprender los contenidos -Hubo desperdicio	-Suficientes para los niños -Adecuados a las actividades -Atractivos para los niños (adecuados para la edad) -Útiles para comprender los contenidos -No hubo desperdicio	-Suficientes para los niños -Adecuados a las actividades -Atractivos para los niños (adecuados para la edad) -Útiles para comprender los contenidos -No hubo desperdicio	-Suficientes para los niños -Adecuados a las actividades -Atractivos para los niños (adecuados para la edad) -Útiles para comprender los contenidos -No hubo desperdicio de material	-Suficientes para los niños -Inadecuados a las actividades -No atractivos para los niños (no adecuados para la edad) -Útiles para comprender los contenidos -No hubo desperdicio de material

d) Estructura del taller

En esta sección, los aspectos que se analizan son los siguientes: ventajas/desventajas de la estructura del taller, de la división del taller en tres momentos, de las actividades de apertura, de desarrollo y de cierre; así como de la conveniencia/inconveniencia de los tiempos de los tres momentos del taller.

Ventajas/desventajas de la estructura del taller.- De acuerdo con las talleristas, la estructura de los cinco talleres fue de fácil manejo para ellos y la división en tres momentos fue conveniente debido a que les permitió tener claridad y una organización mental de lo que se realizaba en cada momento (consultar la tabla 4).

Ventajas/desventajas de la división del taller en tres momentos.- En los cinco talleres se reportó que las ventajas que presenta la división del taller en tres momentos son las siguientes: permite alcanzar los objetivos del taller y una mejor organización de los contenidos y de las actividades (consultar la tabla 4).

Ventajas/desventajas de las actividades de apertura.- Por otro lado, las personas que aplicaron los talleres proponen que las actividades de apertura de todos los talleres permiten explorar y activar conocimientos previos. Algunos de las explicaciones que proporcionan las talleristas son: la apertura nos permite “conocer cuanto saben del tema”, “a los niños les surgen ideas, (las) relacionan y ponen ejemplos” (consultar la tabla 4).

Ventajas/desventajas de las actividades de desarrollo.- De acuerdo con las talleristas, en los cinco talleres encontraron que la ventaja que poseen las actividades de desarrollo es que permitieron abordar los contenidos del taller. Es necesario mencionar que en el taller de fauna silvestre se explicó que las actividades de desarrollo permiten abordar los contenidos, pero que son necesarias ilustraciones para explicar la clasificación de la SEMARNAT, así como brindar ejemplos de algunos de los animales que conforman la fauna silvestre de México.

También reportaron que las actividades lúdicas, para los talleres en donde existieron, apoyaron los contenidos del taller y permitieron el logro de los objetivos. Por ejemplo, en el taller de fauna silvestre la persona que impartió el taller comentó que con las actividades lúdicas “los niños relacionan los contenidos con los dibujos” (del memorama).

Es necesario aclarar que en el taller de cocodrilo no se realizaron actividades lúdicas. Por otro lado, en el taller de tangramas la tallerista explicó que las actividades lúdicas no fueron atractivas para los niños (“no para esta edad”, “los niños se aburririeron”) (consultar la tabla 4).

Ventajas/desventajas de las actividades de cierre.- Las talleristas reportaron en cuatro talleres, excepto el de cocodrilo, que las actividades de cierre apoyan los contenidos y permiten sintetizar aquello que se trató en el taller, además, permiten lograr los objetivos. La tallerista que aplicó los talleres de fauna silvestre, con-figuras y tangramas explicó que las actividades de cierre de los talleres permiten sintetizar los contenidos cuando se construye una conclusión con los niños en el momento que están realizando su actividad manual. La tallerista que aplicó el taller de cocodrilo reportó que en este taller no se realizaron actividades de cierre que permitieran sintetizar los contenidos (consultar la tabla 4).

Conveniencia/inconveniencia de los tiempos en los tres momentos del taller.- De acuerdo con las talleristas, el tiempo establecido para el taller de fauna y con-figuras fue adecuado para todos los momentos del taller. Para los talleres de cocodrilo y tangramas se reportó que el tiempo fue adecuado para la apertura e inadecuado para el desarrollo y el cierre. Para el taller de colores en la naturaleza, el tiempo fue inadecuado para todos los momentos del taller. Una de las tallerista recomendó que el tallerista de apoyo debería de estar pendiente del tiempo de cada actividad y comunicárselo a la tallerista coordinadora para evitar que los niños no concluyan el taller (consultar la tabla 4).

En la tabla siguiente encontramos compilados los resultados de los cinco talleres respecto a la apreciación que los talleristas tuvieron sobre la estructura de los talleres. En ella se encuentra el reporte de los siguientes aspectos: ventajas y desventajas de la estructura, de la división de los tres momentos, de las actividades de desarrollo, de las actividades de cierre y la conveniencia e inconveniencia del tiempo de los tres momentos del taller.

Tabla 4
Resultados sobre la estructura del taller

ESTRUCTURA DEL TALLER					
Cuestionario de evaluación final del taller de ciencia					
	Taller colores en la naturaleza	Taller cocodrilo	Taller fauna silvestre de México	Taller con-figuras	Taller tangramas
Ventajas/ desventajas de la estructura	-Fácil manejo para el tallerista -Conveniente la división en tres momentos	-Fácil manejo para el tallerista -Conveniente la división en tres momentos	-Fácil manejo para el tallerista -Conveniente la división en tres momentos	-Fácil manejo para el tallerista -Conveniente la división en tres momentos	-Fácil manejo para el tallerista -Conveniente la división en tres momentos
Ventajas/ desventajas de la división en tres momentos	Permite alcanzar los objetivos, una mejor organización de contenidos y actividades	Permite alcanzar los objetivos, una mejor organización de contenidos y actividades	Permite alcanzar los objetivos, una mejor organización de contenidos y actividades	Permite alcanzar los objetivos, una mejor organización de contenidos y actividades	Permite alcanzar los objetivos, una mejor organización de contenidos y actividades
Ventajas/ desventajas de las actividades de apertura	Útiles para explorar y activar conocimientos previos	Útiles para explorar y activar conocimientos previos	Útiles para explorar y activar conocimientos previos	Útiles para explorar y activar conocimientos previos	Útiles para explorar y activar conocimientos previos
Ventajas/ desventajas de las actividades de desarrollo	-Permiten abordar contenidos -Las actividades lúdicas apoyaron los contenidos y permiten lograr los objetivos	-Permiten abordar contenidos -No se realizaron actividades lúdicas	-Permiten abordar contenidos -Las actividades lúdicas apoyaron los contenidos y permiten lograr los objetivos	-Permiten abordar contenidos -Las actividades lúdicas apoyaron los contenidos y permiten lograr los objetivos	-Permiten abordar contenidos Las actividades lúdicas permiten lograr los objetivos -Las actividades lúdicas apoyaron los contenidos y permiten lograr los objetivos
Ventajas/ desventajas de las actividades de cierre (actividad manual)	Permiten sintetizar y apoyar los contenidos, lograr los objetivos	La actividad manual apoya contenidos y se logran los objetivos	Permiten sintetizar y apoyar los contenidos, lograr los objetivos	Permiten sintetizar y apoyar los contenidos, lograr los objetivos	Permiten sintetizar y apoyar los contenidos, lograr los objetivos
Conveniencia / inconveniencia de los tiempos de apertura, desarrollo y cierre	Tiempo inadecuado para todos los momentos del taller	Tiempo adecuado para la apertura Tiempos inadecuados para el desarrollo y el cierre	Tiempo adecuado para todos los momentos del taller	Tiempo adecuado para todos los momentos del taller	Tiempo adecuado para la apertura Tiempos inadecuados para el desarrollo y el cierre

7.2 Observador

En este apartado se presentan las apreciaciones del observador sobre los siguientes aspectos: conducción del tallerista, participación de los niños, diseño del taller y estructura. La información se recabó a partir del Cuestionario de evaluación del diseño del taller durante su aplicación, la Lista de cotejo para evaluar a los participantes, la Lista de

cotejo para evaluar la conducción del tallerista y las notas de campo registradas por el observador (consultar los anexos 8, 9 y 10).

Es necesario mencionar que los talleres de ciencia fueron aplicados por dos personas diferentes; una de ellas aplicó los talleres de cocodrilo y colores en la naturaleza y otra aplicó los talleres de fauna silvestre de México, configuras y tangramas. Por lo tanto, será necesario presentar los resultados de cada una de ellas por separado.

a) Conducción del tallerista

En esta sección, se presentará el análisis de los resultados sobre la conducción del tallerista. Los aspectos a considerar son los siguientes: exposición del contenido, recursos didácticos, manejo de grupo, actitud y manejo de contenido. Los datos fueron obtenidos de la Lista de cotejo para evaluar la conducción del tallerista y de las notas de campo tomadas por el observador (consultar el anexo 9).

Exposición de contenido de la tallerista uno.- De acuerdo con el observador la exposición de contenido del tallerista que aplicó los talleres de colores en la naturaleza y cocodrilo fue poco dinámica, poco clara y poco interesante (consultar la tabla 5).

La exposición del contenido, para los dos talleres, fue poco dinámica porque no promovió una participación activa en los niños debido a que solamente les decía “muy bien” cuando contestaban una pregunta. También se observó que la tallerista trató de explorar y activar conocimientos previos, de tomar en cuenta lo que decían los niños para reconstruir a partir de ello, trató de vincular los nuevos contenidos con su conocimiento previo, pero, debido a que no dominaba el contenido del taller estuvo más concentrada en ordenar sus ideas y en buscar las palabras adecuadas para los niños. La tallerista presentó tantos saltos de información que su exposición parecía un interrogatorio sobre reptiles, luego cocodrilos, otra vez reptiles, regresamos a los cocodrilos y ahora pasemos a la actividad manual.

La exposición para los talleres fue clara porque la tallerista no sintetizó la información. También se observó que en ocasiones no explicó y aclaró información cuando fue necesario y dejó algunas dudas o preguntas sin resolver.

Finalmente, la exposición para los dos talleres fue poco interesante, aunque en una ocasión se observó que motivó a los participantes a experimentar o descubrir algo nuevo durante el taller (p.ej: “que creen que pase si giramos este disco rápidamente”, “que creen que vamos a hacer con este prisma y el espejo”, “que creen que vamos a hacer con estos colores”).

Exposición de contenido de la tallerista dos.- De acuerdo con el observador la exposición de contenidos de la tallerista que aplicó los talleres de fauna silvestre de México, configuras y tangramas fue dinámica, clara e interesante (consultar la tabla 5).

Para los tres talleres, la exposición fue dinámica porque la tallerista exploró y activó conocimientos previos (p.ej: “ustedes alguna vez han ido a la playa, a la selva, al mar y qué tipo de animales y plantas han visto...”); también elaboró frecuentemente preguntas sobre el contenido durante toda la sesión (p.ej: “que creen que sea eso de la geometría”, “ustedes que piensan que es la biodiversidad”, “por qué creen que estén desapareciendo los animales y plantas del planeta”); además, preguntó dudas e inquietudes (p.ej: “plátiquenme algunas ideas”); también, la tallerista dos tomó en cuenta lo que decían los niños y construyó el conocimiento a partir de ello. Además de lo anterior, la tallerista

vinculó los conocimientos previos de los niños con los contenidos nuevos, promovió una participación activa de los niños (“a que creen que se deba esto”, “y tú que piensas de lo que dice él”, “que otras ideas se les ocurren”).

La exposición para los tres talleres fue clara porque la tallerista sintetizó la información (p.ej: “hasta ahora hemos visto dos tipos de causas, las naturales y las ocasionadas por el hombre”). También se observó que explicó y aclaró información cuando fue necesario y no dejó dudas o preguntas sin resolver. Respecto a las dudas y preguntas que los niños hicieron durante los tres talleres, se observó que siempre respondía a ellas, pero cuando desconocía la respuesta expresaba que no sabía aquella información pero “que prometía investigarlo”.

Finalmente, la exposición para los tres talleres fue interesante porque motivó a los participantes a experimentar o descubrir algo nuevo durante el taller (p.ej: “que les parece si ahora conocemos un poco sobre la fauna silvestre de México”, “ustedes creen que se pueda formar una figura a partir de otras figuras”).

Recursos didácticos de la tallerista uno.- Se observó que su manejo de materiales fue adecuado para el taller de colores en la naturaleza debido a que si trató de apoyar la explicación de los contenidos con ellos. Sin embargo, en el taller de cocodrilo no utilizó el cocodrilo de papel para explicar algunas características del mismo, tampoco para dar las instrucciones para que los niños armaran el suyo (consultar tabla 5).

Recursos didácticos de la tallerista dos.- Se observó que su manejo de materiales, en los tres talleres fue adecuado porque así estaba previsto. Para el taller de con-figuras utilizó otros recursos que no estaban planificados para apoyar su explicación de los contenidos, haciendo referencia a los objetos que se encontraban a su alrededor (consultar tabla 5).

Manejo de grupo de la tallerista uno.- Para el taller de colores en la naturaleza se observó que la tallerista mantuvo la atención constante del grupo y una participación más o menos activa durante la apertura y el desarrollo; sin embargo, en el cierre del taller (actividad manual) perdió la atención y el control del grupo porque los niños solicitaron constantemente una mayor cantidad de pintura, agua limpia y trapos.

Para el taller de cocodrilo la tallerista sólo mantuvo la atención del grupo durante la apertura, pero en el desarrollo y el cierre no fue posible. Observamos que los niños comenzaron a dispersar su atención porque la tallerista no dominaba el contenido (consultar tabla 5).

Manejo de grupo de la tallerista dos.- Observamos, en los talleres de fauna silvestre de México y con-figuras, un manejo de grupo fue adecuado porque se mantuvo la atención constante de los niños y una participación activa durante los tres momentos del taller. Además, la tallerista utilizó otros recursos como la imaginación, la expresión corporal y la voz. Sin embargo, en el taller de tangramas observamos que a pesar de su esfuerzo por mantener la atención del grupo no lo logró porque no conocía técnicas de manejo grupales. Este grupo, especialmente, había tenido una visita guiada en el Museo y había llegado diez minutos antes de que el taller anterior terminara y cuando entró a realizar su taller los niños se mostraron bastante inquietos (consultar tabla 5).

Actitud de la tallerista uno y dos.- Las dos talleristas manifestaron una actitud de disposición porque se mostraron respetuosas, afectuosas, brindaron confianza a los participantes y mantuvieron una actitud de apertura al diálogo (consultar tabla 5).

Manejo de contenido de la tallerista uno.- Tanto en los talleres de cocodrilo y de colores en la naturaleza el manejo de contenido de la tallerista fue desorganizado y sin secuencia lógica, notándose en su discurso varios saltos de información, lo que se debe a que desconocía cierta información. No obstante, la tallerista utilizó un lenguaje sencillo y entendible para los niños (consultar tabla 5).

Manejo de contenido de la tallerista dos.- En los talleres de con-figuras, tangramas y fauna silvestre, se observó que la tallerista tenía un manejo de los contenidos adecuado porque lo presentó de forma organizada y secuenciada. Además, la tallerista utilizó un lenguaje sencillo y entendible para los niños (consultar tabla 5).

En la tabla siguiente encontramos los resultados de los cinco talleres sobre la conducción de la tallerista. Los datos fueron obtenidos de las notas de campo y de la Lista de cotejo para evaluar la conducción del tallerista; por lo que constituyen la apreciación del observador. En la tabla se encuentra el reporte de los siguientes cinco aspectos: exposición del contenido, uso de recursos didácticos, manejo de grupo, manejo de contenido y actitud que mostraron la tallerista uno y dos.

Tabla 5
Resultados sobre la conducción del tallerista

CONDUCCIÓN DEL TALLERISTA						
Lista de cotejo para evaluar la conducción del tallerista						
Categorías de las Notas de campo del observador						
Taller	Tallerista	Exposición de contenido	Recursos didácticos	Manejo de grupo	Actitud	Manejo de contenido
Taller colores en la naturaleza	Tallerista uno	-Poco dinámica -Poco clara -Poco interesante	-Manejo adecuado -No utilizo otros recursos -Insuficientes	Adecuado	Actitud con mucha disposición (respeto, confianza, apertura al diálogo y cariño)	-Desorganizado y sin secuencia -Lenguaje accesible -Uso de ejemplos
Taller cocodrilo	Tallerista uno	-Poco dinámica -Poco clara -Poco interesante	-Manejo inadecuado -No utilizo otros recursos -Insuficientes	Poco adecuado	Actitud con mucha disposición (respeto, confianza, apertura al diálogo y cariño)	-Desorganizado y sin secuencia -Lenguaje accesible -Uso de ejemplos
Taller fauna silvestre de México	Tallerista dos	-Dinámica -Clara -Interesante	-Manejo adecuado -No utilizo otros recursos	Adecuado Uso de recursos motivacionales (imaginación, expresión corporal y voz)	Actitud con mucha disposición (respeto, confianza, apertura al diálogo y cariño)	- Organizado y con secuencia -Lenguaje accesible -Uso de ejemplos
Taller con-figuras	Tallerista dos	-Dinámica -Clara -Interesante	-Manejo adecuado -Uso de otros recursos (referencia a objetos del entorno)	Adecuado Uso de recursos motivacionales.	Actitud con mucha disposición (respeto, confianza, apertura al diálogo y cariño)	- Organizado y con secuencia -Lenguaje accesible -Uso de ejemplos
Taller tangramas	Tallerista dos	-Dinámica -Clara -Interesante	-Manejo adecuado -No utilizó otros recursos	Adecuado Uso de recursos motivacionales. Faltaron técnicas grupales para tranquilizar a los niños	Actitud con mucha disposición (respeto, confianza, apertura al diálogo y cariño)	- Organizado y con secuencia -Lenguaje accesible -Uso de ejemplos

b) Niños

En esta sección se analizan los resultados sobre la participación de los niños en los diferentes talleres. Los aspectos a considerar son los siguientes: interés en las actividades, forma de trabajo de los niños, uso de material y estado anímico del grupo. Los datos fueron obtenidos de la Lista de cotejo para evaluar la participación de los niños y de las notas de campo tomadas por el observador (consultar el anexo 10).

Interés en las actividades.- En todos los talleres de ciencia se observó que en cada uno los momentos del taller (apertura, desarrollo y cierre) los niños mostraron interés en las actividades porque hicieron preguntas y/o comentarios sobre el contenido, realizaron las actividades planteadas, se involucraron en ellas y se concentraron en sus actividades. Sin embargo, en el taller de tangramas se observó en algunas caras cierto aburrimiento, además, algunos de ellos manifestaron que la actividad lúdica era muy sencilla.

En los talleres en donde se realizaron actividades por equipos (fauna silvestre, con-figuras y tangramas) se observó que todos los miembros del equipo intervinieron, opinaron y discutieron sobre los retos que les planteaban los diferentes juegos. En el taller de tangramas, a pesar de que la actividad lúdica fue muy sencilla para ellos, se observó que la mayoría de los miembros de todos los equipos participaron durante la actividad (consultar la tabla 6).

Forma de trabajo de los niños.- En cuatro de los talleres, excepto en el de cocodrilo, los niños trabajaron independientemente y siguieron el ritmo de trabajo previsto. En los talleres de fauna silvestre, con-figuras y tangramas los niños no solicitaron atención y en el taller de colores en la naturaleza los niños solicitaron, algunas veces, ayuda para obtener algún color (¿cómo se hace el café?). En el taller de cocodrilo los niños solicitaron constantemente apoyo para realizar su actividad manual (doblar, pegar, recortar y armar el cocodrilo).

Durante la actividad manual, en el taller de cocodrilo la mayoría de los niños siguieron las instrucciones, pero, en algunos momentos equivocaron los dobleces porque la tallerista no explicó adecuadamente. En el taller de tangramas todos los niños siguieron perfectamente las instrucciones excepto uno de ellos que se equivocó en los dobleces y por lo tanto en recortar el papel. En el taller de colores en la naturaleza, durante la actividad de "mezcla de colores" se observó que los niños siguieron las instrucciones de la tallerista. En el taller de con-figuras también se observó que los niños entendieron y siguieron bien las instrucciones dadas por la tallerista para las actividades lúdicas.

En todos los talleres los niños fueron cuidadosos al hacer sus actividades lúdicas y sus actividades manuales, sobre todo los niños que participaron en los talleres de colores en la naturaleza y cocodrilo.

En todos los talleres los niños terminaron sus actividades lúdicas. En los talleres de cocodrilo, fauna silvestre de México y tangramas los niños concluyeron sus actividades manuales; sin embargo, en los talleres de colores en la naturaleza y en el de con-figuras algunos niños no las finalizaron. Esto se debió a que en ambos talleres el tiempo no fue suficiente (los talleres se realizaron en aproximadamente 45 minutos).

Uso de material.- En todos los talleres los niños hicieron buen uso del material, tanto para las actividades lúdicas como para las actividades manuales, debido a que siguieron las indicaciones que les dio la tallerista (consultar la tabla 6).

Estado anímico del grupo.- Los niños que participaron en los talleres de colores en la naturaleza, cocodrilo, fauna silvestre de México y con-figuras se mostraron tranquilos a lo largo del taller. Durante la actividad manual del taller de colores en la naturaleza algunos niños se inquietaron porque les hacía falta material y las talleristas tardaban un poco en entregárselos.

En el taller de tangramas el grupo se mostró bastante inquieto desde que entró al espacio donde se realizó el taller. Al inicio del taller se mostraron un poco calmados, pero su inquietud fue aumentando conforme fue avanzando el taller. Esto se debió a que las actividades eran muy sencillas para ellos, por lo tanto, no se logró captar su atención. Finalmente, en la actividad manual, el tallerista perdió el control del grupo y tuvo que pedirles que se sentaran y se calmaran.

En la tabla siguiente se muestran los resultados de los cinco talleres respecto a la participación de los niños en los diferentes talleres. En ella se encuentra el reporte de los siguientes aspectos: interés que mostraron en las actividades, la autonomía que manifestaron durante la realización de las actividades, el manejo del material y la serenidad o inquietud del grupo. Los datos compilados provienen de las notas de campo y de la Lista de cotejo para evaluar la participación de los niños.

Tabla 6
Resultados de la participación de los niños

PARTICIPACIÓN DE LOS NIÑOS					
Lista de cotejo para evaluar la participación de los niños					
Categorías de las notas de campo del observador					
	Taller colores en la naturaleza	Taller cocodrilo	Taller fauna silvestre de México	Taller con-figuras	Taller tangramas
Grado de interés en las actividades durante los tres momentos del taller	Interés en las actividades	Interés en las actividades	Interés en las actividades	Interés en las actividades	Poco interés en las actividades
Forma de trabajo de los niños	-Autonomía en la realización de actividades -Escasa solicitud de atención y ayuda	-Poca autonomía en la realización de actividades - Gran solicitud de atención y ayuda	-Poca autonomía en la realización de actividades -Nula solicitud de atención y ayuda	-Autonomía en realización de actividades -Nula solicitud de atención y ayuda	-Autonomía en realización de actividades -Nula solicitud de atención y ayuda
Uso de material	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado
Estado anímico del grupo	Tranquilo	Tranquilo	Tranquilo	Tranquilo	Inquieto

c) Diseño del taller

En esta sección se analizan los resultados sobre el diseño de los cinco talleres. Los aspectos a considerar son los siguientes: contenidos, actividades materiales para los niños y materiales para las talleristas. Los datos fueron obtenidos del Cuestionario para evaluar el diseño del taller durante su aplicación y de las notas de campo tomadas por el observador (consultar el anexo 8) .

Contenidos.- En los cinco talleres, los contenidos fueron adecuados para su nivel de conocimientos porque los talleres fueron diseñados considerando los programas de estudio oficiales y porque a través de las preguntas que hicieron las talleristas para indagar y activar los conocimientos previos de los niños se observó que los niños hicieron comentarios, opinaron, dieron ejemplos e hicieron preguntas, algunas veces para clarificar y otras veces para realizar una reflexión sobre el tema ("¿cómo se hace el naranja...con el

rojo y el amarillo?"; "¿cuánto tiempo pasan los cocodrilos dentro del agua?...¿entre cuatro y seis horas?"; "el elefante marfil que vive en África también está en peligro de extinción").

Los contenidos de cuatro de los talleres fueron atractivos para los participantes, excepto para el taller de tangramas.

En todos los talleres, los contenidos fueron suficientes porque no fue necesario abordar otros conceptos para cumplir los objetivos. Por otro lado, la secuencia de los contenidos fue la adecuada. Sin embargo, en los talleres de colores en la naturaleza y cocodrilo la tallerista no secuenció convenientemente los contenidos (consultar la tabla 7).

Actividades.- En los talleres de fauna silvestre, con-figuras y tangramas las actividades (lúdicas, grupales y manuales) fueron adecuadas para hacer comprensibles los contenidos a los niños. Sin embargo, en los talleres de colores en la naturaleza y cocodrilo las actividades no fueron tan adecuadas. En el taller de cocodrilo no existieron actividades a través de las cuales se pudieran explicar mejor las características de los cocodrilos, por otro lado, la actividad manual tampoco sirvió para ello. En el taller de colores en la naturaleza es necesario añadir una actividad en donde los niños reafirmen que los colores que percibimos son los que se reflejan y los colores que se absorben no lo vemos; por lo que el color de las cosas depende de este fenómeno.

En tres de los talleres fueron suficientes las actividades para cubrir los contenidos planificados y cumplir los objetivos de los talleres, excepto para los talleres de cocodrilo y de colores en la naturaleza (en el párrafo de arriba se explican las razones).

Finalmente, la secuencia de las actividades fue oportuna para los cinco talleres, pero el tiempo señalado para cada una de ellas no fue adecuado en ninguno de los talleres (consultar la tabla 7).

Materiales para los niños.- Para los cinco talleres, los materiales para los niños fueron suficientes porque había una cantidad adecuada para cada uno de ellos. Para los cinco talleres, los materiales para los niños fueron adecuados para la edad de los participantes porque los niños los manejaron con facilidad.

Los materiales fueron atractivos para los niños en todos los talleres excepto en el de tangramas porque muchos de ellos dejaron su actividad manual sobre la mesa o hicieron exclamaciones sobre que les hubiera gustado trabajar con otro material que no fuera una hoja de papel.

En los talleres de colores en la naturaleza, fauna silvestre, con-figuras y tangramas los materiales permitieron a los niños, acercarse a los contenidos; sin embargo, en el taller de cocodrilo los materiales (el cocodrilo de papel) no permitieron acercarse al contenido a los niños.

Por otro lado, en todos los talleres los materiales fueron útiles para las actividades previstas.

Finalmente, en tres de los talleres no hubo desperdicio de material, solamente en el de colores en la naturaleza se tuvo que tirar la pintura que los niños mezclaron accidentalmente y que no utilizaron; mientras que en el taller de tangramas una parte del papel para la actividad manual se tiró a la basura (consultar la tabla 7).

Materiales para el tallerista.- En cuatro de los talleres, excepto en el de cocodrilo, los materiales para el tallerista fueron útiles para abordar el contenido y apoyar las actividades. Sin embargo, para el taller de con-figuras y tangramas será necesario elaborar una lámina que ilustre la historia de la geometría. Además, para el taller de con-figuras será necesario hacer otra lámina en donde se aprecien ángulos, vértices, líneas, etc. de distintos objetos del entorno. Para el taller de tangramas también será necesario hacer una lámina donde exhiban diferentes figuras formadas a partir del tangram.

Para el taller de cocodrilos los materiales no fueron útiles ni suficientes para abordar el contenido, por lo que será necesario buscar una cinta de video que muestre algunas características de los cocodrilos (consultar la tabla 7).

En la tabla siguiente se encuentran los resultados de los cinco talleres respecto al diseño de los mismos. Los datos provienen del Cuestionario de evaluación del diseño del taller durante su aplicación y de las notas de campo que realizó el observador. En la tabla se encuentra el reporte de los siguientes aspectos: contenidos, actividades, materiales para el tallerista y materiales para los niños.

Tabla 7
Resultados del diseño de los talleres

DISEÑO DEL TALLER					
Cuestionario de evaluación del diseño del taller de ciencia					
Categorías de las notas de campo del observador					
	Taller colores en la naturaleza	Taller cocodrilo	Taller fauna silvestre de México	Taller con-figuras	Taller tangramas
Contenidos	-Adecuados para la edad -Atractivos -Suficientes para alcanzar objetivos -Secuencia adecuada (aunque el tallerista no la siguió)	-Adecuados para la edad -Atractivos -Suficientes para alcanzar objetivos -Secuencia adecuada (aunque el tallerista no la siguió)	-Adecuados para la edad -Atractivos -Suficientes para alcanzar objetivos -Secuencia adecuada	-Adecuados para la edad -Atractivos -Suficientes para alcanzar objetivos -Secuencia adecuada	-Adecuados para la edad -No atractivos -Suficientes para alcanzar objetivos -Secuencia adecuada
Actividades	-Parcialmente adecuadas para acercarse a los contenidos -Parcialmente adecuadas para lograr los objetivos -Insuficientes para cubrir los contenidos -Secuencia adecuada -Tiempo inadecuado para todas las actividades -Atractivas para la edad -Adecuadas para la edad	-Inadecuadas para acercarse a los contenidos -Inadecuadas para lograr los objetivos -Insuficientes para cubrir los contenidos -Secuencia adecuada -Tiempo inadecuado para todas las actividades -Atractivas para la edad -Adecuadas para la edad	-Adecuadas para acercarse a los contenidos -Adecuadas para lograr los objetivos -Suficientes para cubrir los contenidos -Secuencia adecuada -Tiempo inadecuado para todas las actividades -Atractivas para la edad -Adecuadas para la edad	-Adecuadas para acercarse a los contenidos -Adecuadas para lograr los objetivos -Suficientes para cubrir los contenidos -Secuencia adecuada -Tiempo inadecuado para todas las actividades -Atractivas para la edad -Adecuadas para la edad	-Adecuadas para acercarse a los contenidos -Adecuadas para lograr los objetivos -Suficientes para cubrir los contenidos -Secuencia adecuada -Tiempo inadecuado para todas las actividades -No atractivas para la edad -Adecuadas para la edad
Materiales para el tallerista	-Adecuados para acercarse al contenido -Suficientes para abordar contenidos -Útiles para actividades	-Inadecuados para acercarse al contenido -Insuficientes para abordar contenidos -No útiles para actividades	-Adecuados para acercarse al contenido -Insuficientes para abordar contenidos -No útiles para actividades	-Adecuados para acercarse al contenido -Suficientes para abordar contenidos -Útiles para actividades	-Adecuados para acercarse al contenido -Suficientes para abordar contenidos -Útiles para actividades
Materiales para los niños	-Suficientes para los niños -Adecuados para la edad -Adecuados a las actividades -Atractivos para los niños -Adecuados para comprender los contenidos -Insuficientes para comprender los contenidos -Hubo poco desperdicio de material	-Suficientes para los niños -Adecuados para la edad -Adecuados a las actividades -Atractivos para los niños -Adecuados para comprender los contenidos -Insuficientes para comprender los contenidos -No hubo desperdicio	-Suficientes para los niños -Adecuados para la edad -Adecuados a las actividades -Atractivos para los niños -Adecuados para comprender los contenidos -Suficientes para comprender los contenidos -No hubo desperdicio	-Suficientes para los niños -Adecuados para la edad -Adecuados a las actividades -Atractivos para los niños -Adecuados para comprender los contenidos -Suficientes para comprender los contenidos -No hubo desperdicio de material	-Suficientes para los niños -Adecuados para la edad -Inadecuados a las actividades -No atractivos para los niños -Adecuados para comprender los contenidos -Suficientes para comprender los contenidos -Hubo poco desperdicio de material

d) Estructura del taller

En esta sección, se presentan los resultados sobre la estructura del taller provenientes del Cuestionario para evaluar el diseño del taller durante su aplicación y de las notas de campo tomadas por el observador (consultar el anexo 8). Los aspectos que se analizarán serán los siguientes: ventajas/desventajas de la estructura del taller, de la división del taller en tres momentos, de las actividades de apertura, de desarrollo y de cierre; así como de la conveniencia/inconveniencia de los tiempos de los tres momentos del taller.

Ventajas/desventajas de la estructura del taller.- La estructura de los cinco talleres fue de fácil manejo para las talleristas y la división en tres momentos fue conveniente (consultar la tabla 8).

Ventajas/desventajas de la división del taller en tres momentos.- En los cinco talleres se encontró que las ventajas que presenta la división del taller en tres momentos son las siguientes: permite alcanzar los objetivos del taller y una mejor organización de los contenidos y de las actividades (consultar la tabla 8).

Ventajas/desventajas de las actividades de apertura.- Las actividades de apertura de los talleres de colores en la naturaleza, con-figuras y tangramas son adecuadas para explorar y activar conocimientos previos. Sin embargo, en los talleres de cocodrilo y fauna silvestre quizá habría que pensar en una actividad que permitiera activar conocimientos previos. (consultar la tabla 8).

Ventajas/desventajas de las actividades de desarrollo.- En los talleres de colores en la naturaleza, fauna silvestre de México, con-figuras y tangramas las actividades de desarrollo permitieron abordar los contenidos del taller. En el taller de cocodrilo será necesario elaborar una actividad que permita a los niños y al tallerista abordar los contenidos (consultar la tabla 8).

En los talleres donde existen actividades lúdicas se encontró que apoyaron los contenidos del taller y permitieron el logro de los objetivos. Es necesario aclarar que en el taller de cocodrilo no se realizaron actividades lúdicas.

Ventajas/desventajas de las actividades de cierre.- Las actividades de cierre (actividades manuales) por sí solas no permiten sintetizar los contenidos del taller, es necesario que el tallerista realice dicha síntesis mientras los niños realizan su actividad manual (consultar la tabla 8).

Conveniencia/inconveniencia de los tiempos en los tres momentos del taller.- En todos los talleres encontramos que los tiempos marcados para cada actividad no fueron los adecuados, por lo que será necesario ajustarlos con otras aplicaciones posteriores (consultar la tabla 8).

En la tabla siguiente se encuentran los resultados de los cinco talleres sobre la estructura de los talleres, los que provienen de las notas de campo tomadas por el observador y del Cuestionario de evaluación del diseño del taller durante su aplicación. En la tabla se encuentra el reporte de los siguientes aspectos: ventajas y desventajas de la estructura, de la división de los tres momentos, de las actividades de desarrollo, de las actividades de cierre y la conveniencia e inconveniencia del tiempo de los tres momentos del taller.

Tabla 8
Resultados sobre la estructura del taller

ESTRUCTURA DEL TALLER					
Cuestionario de evaluación del diseño del taller de ciencia					
Categorías de las notas de campo del observador					
	Taller colores en la naturaleza	Taller cocodrilo	Taller fauna silvestre de México	Taller con-figuras	Taller tangramas
Ventajas/ desventajas de la estructura	-Fácil manejo para el tallerista -Conveniente la división en tres momentos	-Fácil manejo para el tallerista -Conveniente la división en tres momentos	-Fácil manejo para el tallerista -Conveniente la división en tres momentos	-Fácil manejo para el tallerista -Conveniente la división en tres momentos	-Fácil manejo para el tallerista -Conveniente la división en tres momentos
Ventajas/ desventajas de la división en tres momentos	Permite alcanzar los objetivos, una mejor organización de contenidos y actividades	Permite alcanzar los objetivos, una mejor organización de contenidos y actividades	Permite alcanzar los objetivos, una mejor organización de contenidos y actividades	Permite alcanzar los objetivos, una mejor organización de contenidos y actividades	Permite alcanzar los objetivos, una mejor organización de contenidos y actividades
Ventajas/ desventajas de las actividades de apertura	Útiles para explorar y activar conocimientos previos	No útiles para explorar y activar conocimientos previos	No útiles para explorar y activar conocimientos previos	Útiles para explorar y activar conocimientos previos	Útiles para explorar y activar conocimientos previos
Ventajas/ desventajas de las actividades de desarrollo	-Permiten abordar contenidos -Las actividades lúdicas apoyaron los contenidos y permiten lograr los objetivos	- No permiten abordar contenidos -No se realizaron actividades lúdicas, pero son necesarias	-Permiten abordar contenidos -Las actividades lúdicas apoyaron los contenidos y permiten lograr los objetivos	-Permiten abordar contenidos -Las actividades lúdicas apoyaron los contenidos y permiten lograr los objetivos	-Permiten abordar contenidos Las actividades lúdicas apoyaron los contenidos y permiten lograr los objetivos
Ventajas/ desventajas de las actividades de cierre (actividad manual)	Por sí solas no permiten sintetizar los contenidos, es necesario que el tallerista lo realice mientras se hace la actividad manual	Por sí solas no permiten sintetizar los contenidos, es necesario que el tallerista lo realice mientras se hace la actividad manual	Por sí solas no permiten sintetizar los contenidos, es necesario que el tallerista lo realice mientras se hace la actividad manual	Por sí solas no permiten sintetizar los contenidos, es necesario que el tallerista lo realice mientras se hace la actividad manual	Por sí solas no permiten sintetizar los contenidos, es necesario que el tallerista lo realice mientras se hace la actividad manual
Conveniencia/ Inconveniencia de los tiempos de apertura, desarrollo y cierre	Tiempo inadecuado para todos los momentos del taller	Tiempo inadecuado para todos los momentos del taller	Tiempo inadecuado para todos los momentos del taller	Tiempo inadecuado para todos los momentos del taller	Tiempo inadecuado para todos los momentos del taller

7.3 Niños

En este apartado se presentan las apreciaciones de los niños que participaron en los cinco talleres de ciencia sobre los siguientes aspectos: conducción del tallerista y diseño del taller. La información se recabó a partir del Cuestionario para los participantes (consultar el anexo 12).

Es necesario aclarar que el número total de niños que participaron en los talleres fue de ochenta y nueve personas; sin embargo, ochenta y dos de ellos contestaron el Cuestionario para los participantes debido a que siete de los que participaron en el taller de colores en la naturaleza no pudieron contestar dicho instrumento. Considerando lo anterior, se respetaron los 89 niños para obtener la moda (frecuencias observadas) y los porcentajes.

a) Conducción del tallerista

En esta sección, los aspectos que se analizan son las respuestas cerradas y abiertas que los niños proporcionaron respecto a la conducción del tallerista. En un primer momento se muestran los resultados de las respuestas cerradas sobre la conducción del tallerista, las que corresponden a las preguntas nueve, diez y once. Posteriormente, se exponen los hallazgos que corresponden a la pregunta once. Con el análisis de las

respuestas a dicha pregunta se obtuvieron algunos indicadores sobre el efecto que causaron los talleres en los niños. Finalmente, se presenta un análisis de los resultados sobre la conducción del tallerista considerando tanto las respuestas abiertas como las cerradas.

Resultados de las respuestas cerradas sobre la conducción del tallerista

Al examinar las respuestas de todos los participantes, se encontró una frecuencia alta de respuestas afirmativas (SI), para todos los talleres ($mo=1$), con respecto a la opinión de los niños sobre los siguientes aspectos (consultar la tabla 9):

- a) Se escuchaba bien la voz del tallerista
- b) Fueron claras las instrucciones del tallerista
- c) Les gustó la forma en que las talleristas condujeron el taller

Cabe aclarar que el modo igual a uno se obtuvo a partir de la asignación del valor uno a todas las respuestas afirmativas de los niños ("SI"); el valor dos a las respuestas negativas ("NO") y el valor tres a aquéllas que no fueron respondidas por los niños ("S/R"). Al realizar el conteo de las respuestas de las tres categorías anteriores encontramos respuestas de "SI" con mayor frecuencia, por lo tanto, el modo es igual a uno (consultar la tabla 9).

Estos mismos resultados ($mo=1$) los podemos constatar si se analiza las respuestas de los niños en cada taller (consultar la tabla 10).

Por otro lado, si se examinan las respuestas del número total de niños de acuerdo a las diferentes preguntas (nueve, diez y once), se observa que la respuesta que con más frecuencia se repite es "SI" ($modo=1$) (consultar la tabla 9).

Ahora bien, si se analizan las respuestas de los niños por cada taller, se observa que para todas las preguntas la respuesta con mayor frecuencia es "SI" ($mo=1$) (consultar la tabla 10).

Los resultados de cada taller confirman que los niños evaluaron favorablemente la voz de las talleristas, las instrucciones que dieron y la forma en que condujeron los talleres.

Cabe mencionar que en el taller de tangramas la respuesta "SI" también se presentó con mayor frecuencia en la pregunta once ($fr=15$, con una $N=19$); sin embargo, en dicho taller se observó una frecuencia mayor de respuestas negativas ("NO") con respecto a otros talleres ($fr=4$) (consultar la tabla 10).

Considerando todo lo anterior, se puede decir que la opinión de los niños que participaron en los cinco talleres fue favorable respecto a la conducción de las dos talleristas.

En la tabla siguiente se presentan las frecuencias y porcentajes de las respuestas que dieron los niños a las preguntas referidas a la conducción del tallerista. Se consideraron todos los talleres y se clasificaron las respuestas en tres apartados: respuestas afirmativas (SI), negativas (NO) y sin respuesta (S/R).

En la tabla también se muestran los porcentajes de cada pregunta de acuerdo al tipo de respuesta. Dichos porcentajes se obtuvieron a partir del número total de respuestas (267), considerando las tres preguntas sobre la conducción del tallerista. Cabe aclarar que el porcentaje máximo para cada pregunta es de 33.33% (tomando los tres tipos de respuestas) a fin de que al sumar tres veces este porcentaje se obtenga un 100%, que

equivale al total de las respuestas de los niños para las tres preguntas y con los tres tipos de respuesta.

Tabla 9
Resultados de la opinión de los niños sobre la conducción de los cinco talleres

CONDUCCIÓN DEL TALLERISTA Cuestionario para los participantes								
Preguntas	Frecuencias				Porcentajes			Total
	SI	NO	S / R		SI	NO	S / R	
Pregunta 9 ¿Se escuchaba bien la voz del tallerista?	79	2	8		29.58%	0.74%	2.99%	33.33%
Pregunta 10 ¿Fueron claras las instrucciones que dio el tallerista?	79	2	8		29.58%	0.74%	2.99%	33.33%
Pregunta 11 ¿Te gustó como dieron el taller?	76	5	8		28.46%	1.87%	2.99%	33.33%
	234	9	24	267	87.64%	3.37%	8.98%	100%
Mo=1 Modo 1= SI 2= NO 3= S/R	Frecuencias totales de acuerdo al tipo de respuesta, considerando las tres preguntas			Frecuencia total de las tres preguntas	Porcentajes totales de acuerdo al tipo de respuesta, considerando las tres preguntas			Porcentaje total de las tres preguntas

En la siguiente tabla se presentan las frecuencias y porcentajes de las respuestas de los niños a las últimas tres preguntas del Cuestionario para los participantes. Se presenta por separado cada taller.

En las columnas tres, cuatro, cinco, seis y siete se pueden observar las frecuencias y porcentajes de cada taller de acuerdo a la pregunta y al tipo de respuesta. En las columnas ocho y nueve se encuentran las frecuencias y porcentajes totales de cada taller, considerando las tres preguntas sobre la conducción del tallerista.

Tabla 10
Resultados de la opinión de los niños sobre la conducción en cada uno de los talleres

CONDUCCIÓN DEL TALLERISTA								
Cuestionario para los participantes								
Taller	N y Modo 1= SI 2= NO 3= S/R	Fr y %	Tipo de respuesta	Pregunta 9	Pregunta 10	Pregunta 11	Frecuencia total de acuerdo al tipo de respuesta, considerando las tres preguntas en cada taller	Porcentaje total de acuerdo al tipo de respuesta, considerando las tres preguntas en cada taller
Colores en la naturaleza	N= 20 Mo= 1	Fr	SI	12	12	12	36	60%
			NO	0	0	0	0	0%
			S / R	8	8	8	24	40%
Cocodrilo	N= 20 Mo= 1		SI	19	19	20	58	96.6%
			NO	1	1	0	2	3.33%
			S / R	0	0	0	0	0%
Fauna Silvestre de México	N= 13 Mo= 1		SI	13	13	13	39	100%
			NO	0	0	0	0	0%
			S / R	0	0	0	0	0%
Con-figuras	N= 17 Mo= 1		SI	17	17	16	50	98.03%
			NO	0	0	1	1	1.96%
			S / R	0	0	0	0	0%
Tangrama	N= 19 Mo= 1		SI	18	18	15	51	89.47%
			NO	1	1	4	6	10.52%
			S / R	0	0	0	0	0%
Colores en la naturaleza	N= 20 Mo= 1	%	SI	60%	60%	60%		
			NO	0%	0%	0%		
			S / R	40%	40%	40%		
Cocodrilo	N= 20 Mo= 1		SI	95%	95%	100%		
			NO	5%	5%	0%		
			S / R	0%	0%	0%		
Fauna Silvestre de México	N= 13 Mo= 1		SI	100%	100%	100%		
			NO	0%	0%	0%		
			S / R	0%	0%	0%		
Con-figuras	N= 17 Mo= 1		SI	100%	100%	94.1%		
			NO	0%	0%	5.88%		
			S / R	0%	0%			
Tangrama	N= 19 Mo= 1		SI	94.4%	94.4%	77.7%		
			NO	5.5%	5.5%	22.2%		
			S / R	0%	0%	0%		

Resultados de las respuestas abiertas sobre la conducción del tallerista

En la pregunta once se solicitó a los niños que explicaran las razones de por qué les había gustado el taller (consultar la tabla 11). Por lo tanto, se generaron una gran diversidad de respuestas, que fue necesario clasificarlas en categorías y subcategorías para evaluar más acertadamente el tipo de respuestas que dieron los niños (consultar la tabla 12 y 13).

En primer lugar, es necesario mencionar que la categoría A (sin respuesta) obtuvo la frecuencia más alta (fr=29), que equivale al 32.58%. Sin embargo dicha categoría no se incluirá en el análisis de resultados debido a que no se juzgó relevante para conocer las razones que expresaron los niños sobre lo que les había gustado del taller. Solamente se consideró para conocer la frecuencia y el porcentaje de los niños que no respondieron a dicha pregunta (consultar la tabla 12).

De forma general, se encontró que los resultados muestran una mayor frecuencia para la categoría B (agrado por el taller) (mo=1) y menor frecuencia para las categorías: explicación clara del contenido, simpatía por la tallerista, desagrado por el taller y adecuado manejo de voz (consultar la tabla 12).

Los resultados arrojan una frecuencia de 27 para la categoría que corresponde a que los niños manifestaron que les agradó el taller (considerando una N=89), lo que equivale al 30.33% del total de niños que participaron en los cinco talleres.

Las razones por las que les agradaron los talleres fueron las siguientes (consultar las tablas 11 y 13):

- a) Les resultó divertido ("Porque tiene cosas muy divertidas", "fue muy divertido") (fr= 6 que equivale al 6.74%).
- b) Aprendieron ("porque aprendí jugando", "porque aprendí muchas cosas", "porque aprendes mucho") (fr= 3 que equivale al 3.37%).
- c) Realizaron juegos ("porque jugamos") (fr= 3 que equivale al 3.37%).
- d) Les resultó interesante ("fue muy interesante") (fr= 1 que equivale al 1.12%).
- e) Los materiales con los que trabajaron fueron atractivos ("por el papel con el que trabajamos") (fr= 1 que equivale al 1.12%).
- f) La actividad manual ("el trabajo es bonito") (fr= 1 que equivale al 1.12%).
- g) El tema del taller ("Porque me gustan las matemáticas") (fr= 1 que equivale al 1.12%).
- h) Facilidad de realización de las actividades ("fue fácil") (fr= 1 que equivale al 1.12%).
- i) Les gustó pero sin dar explicación ("porque me gustó", "me encantó", "fue perfecto", "porque sí") (fr=10 que equivale al 11.23%)

Con los anteriores resultados se puede señalar que el modo equivale a dos (mo=2) en las subcategorías relacionadas porqué les gustaron los talleres a los niños; la que corresponde a que el taller fue divertido o entretenido. Cabe aclarar que no se consideró la subcategoría "sin explicación" porque no arroja datos relevantes para conocer las razones del agrado de los talleres a los participantes.

Algunos de los participantes expresaron que no les agradó el taller (fr= 4) que equivale a un porcentaje del 4.49% del total de niños que participaron en los talleres. Cabe aclarar que los cuatro niños que expresaron dicha opinión participaron en el taller de tangramas y en ningún otro taller (consultar las tablas 12 y 13).

Las razones que manifestaron sobre porqué no les gustó dicho taller fueron que la tallerista les pareció aburrida (fr=1 y 1.12%), no hubo respuesta a una demanda (fr=1 y 1.12%) y algunos niños no explicaron sus razones (fr=2 y 2.24%) (consultar la tabla 13).

Por otro lado, se encontró que los niños consideran relevantes los siguientes aspectos para la conducción de los talleres (consultar la tabla 12):

- a) Claridad en la explicación de contenidos (los niños escribieron por ejemplo: "explicaron bien", "comprendí varias cosas", "nos explicó el por qué", "porque se expresaron bien") (fr= 13 y un porcentaje de 14.60%).
- b) Simpatía por la tallerista (los niños reportaron: "es muy simpática", "porque ellos dieron el taller", "lo hicieron bien", "la tallerista habló bien", "fue muy buena", "nos tuvo mucha paciencia", "porque no nos gritó y no se desesperó") (fr= 6 y un porcentaje de 6.74%).
- c) Adecuado uso de la voz (los niños expresaron: "tiene buena voz", "se escuchó claro") (fr=2 y un porcentaje de 2.24%).

La siguiente tabla muestra las explicaciones que dieron los niños acerca de por qué les gustó como dieron el taller. Los resultados se muestran por cada taller para apreciar con más claridad el tipo de respuestas que dieron los niños.

Tabla 11
Resultados de las respuestas abiertas a la pregunta: ¿Te gustó como dieron el taller?

CONDUCCIÓN DEL TALLERISTA Cuestionario para los participantes	
Taller	Respuestas
Colores en la naturaleza	<ul style="list-style-type: none"> - Sin respuesta = 6 - "Porque Edith habló bien", "porque ellos dieron el taller", "porque lo hicieron bien" = 3 - Porque aprendí muchas cosas = 2 - Fue muy interesante = 1 - Porque tiene cosas muy divertidas = 1
Cocodrilo	<ul style="list-style-type: none"> - Sin respuesta = 11 - Fue divertido = 3 - Explicaron bien = 2 - No sé = 2 - Me gustó = 1 - El trabajo es bonito = 1
Fauna silvestre de México	<ul style="list-style-type: none"> - Porque explicaron muy bien = 4 - Porque me gustó = 3 - Tienen buena voz ("se escuchó claro") = 2 - Sin respuesta = 2 - Fue muy divertido = 1 - Porque fue muy buena = 1
Con-figuras	<ul style="list-style-type: none"> - Sin respuesta = 3 - Porque jugamos y "porque aprendí jugando" = 3 - "Porque me gustó", "Porque sí", "me encantó" = 4 - "Porque explicaron bien" = 2 - "Porque me gustan las matemáticas" = 1 - "Porque comprendí varias cosas" = 1 - "Fue suficiente" = 1 - "pues sí" = 1 - No sé = 1
Tangramas	<p style="text-align: center;">SI</p> <ul style="list-style-type: none"> - Respuesta no clara = 3 - Respuesta compuesta = "explicó bien las cosas y nos tuvo mucha paciencia" y "explicó bien las cosas y es muy simpática" = 2 - "Explicó las cosas muy bien" = 1 - "Porque aprendes mucho" = 1 - "Fue perfecto" = 1 - "Fue divertido" = 1 - "Fue fácil" = 1 - "Porque se expresaron bien" = 1 - "me gustó" = 1 - "Porque no nos gritó y no se desesperó" = 1 - "Por el papel con el que trabajamos" = 1 - Nos explicó él por qué = 1 <p style="text-align: center;">NO</p> <ul style="list-style-type: none"> - "Porque era un poco aburrida" = 1 - Estuvo "feo" = 1 - "no me gustó" = 1 - "Necesitaba lo que pasó en la respuesta 1" = 1

En la tabla siguiente se presentan las categorías que se formaron de acuerdo a las respuestas que los niños dieron, en cada taller, a la pregunta once; así como su frecuencia y porcentaje correspondiente. Se muestra la frecuencia y el porcentaje de las categorías encontradas en todos los talleres porque de esta forma se pueden distinguir los aspectos que sobresalieron más respecto a la conducción de la tallerista y sobre el efecto que cada taller causó a los niños.

Tabla 12
Resultados de la opinión de los niños sobre si les gustò como dieron el taller

ALGUNOS INDICADORES SOBRE EL EFECTO QUE LOS TALLERES CAUSAN EN LOS NIÑOS QUE PARTICIPAN EN ELLOS								
Cuestionario para los participantes								
	Categoría	Taller colores en la naturaleza	Taller cocodrilo	Taller fauna silvestre de México	Taller con-figuras	Taller tangramas	Fr total	% total
		N= 20	N= 20	N= 13	N= 17	N= 19		
A	Sin Respuesta	13	11	2	3	0	29	32.58 %
B	Agrado por el taller	4	5	4	8	6	27	30.33 %
C	Explicación o exposición clara del contenido		2	4	3	4	13	14.60 %
D	Simpatía por el tallerista	3		1		2	6	6.74%
E	Respuesta no clara				2	3	5	5.61%
F	Desagrado por el taller					4	4	4.49%
G	No sé		2		1		3	3.37%
H	Adecuado manejo de voz			2			2	2.24%
Modo Mo= 2 Nota: el modo es igual a dos porque no se consideró relevante la categoría "sin respuesta" para calcularlo. 1= S/R 2 = Agrado por el taller 3 = Explicación clara del contenido 4 = Simpatía por el tallerista 5 = Respuesta no clara 6 = Desagrado por el taller 7 = No sé 8 = Adecuado manejo de voz								

En la tabla siguiente se presentan las subcategorías correspondientes a las categorías: agrado por el taller y desagrado por el taller. Las subcategorías se formaron clasificando las respuestas que los niños dieron, en cada taller, respecto a las dos categorías principales anteriormente mencionadas. En la tabla se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada una de ellas porque de esta forma se pueden conocer más finamente las razones de porqué les agradaron o desagradaron a los niños los talleres.

Tabla 13

Resultados de la opinión de los niños sobre por qué les agradaron y desagradaron los cinco talleres

ALGUNOS INDICADORES SOBRE EL EFECTO QUE LOS TALLERES CAUSAN EN LOS NIÑOS QUE PARTICIPAN EN ELLOS			
Cuestionario para los participantes			
Identificación de las subcategorías	Subcategorías de por qué les agradaron los talleres	Frecuencias	Porcentajes
a	Sin explicación del por qué les agradó el taller	10	11.23%
b	Divertido/entretenido	6	6.74%
c	Aprendieron	3	3.37%
d	Realizaron juegos	3	3.37%
e	Interesante	1	1.12%
f	Materiales atractivos (gusto por los materiales de trabajo)	1	1.12%
g	Agrado por la actividad manual	1	1.12%
h	Agrado por el tema del taller	1	1.12%
i	Facilidad en la realización de actividades	1	1.12%
Subcategorías de por qué les desagradaron los talleres			
j	Sin explicación	2	2.24%
k	Tallerista aburrida	1	1.12%
l	Sin respuesta a una demanda (pregunta)	1	1.12%
Modo para las subcategorías de agrado por el taller Mo= 2 Nota: el modo es igual a dos porque no se consideró relevante la categoría "sin explicación" para calcularlo. 1= Sin explicación 2 = Divertido/entretenido 3 = Aprendieron o realizaron juegos 4 = Interesante o materiales atractivos o agrado por la actividad manual o agrado por el tema del taller o facilidad en la realización de actividades		Modo para las subcategorías de desagrado por el taller Mo= 1 1= Sin explicación 2 = tallerista aburrida 3= sin respuesta a una demanda	

Análisis de resultados sobre la conducción del tallerista

Sintetizando los hallazgos encontrados en las respuestas abiertas y cerradas se propone lo siguiente:

- a) El análisis de los resultados obtenidos sobre el Cuestionario para los participantes nos lleva a plantear que los únicos indicadores evidentes que utilizamos para valorar la conducción del tallerista fueron su voz y la claridad de las instrucciones.
- b) Los resultados de las respuestas cerradas del Cuestionario para los participantes nos revelaron que para los niños es de gran relevancia que la tallerista maneje adecuadamente su voz y proporcione unas instrucciones claras para la conducción exitosa del taller. Los resultados de estas respuestas indican una opinión favorable de los niños en lo que refiere al manejo de su voz, a la claridad de las instrucciones y a la forma de conducción del taller (fr en las tres preguntas= 234 y un porcentaje = 87.64%) (consultar la tabla 9).
- c) Los resultados sobre las respuestas abiertas (pregunta once) muestran que los talleres fueron de agrado para los niños debido a la forma en que fueron conducidos por los talleristas.

- d) La aparente ambigüedad de la pregunta once reveló algunas pistas de posibles indicadores referentes a la conducción de la tallerista y otros relacionados a la experiencia que viven los niños al participar en algún taller (consultar las tablas 12 y 13).
- e) En suma, el análisis de los resultados muestra que los niños opinaron favorablemente con respecto a la conducción de las talleristas.

b) Diseño del taller

En esta sección se exponen los resultados sobre el diseño del taller provenientes del Cuestionario para los participantes. Los aspectos que se analizan son los siguientes: los contenidos, las actividades y los materiales para los niños.

El Cuestionario para los participantes explora la opinión de los niños respecto al diseño del taller a partir de la primera pregunta hasta la octava. Las preguntas uno, dos, tres y cuatro se refieren al área de contenidos; las preguntas cinco y seis a las actividades; las preguntas siete y ocho a los materiales.

Es necesario aclarar que en el Cuestionario para los participantes algunas preguntas son de respuesta cerrada y otras de respuesta abierta. La pregunta dos y la cuatro son preguntas abiertas y parte de la pregunta uno es abierta porque se pide la explicación de por qué les gustó el taller. Por otro lado, las preguntas que solicitaron respuestas cerradas son la uno, la tres, la cinco, la seis, la siete y la ocho.

Primero se presenta el análisis de las preguntas con respuesta cerrada (uno, tres, cinco, seis, siete ocho) y después se presentarán los resultados de las preguntas con respuesta abierta (dos, cuatro y parte de la uno). Finalmente, se muestran los análisis de resultados de las tres áreas mencionadas al inicio de esta sección (contenidos, actividades y materiales), considerando los resultados de las respuestas cerradas y abiertas.

Resultados de respuestas cerradas

Si examinamos los resultados de las respuestas de los niños considerando las frecuencias y porcentajes totales por pregunta encontramos que de los niños expresaron que (consultar el anexo 12, la tabla 14):

- a) Les gustó el taller (pregunta uno), con una frecuencia de 80 (que equivale a un 89.98%, con una N= 89)
- b) Aprendieron algo durante el taller (pregunta tres), con una frecuencia de 77 (que equivale a un 86.51%, con una N= 89)
- c) Fueron divertidas las actividades que realizaron (pregunta cinco), con una frecuencia de 74 (83.14% con una N= 89)
- d) Las actividades que realizaron les ayudaron a comprender mejor el tema del taller (pregunta seis), con una frecuencia de 73 (que equivale a 82.02%, con una N= 89)
- e) Les gustaron los materiales con los que trabajaron (pregunta siete), con una frecuencia de 78 (que equivale a 87.64% con una N= 89)

- f) Fueron suficientes los materiales con los que trabajaron (pregunta ocho), se encontró una frecuencia de 70 (que equivale a 78.65% con una N= 89).

De acuerdo a los datos anteriores se puede sostener que los niños evaluaron favorablemente los contenidos, actividades y materiales, es decir, el diseño de los talleres debido a que se observan frecuencias entre 77 y 80 para los contenidos de cada taller; frecuencias entre 73 y 74 para las actividades y frecuencias entre 70 y 78 para los materiales.

Al examinar las frecuencias y porcentajes de las preguntas en cada uno de los talleres, se encontró lo siguiente (consultar la tabla 14):

- a) En los cinco talleres los niños manifestaron que les gustó el taller en el que participaron (pregunta uno) con las siguientes frecuencias y porcentajes:
- En el taller de cocodrilo se observó una frecuencia de 20 que equivale al 100% (N= 20).
 - En el taller de fauna silvestre de México se obtuvo una frecuencia de 13 (100% con una N= 13).
 - En el taller de con-figuras se encontró una frecuencia de 16 (94.1% con una N= 17).
 - Para el taller de tangramas la frecuencia fue de 18 (94.4% con una N= 19).
 - En el taller de colores en la naturaleza la frecuencia y el porcentaje de niños es mucho menor (fr=13 que equivale a un 65%) debido a que siete niños que participaron en dicho taller no respondieron al Cuestionario para los participantes. Sin embargo, si no evaluamos a estos siete niños y sólo los 13 restantes, todos los niños contestaron que les gustó el taller (fr= 13 que equivale al 100%).
- b) En todos los talleres se encontró que los niños expresaron que aprendieron algo durante el taller (pregunta tres), considerando las siguientes frecuencias y porcentajes:
- En el taller de fauna silvestre de México se observaron frecuencias de 19 (95%).
 - En el taller de cocodrilo se obtuvo una frecuencia de 13 (100%).
 - En el taller de con-figuras una frecuencia de 16 (94.1%).
 - Para el taller de tangramas la frecuencia fue de 17 (88.8%).
 - En el taller de colores en la naturaleza la frecuencia es de 12 (60%), debido a que siete niños no respondieron al Cuestionario para los participantes. Sin embargo, si no evaluamos a estos siete niños y sólo los 13 restantes, los niños que contestaron que aprendieron algo durante el taller fueron 12 (fr= 12 que equivale al 92.30%).
- c) En los cinco talleres observamos que los niños manifestaron que fueron divertidas las actividades que realizaron (pregunta cinco), tomando en cuenta las siguientes frecuencias y porcentajes:
- Para el taller de cocodrilo se encontró una frecuencia de 18 (90%).
 - En el taller de fauna silvestre se observó una frecuencia de 13 (100%).
 - En el taller de con-figuras la frecuencia fue de 17 (100%).
 - Para el taller de tangramas la frecuencia es menor (fr=15 que equivale al 77.7%)

- Para el taller de colores en la naturaleza la frecuencia es aún más pequeña (fr=12 que equivale a un 60%) debido a que en este último taller siete niños no respondieron al Cuestionario para los participantes. Sin embargo, si no evaluamos a estos siete niños y sólo los 13 restantes, los niños que contestaron que las actividades que realizaron en el taller fueron divertidas fueron 12 (fr= 12 que equivale al 92.30%).
- d) En todos los talleres se encontró que los niños expresaron que las actividades que realizaron les ayudaron a comprender mejor el tema del taller (pregunta seis), considerando las siguientes frecuencias y porcentajes:
- En el taller de fauna silvestre de México se observó una frecuencia de 13 (100%).
 - En el taller de con-figuras se obtuvo una frecuencia de 17 (100%).
 - En el de tangramas se observó una frecuencia de 18 (94.4%).
 - Para el taller de cocodrilos la frecuencia fue mucho menor (fr=16 que equivale a un 80%).
 - Para el taller de colores en la naturaleza la frecuencia es de nueve (45%) debido a que en este último taller siete niños no respondieron al Cuestionario para los participantes. Sin embargo, si no evaluamos a estos siete niños y sólo los 13 restantes, los niños que contestaron que las actividades que realizaron les ayudaron a comprender mejor el tema del taller fueron nueve (fr= 9 que equivale al 69.23%).
- e) En los cinco talleres se encontró que a los niños les gustaron los materiales con los que trabajaron (pregunta siete), considerando las siguientes frecuencias y porcentajes:
- En el taller de cocodrilo se obtuvo una frecuencia de 20 (100%).
 - En el taller de fauna silvestre de México una frecuencia de 13 (100%).
 - En el taller de con-figuras una frecuencia de 17 (100%).
 - Para el taller de tangramas la frecuencia es de 16 (83.3%).
 - En el taller de colores en la naturaleza se encontró una frecuencia de 12 (60%) debido a que en este último taller siete niños no respondieron al Cuestionario para los participantes. Sin embargo, si no evaluamos a estos siete niños y sólo los 13 restantes, los niños que contestaron que les gustaron los materiales con los que trabajaron fueron doce (fr= 12 que equivale al 92.30%).
- f) En los cinco talleres se encontró que los niños expresaron que los materiales con los que trabajaron fueron suficientes (pregunta ocho) considerando las siguientes frecuencias y porcentajes:
- En el taller de cocodrilo se observó una frecuencia igual a 18 (90%).
 - En el taller de fauna silvestre de México la frecuencia es igual a 13 (100%).
 - Para el taller de con-figuras la frecuencia fue de 14 (82.3%).
 - En el taller de tangramas la frecuencia fue de 15 (77.7%).
 - Para el taller de colores en la naturaleza la frecuencia fue de 10 (50%) debido a que en este último taller siete niños no respondieron al Cuestionario para los participantes. Sin embargo, si no evaluamos a estos siete niños y sólo los 13 restantes, los niños que contestaron que fueron suficientes los materiales con los que trabajaron fueron diez (fr= 10 que equivale al 79.92%).

En la tabla siguiente se presentan las frecuencias y porcentajes de las respuestas que dieron los niños respecto al contenido, a las actividades y a los materiales. La tabla se divide en dos secciones; en la primera se muestran los resultados de cada uno de los talleres y en la segunda se muestran los resultados totales (frecuencias y porcentajes) de cada respuesta.

Tabla 14
Resultados sobre la opinión de los niños sobre el diseño del taller

DISEÑO DEL TALLER								
Cuestionario para los participantes								
Resultados sobre el diseño de cada taller								
Taller	Fr y %	Tipo de respuesta	CONTENIDO		ACTIVIDADES		MATERIALES	
			1	3	5	6	7	8
Preguntas								
Colores en la naturaleza N = 20 Mo = 1	Fr	SI NO S/R	13 0 7	12 1 7	12 0 8	9 3 8	12 0 8	10 1 9
Cocodrilo N = 20 Mo = 1		SI NO S/R	20 0 0	19 1 0	18 2 0	16 0 4	20 0 0	18 2 0
Fauna silvestre de México N = 13 Mo = 1		SI NO S/R	13 0 0	13 0 0	13 0 0	13 0 0	13 0 0	13 0 0
Con-figuras N = 17 Mo = 1		SI NO S/R	16 1 0	16 1 0	16 1 0	17 0 0	17 0 0	14 3 0
Tangramas N = 19 Mo = 1		SI NO S/R	18 1 0	17 2 0	15 4 0	18 1 0	16 3 0	15 4 0
	%							
Colores en la naturaleza		SI NO S/R	65% 0% 35%	60% 5% 35%	60% 0% 40%	45% 15% 40%	60% 0% 40%	50% 5% 40%
Cocodrilo N = 20 Mo = 1		SI NO S/R	100% 0% 0%	95% 5% 0%	90% 10% 0%	80% 0% 20%	100% 0% 0%	90% 10% 0%
Fauna Silvestre de México N = 13 Mo = 1		SI NO S/R	100% 0% 0%	100% 0% 0%	100% 0% 0%	100% 0% 0%	100% 0% 0%	100% 0% 0%
Con-figuras N = 17 Mo = 1		SI NO S/R	94.1% 5.8% 0%	94.1% 5.8% 0%	94.1% 5.8% 0%	100% 0% 0%	100% 0% 0%	82.3% 17.6% 0%
Tangramas N = 19 Mo = 1		SI NO S/R	94.4% 5.5% 0%	88.8% 11.1% 0%	77.7% 22.2% 0%	94.4% 5.5% 0%	83.3% 16.6% 0%	77.7% 22.2% 0%
Modo Mo = 1 1 = SI 2 = NO 3 = S/R								
Resultados de la opinión de los niños sobre el diseño de los talleres								
Frecuencias por pregunta		SI NO S/R	80 2 7	77 5 7	74 7 8	73 4 12	78 3 8	70 10 9
Porcentajes por preguntas		SI NO S/R	89.88% 2.24% 7.86%	86.51% 5.61% 7.86%	83.14% 7.86% 8.98%	82.02% 4.49% 13.48%	87.64% 3.3% 8.98%	78.65% 11.23% 10.11%

Resultados de respuestas abiertas

En esta sección se presentan los resultados sobre las respuestas de los niños a las preguntas uno, dos y cuatro. La primera pregunta nos arroja una opinión global de los niños respecto al taller en el que participaron. Las otras dos preguntas se encuentran relacionadas con el contenido del taller y, por lo tanto, con el diseño del mismo. Los datos se muestran en las tablas 15 y 16).

Resultados de la pregunta uno

Al analizar los resultados de la pregunta uno, en la que los niños tenían que explicar ¿por qué les gustó el taller?, se encontraron hallazgos similares a los de la pregunta once del Cuestionario para los participantes. Las respuestas de los niños fueron clasificadas en categorías y subcategorías, con el fin de realizar un análisis más fino de dicha pregunta. Las categorías principales resultantes de las respuestas de los niños fueron las siguientes: agrado por el taller con diversas razones, agrado por el taller debido a explicación clara del contenido, agrado por el taller debido a simpatía por la tallerista, agrado por el taller debido a instrucciones claras, desagrado del taller y sin respuesta. La categoría de agrado por el taller con diversas razones se desglosa en las siguientes subcategorías: actividades, divertido/entretenido, sin respuesta, aprendizajes, tema del taller, interesante, sin explicación precisa y conocimientos previos (consultar la tabla 16).

Considerando las respuestas de todos los niños, se encontró una frecuencia de 72 y un porcentaje de 80.88% para los participantes que manifestaron agrado por el taller. Por otro lado, al contemplar las diferentes categorías, se observó una frecuencia alta para los niños que manifestaron agrado por el taller con diversas razones y frecuencias mucho más bajas para el resto de las categorías: agrado por el taller debido a explicación o exposición clara del contenido, agrado por el taller debido a simpatía por la tallerista, agrado por el taller debido a instrucciones claras, desagrado por el taller y sin respuesta (consultar la tabla 16).

En la categoría de agrado por el taller con diversas razones se observó una frecuencia de 68 (con una N=89), que equivale a 76.4% del total de niños que participaron en los talleres. Se hallaron frecuencias (fr= 1 y 2) y porcentajes mucho menores (1.12% y 2.24%) para las categorías restantes. Por lo tanto el modo es igual a uno, considerando que la categoría que más frecuentemente se presenta es la de agrado por el taller con diversas razones (consultar la tablas 15 y 16).

El análisis de las subcategorías, que anteriormente se explicó que se derivaron de la categoría "agrado por el taller con diversas razones", nos muestra que a los niños les gustaron las actividades (fr= 18) que equivale a un porcentaje de 21.42%. Con menor frecuencia se encuentran las siguientes subcategorías: el taller fue divertido/entretenido (fr= 16 con 19.04%), sin respuesta (fr= 16 con 19.04%), realizaron aprendizajes (fr=12 con 14.28%), les cautivó el tema del taller (fr=8 con un 9.52%), les pareció interesante el taller (fr= 7 con 8.33%), sin explicación precisa de porqué les agradó el taller (fr=6 con 7.14%) y contaban con conocimientos previos (fr= 1 con 1.19%) (consultar las tablas 15 y 16).

En la siguiente tabla se muestran las opiniones de los niños respecto a las razones de porqué les agradó el taller en el que participaron. También se presentan algunas categorías resultantes del análisis de dichas respuestas, así como sus frecuencias y porcentajes.

Tabla 15
Resultados sobre la opinión de los niños respecto a por qué les gustaron los cinco talleres

¿TE GUSTÓ EL TALLER? ¿POR QUÉ? Pregunta uno Cuestionario para los participantes				
Taller	Respuestas	Categoría	Frecuencia	Porcentajes
Colores en la naturaleza N= 20	- Sin respuesta = 4 - Porque nos enseñaron los colores ("vimos los colores", "hablaron de los colores") = 3 - Porque vimos como se mezclan los colores ("combinamos los colores") = 3 - Porque pintamos = 2 - Porque te dan trabajo = 1	Agrado por el taller con diversas razones:	9	45%
		-Tema -Actividad manual	3 6	15% 30%
		Sin respuesta	11	55%
Cocodrilo N= 20	- Sin respuesta = 6 - Porque fue muy divertido o entretenido = 5 - "Porque hicimos un cocodrilo" = 2 - "Porque (nos) enseñaron muy bien" = 2 - "Porque estuvo bonito" ("precioso") = 2 - Porque "el cocodrilo está bonito" ("me gustó como hice mi cocodrilo") = 2 - Porque fue muy interesante = 1	Explicación clara del contenido	2	10%
		Agrado por el taller con diversas razones:	13	65%
		Divertido/entretenido -Interesante -Actividad manual -Sin explicación precisa (Bonito/precioso; me gustó)	5 1 4 3	25% 5% 20% 15%
		Sin respuesta	5	25%
Fauna silvestre de México N= 13	"Estuvo muy interesante" = 4 "Se trató de animales" (habla de animales) = 3 Fue muy divertido = 1 Las actividades = 1 Porque dibujamos y jugamos = 1 "Porque aprendí cosas nuevas" y "te enseñan cosas especiales" = 2 "Es bonito" = 1	Agrado por el taller con diversas razones:	13	99.97%
		-Interesante -Divertido -Tema	4 1 3	30.76% 7.69% 23.07%
		-Las actividades -Aprendizajes interesantes	2 2	15.38% 15.38%
		-Sin explicación precisa (bonito)	1	7.69%
		Agrado por el taller con diversas razones:	16	94.09%
		-Divertido -Las diversas actividades -Aprendizajes interesantes -Conocimientos previos -Sin explicación precisa (bonito)	7 3 3 1 2	41.17% 17.64% 17.64% 5.88% 11.76%
Con-figuras N= 17	Fue muy divertido ("estuvo padre") = 7 Porque "jugamos e hicimos dibujos con figuras geométricas" = 2 Porque "nos enseñaron muchas cosas", "porque aprendí más" = 2 Porque "aprendí las figuras geométricas y a jugar con la geometría" = 1 Porque "trabajamos con figuras geométricas" = 1 Porque "ya sabíamos gran parte" = 1 Porque "estuvo bonito" = 1 Porque "me cae bien la que nos explica" = 1 "Porque sí" ("más o menos") = 1	Simpatía por la tallerista	1	5.88%
		Agrado por el taller con diversas razones:	17	89.44%
		-Aprendizajes -Divertido -Interesante -Las diversas actividades -Tema	7 3 2 3 2	36.84% 15.78% 10.52% 15.78% 10.52%
Tangramas N= 19	SI "Aprendí a hacer tangramas" = 3 "Aprendí muchas cosas" ("como armar figuras") = 3 "Fue muy divertido" = 3 "Fue interesante" = 2 "Elaboramos figuras" = 2 "jugamos" = 1 "Nos enseñaron geometría" ("por la geometría") = 2 "Nos ayuda a saber sobre las matemáticas" = 1 "Porque te dan correctamente las instrucciones y tienen paciencia" = 1	Instrucciones claras	1	5.26%
	NO "No hay música pop ni de otro tipo. Debe haber clases de modelaje" = 1	Desagrado por el taller:	1	5.26%
		-Sin música y otro tipo de actividades	1	5.26%

En la siguiente tabla se muestran las categorías y subcategorías resultantes de la opinión de los niños sobre porqué les agradó el taller en el que participaron y qué les agradó. En dicha tabla se muestran las frecuencias y porcentajes de cada categoría y subcategoría, así como el modo o la respuesta que con mayor frecuencia se repite (mo= 1).

Tabla 16
Resultados de la opinión de los niños sobre lo que les agradó de los talleres

¿TE GUSTÓ EL TALLER? ¿POR QUÉ? Cuestionario para los participantes							
	Categorías	Fr	%		Subcategorías de agrado por el taller con diversas razones	Fr	%
A	Agrado por el taller con diversas razones	68	76.4%	a	Actividades	18	21.42%
B	Agrado por el taller debido a Explicación clara del contenido	2	2.24%	b	Divertido/entretenido	16	19.04%
C	Agrado por el taller debido a Simpatía por la tallerista	1	1.12%	c	Sin respuesta	16	19.04%
D	Agrado por el taller debido a Instrucciones claras	1	1.12%	d	Aprendizaje	12	14.28%
E	Desagrado por el taller	1	1.12%	e	Tema	8	9.52%
F	Sin respuesta	16	17.97%	f	Interesante	7	8.33%
				g	Sin explicación precisa	6	7.14%
	Total de agrado por el taller	72	80.88%	h	Conocimientos previos	1	1.19%
<p>Modo Mo= 1</p> <p>1= agrado por el taller con diversas razones 2= explicación clara del contenido 3= Simpatía por el tallerista 4= Instrucciones claras 5= Desagrado por el taller 6= Sin respuesta</p>				<p>Modo Mo= 1</p> <p>1= actividades 2= divertido/entretenido 3= Sin respuesta 4= Aprendizaje 5= Tema 6= Interesante 7= Sin explicación precisa 8= Conocimientos previos</p>			

Resultados de la pregunta dos

Al llevar a cabo el análisis de los resultados de la pregunta dos del Cuestionario para los participantes (¿Cuál fue el tema del taller?), se encontró, de manera global, que en los cinco talleres se cumplieron los objetivos en un 70.78% que corresponde a una frecuencia de 63 (fr=63 con una N= 89). Las respuestas de los niños que más frecuentemente se presentaron se condensaron en la categoría que corresponde a las “respuestas que evidenciaron que se cumplieron los objetivos”, a la que se le asignó el valor de uno. Por lo tanto, el modo es igual a uno (mo= 1) (consultar la tabla 18).

Examinando las respuestas de los niños en los talleres de con-figuras y tangramas se encontró que los objetivos se cumplieron en un 100% debido a que las respuestas de los niños coinciden con los objetivos planificados para ambos talleres. Cabe aclarar que para dichos talleres existían dos o tres objetivos. En el taller de con-figuras la frecuencia de las respuestas de los niños que incluyeron ambos objetivos fue de 15 (con una N=17) y una frecuencia de 2 para los niños que se inclinaron el primero objetivo. En el taller de tangramas la frecuencia de respuestas de los niños que incluyeron ambos objetivos fue de 18 (con una N=19) y una frecuencia de 1 para la respuesta de un niño que no coincidió con ningún objetivo. Las respuestas más frecuentes corresponden a la categoría de “respuestas que evidenciaron que se cumplieron los objetivos”, a la que se le asignó el valor de uno. Por lo tanto, podemos decir que el modo es igual a uno (mo= 1) para ambos talleres (consultar los anexos 5 y 6 y la tabla 17 y 18).

En el taller de fauna silvestre de México se encontró que los objetivos se cumplieron en un 61.53% porque la frecuencia de respuestas, que coinciden con al menos uno de los objetivos para este taller, es menor que en los talleres de con-figuras y tangramas ($fr= 8$ con una $N= 13$). La respuesta que más se repitió en este taller corresponde a la categoría “respuestas que evidenciaron que se cumplieron los objetivos”, a la que se le asignó el valor de uno. Por lo tanto, para este taller el modo es igual a uno. Por otro lado, se encontró que los niños expresaron algunas respuestas no esperadas (es decir, que no coincidieron con los objetivos) con una frecuencia de cinco ($fr= 5$ considerando una $N= 13$), que equivale al 38.46% del total de niños que participaron en este taller (consultar el anexo 4 y la tabla 17 y 18).

En el taller de cocodrilo se encontró que los objetivos se cumplieron en un 65% que equivale a una frecuencia de respuestas igual a trece ($fr= 13$ con una $N= 20$). Es importante añadir que aunque los niños expresaron que el tema del taller fue de cocodrilos, sus respuestas no fueron tan amplias ni tan específicas como en los talleres donde participaron niños con más edad.

También, se encontró en este taller que los niños expresaron algunas respuestas no esperadas (es decir, que no coincidieron con los objetivos) con una frecuencia de cinco ($fr= 5$ considerando una $N= 20$), que equivale al 25% del total de niños que participaron en este taller. Las respuestas de los niños de dicha categoría (“respuestas no esperadas”) se inclinaron hacia la actividad manual. Para algunos niños el taller consistió en “armar un cocodrilo de papel”. El restante 10% de niños que participaron en dicho taller no respondieron a esta pregunta (que corresponde a una $fr= 2$).

La respuesta que más se repitió en este taller corresponde a la categoría “respuestas que evidenciaron que se cumplieron los objetivos”, a la que se le asignó el valor de uno. Por lo tanto, para este taller el modo es igual a uno (consultar el anexo 3 y la tabla 17 y 18).

En el taller de colores en la naturaleza se encontró que los objetivos se cumplieron en un 30%, observándose que la frecuencia de respuestas que coincide con el objetivo de este taller es menor que en los talleres de con-figuras, tangramas, fauna silvestre de México y cocodrilo ($fr= 6$ con una $N= 20$). Es importante añadir que aunque este pequeño grupo de niños expresaron que el tema del taller fue de colores, sus respuestas no fueron tan amplias ni tan específicas como en los talleres donde participaron niños con más edad. Además, se encontró que los niños expresaron algunas respuestas no esperadas (es decir, que no coincidieron con los objetivos) con una frecuencia de cuatro ($fr= 4$ considerando una $N= 20$), que equivale al 20% del total de niños que participaron en este taller. El restante 50% de niños que participaron en dicho taller no respondieron a esta pregunta (que corresponde a una $fr= 10$). La respuesta que con más periodicidad se presentó corresponde a la categoría “sin respuesta”, a la que se le asignó el valor de tres. Por lo tanto, para este taller el modo es igual a tres (consultar el anexo 2 y la tabla 17 y 18).

En la tabla siguiente se presentan los hallazgos sobre la pregunta dos del Cuestionario para los participantes. Se muestran los resultados de cada taller respecto a las respuestas de los niños, las categorías formadas a partir de dichas respuestas, así como sus correspondientes frecuencias y porcentajes.

Tabla 17
Resultados de la opinión de los niños sobre cuál fue el tema de cada taller

¿CUÁL FUE EL TEMA DEL TALLER?				
Pregunta dos				
Cuestionario para los participantes				
Taller	Respuestas	Categoría	Fr	%
Colores en la naturaleza N=20 Mo= 3	"De combinar los colores " (de cómo combinar colores) = 4 Colores en la naturaleza = 3 "De los colores" ("se trató de los colores") = 3 Sin respuesta = 3	-Combinar colores (B) -Colores (A) -Sin respuesta (C)	4 6 10	20% 30% 50%
Cocodrilo N=20 Mo= 1	Los cocodrilos ("cocodrilo") = 13 Hacer un cocodrilo ("hicimos cocodrilos"; "un cocodrilo que tenemos que armar") = 5 Sin respuesta = 2	-Cocodrilos (A) -Armar cocodrilos (B) -Sin respuesta (C)	13 5 2	65% 25% 10%
Fauna silvestre de México N= 13 Mo= 1	Fauna silvestre ("animales silvestres") = 5 Fauna silvestre, "de los animales en peligro de extinción, amenazados, raras, etc" = 3 "De animales" = 3 "De los animales que viven en la selva y en la tierra" ("agua y selva") = 2	- Fauna silvestre; fauna silvestre y su situación (A) -De animales (B)	8 5	61.53% 38.46%
Con-figuras N= 17 Mo= 1	"De figuras geométricas" y "de cómo podemos jugar con figuras geométricas") = 9 "De geometría y de las figuras geométricas" = 6 "De geometría" = 2	- Figuras geométricas; geometría y figuras geométricas; geometría (A)	17	100%
Tangramas N= 19 Mo= 1	"De tangramas y de hacer figuras geométricas" = 5 "Los tangramas y la geometría" ("diagrama chino y geometría") = 3 "De geometría y del tangrama" = 2 "De las figuras, de armar un tangrama y aprender a hacerlo" = 1 "De tangramas" = 5 "De geometría" = 2 "Geología, se trató de matemáticas" = 1	-Tangramas y hacer figuras geométricas; tangramas y geometría; geometría (A)	19	100%
Identificación de la categoría A = Respuestas que evidencian que se cumplió el objetivo B = Respuestas no esperadas C = Sin respuesta		Modo 1 = Respuestas que evidencian que se cumplió el/los objetivo (s) 2 = Respuestas no esperadas 3 = Sin respuesta		

En la siguiente tabla se muestran las tres categorías que se formaron a partir de las respuestas de los niños a la pregunta ¿Cuál fue el tema del taller?; categorías que condensaron las respuestas que evidenciaron si se cumplieron o no los objetivos de los distintos talleres. En cada categoría se especifica las frecuencias y porcentajes que le corresponden.

Tabla 18
Tabla de categorías sobre cuál fue el tema de los cinco los talleres de acuerdo a la opinión de los niños

¿CUÁL FUE EL TEMA DEL TALLER?			
Cuestionario para los participantes			
Identificación de la categoría	Categorías	Frecuencias	Porcentajes
A	Respuestas que evidencian que se cumplieron los objetivos	63	70.78%
B	Respuestas no esperadas	14	15.73%
C	Sin respuesta	12	13.48%
Modo Mo= 1 1 = Respuestas que evidencian que se cumplió el/los objetivo (s) 2 = Respuestas no esperadas 3 = Sin respuesta			

Resultados de la respuesta cuatro

El análisis de los resultados de la pregunta cuatro (¿qué aprendiste?) muestra de forma general, que en los cinco talleres los objetivos se cumplieron casi en un cincuenta por ciento debido a que se observó una frecuencia de 40 ($fr=40$) para la categoría que corresponde a las “respuestas que evidenciaron que se cumplieron los objetivos”, lo que equivale al 44.94% de los 89 niños que participaron en todos los talleres ($N= 89$). Por otro lado, los datos evidencian una frecuencia de 21 ($fr= 21$) para la categoría de “respuestas no esperadas”, que equivale al 23.59% del total de niños. Esta última categoría engloba respuestas que son ajenas a los objetivos planificados para cada taller; es decir, son aspectos que los niños reportaron que aprendieron y que no fueron contemplados en los objetivos durante el diseño de los talleres. Se añade a ello que se encontró una frecuencia de 18 ($fr= 18$ que equivale a un 20.22%) de niños que no dieron respuesta a esta pregunta. El resto de las categorías exhiben frecuencias y porcentajes muy bajos; siendo mucho menor la categoría en donde los niños expresaron que no aprendieron nada (consultar la tabla 20).

Las respuestas de los niños que con más frecuencia se observaron corresponden a la categoría de “respuestas que evidenciaron que se cumplieron los objetivos”, a la que se le asignó el valor de uno. Por lo tanto, el modo es igual a uno ($mo= 1$) (consultar la tabla 20).

Examinando las respuestas de los niños en el taller de tangramas se observó que los objetivos se cumplieron en un 94.73% ($fr=18$ con una $N=19$). Se encontró una frecuencia mayor ($fr= 10$) para las respuestas de los niños que se inclinaron hacia el segundo y tercer objetivos y una frecuencia baja ($fr= 2$) para las respuestas que incluyeron ambos objetivos. Al conjunto de todas esas respuestas se les asignó la categoría de “respuestas que evidenciaron que se cumplieron los objetivos”, que fueron las que más frecuentemente se presentaron y a las que se les asignó el valor de uno. Por lo tanto, podemos decir que para este taller el modo es igual a uno ($mo= 1$). Por otro lado, se encontró una frecuencia de 6 ($fr= 6$) para respuestas no esperadas, es decir, para aquéllas que no coincidieron con alguno de los objetivos (consultar el anexo 6 y la tabla 19).

Analizando las respuestas de los niños en el taller de con-figuras se encontró que los objetivos se cumplieron en un 76.46% ($fr= 13$ con una $N=17$), debido a que la frecuencia de las respuestas de los niños que incluyeron ambos objetivos fue de 6 ($fr= 6$) y una frecuencia de 7 ($fr= 7$) para los niños que se inclinaron hacia el primer objetivo. Al igual que en el taller de tangramas, las respuestas que más periódicamente se presentaron corresponden a la categoría de “respuestas que evidenciaron que se cumplieron los objetivos”, a la que se le asignó el valor de uno. Por lo tanto, podemos decir que el modo es igual a uno ($mo= 1$) (consultar el anexo 5 y la tabla 19).

En el taller de fauna silvestre de México se encontró que los objetivos se cumplieron en un 61.53% ($fr= 8$ con una $N= 13$), de acuerdo a la frecuencia de respuestas que coinciden con al menos uno de los objetivos para este taller. Por otro lado, se encontró que los niños expresaron algunas respuestas no esperadas (es decir, que no coincidieron con los objetivos) con una frecuencia de cinco ($fr= 5$), que equivale al 38.46% del total de niños que participaron en este taller. La respuesta que más se repitió en este taller corresponde a la categoría “respuestas que evidenciaron que se cumplieron los objetivos”, a la que se le asignó el valor de uno. Por lo tanto, para este taller el modo es igual a uno (consultar el anexo 4 y la tabla 19).

En el taller de cocodrilo se encontró que los objetivos se cumplieron en un 15% que equivale a una frecuencia de respuestas igual a trece ($fr= 3$ con una $N= 20$). También, se encontró en este taller que los niños expresaron algunas respuestas no esperadas (es decir, que no coincidieron con los objetivos) con una frecuencia de cinco ($fr= 9$ considerando una $N= 20$), que equivale al 45% del total de niños que participaron en este taller. Las respuestas de los niños de dicha categoría ("respuestas no esperadas") se inclinaron hacia la actividad manual. Para este grupo de niños aprendieron, en el taller, a "armar un cocodrilo de papel". El 10% ($fr= 6$) no respondieron a esta pregunta, el restante 10% y 10% no respondieron a esta pregunta (que corresponde a una $fr= 2$).

La respuesta que más se repitió en este taller corresponde a la categoría "respuestas que evidenciaron que se cumplieron los objetivos", a la que se le asignó el valor de uno. Por lo tanto, para este taller el modo es igual a uno. Un porcentaje de 30% no respondió dicha pregunta (consultar el anexo 3 y la tabla 17 y 18).

En el taller de colores en la naturaleza se encontró que los objetivos se cumplieron en un 5% ($fr= 1$ con una $N= 20$). Este niño expresó que aprendió los colores durante el taller. Además, se encontró que los niños expresaron algunas respuestas no esperadas (es decir, que no coincidieron con los objetivos) con una frecuencia de siete ($fr= 7$ considerando una $N= 20$), que equivale al 35% del total de niños que participaron en este taller. El restante 60% de niños que participaron en dicho taller no respondieron a esta pregunta (que corresponde a una $fr= 12$). La respuesta que con más periodicidad se presentó corresponde a la categoría "sin respuesta", a la que se le asignó el valor de tres. Por lo tanto, para este taller el modo es igual a tres (consultar el anexo 2 y la tabla 19).

En la siguiente tabla se presentan los hallazgos sobre la pregunta dos del Cuestionario para los participantes. Se muestran los resultados de cada taller respecto a las respuestas de los niños, las categorías formadas a partir de dichas respuestas, así como sus correspondientes frecuencias y porcentajes.

Tabla 19
Resultados de la opinión de los niños sobre lo que aprendieron en los talleres

¿QUÉ APRENDISTE? Pregunta cuatro Cuestionario para los participantes				
Taller	Respuesta	Categoría	Fr	%
Colores en la naturaleza Mo= 3 N= 20	A combinar o mezclar colores (que los colores se mezclan; que los colores se pueden combinar, como mezclar todos los colores, mezclar colores, como combinar los colores, como mezclar los colores que me faltan) = 7	-Combinar colores (B)	7	35%
	Aprender los colores = 1	-Los colores (A)	1	5%
	Sin respuesta = 5	-Sin respuesta (C)	12	60%
Cocodrilo Mo= 2 N= 20	Armar o hacer un cocodrilo = 6	-Armar cocodrilo (papel) (B)	9	45%
	Hacer cocodrilos de papel = 1	-Sobre los cocodrilos (A)	3	15%
	Pegar el cocodrilo = 1	-Muchas cosas (D)	1	10%
	Doblar (el cocodrilo) = 1	-Nada (F)	1	10%
	Que los cocodrilos tienen pulmones = 1 Donde viven los cocodrilos = 1 Que algunos cocodrilos son diferentes = 1 Muchas cosas = 1 Nada = 1 Sin respuesta = 6	-Sin respuesta (C)	6	30%
Fauna silvestre de México N= 13 Mo= 1	Que hay que cuidar a los animales ("lo que tenemos que hacer con los animales") = 4	-Sobre animales silvestres y en peligro de extinción; que hay que cuidarlos (actitud) (A)	8	61.53%
	Sobre los animales que están en peligro de extinción = 3	-Respuesta no esperada (B)	5	38.46%
	Sobre los animales silvestres = 1			
	"Que la ballena está en peligro de extinción" = 2			
	"Sobre animales de varias especies" = 1 "Cómo es el hábitat de los animales" = 1 "Cómo se clasifica a la biodiversidad" = 1			
Con-figuras N= 17 Mo= 1	"La geometría"; "el origen de la geometría 2 para que sirve la geometría" = 1	- Sobre la geometría y que se pueden hacer dibujos con figuras geométricas (A)	13	76.46%
	"Hacer dibujos con figuras geométricas" = 1			
	"Que se pueden hacer varias cosas con las figuras" = 1			
	"una figura que no me sabía" = 1			
	Sobre "los vértices de los polígonos" = 1	-Muchas cosas (D)	3	17.64%
	"Algunos nombres que no conocía de las figuras" = 1	-Nada (F)	1	5.88%
	"Del círculo y a comparar figuras" = 1 "figuras" = 1			
"Que podamos hacer lo que tengamos que proponernos" = 1 "Que con las figuras se puede jugar" = 2 "Juegos geométricos" = 1 "Muchas cosas" = 3 "Nada" = 1				
Tangramas Mo= 1 N= 19	SI	- Tangramas y geometría; armar figuras con otras o el tangrama; hacer un tangrama (A)	18	94.73%
	"Armar figuras" ("hacer figuras y formas con otras figuras", "si juntamos figuras hacemos cosas") = 5			
	"Geometría" ("todo lo relacionado con la geometría") = 4			
	"hacer un tangrama" = 4			
	Respuesta compuesta ("saber para que sirve la geometría y como hacer el tangrama", "Que es la geometría, hace cuánto inventaron los tangramas y quien los inventó") = 2			
	"hacer figuras con el tangrama" = 1			
	"los triángulos" = 1			
	"cómo jugar" = 1			
	NO	-Jugar (E)	1	5.88%
	"algo" = 1 "la geometría" = 1			
Identificación de la categoría		Modo		
A = Respuestas que evidencian que se cumplió el objetivo		1 = Respuestas que evidencian que se cumplió el/los objetivo (s)		
B = Respuestas no esperadas		2 = Respuestas no esperadas		
C = Sin respuesta		3 = Sin respuesta		
D = Respuesta no precisa (muchas cosas)		4 = Respuesta no precisa (muchas cosas)		
E = Juegos		5 = Juegos		
F = nada		6 = nada		

En la siguiente tabla se muestran las cinco categorías que se formaron a partir de las respuestas de los niños a la pregunta ¿cuál fue el tema del taller?; categorías que condensaron las respuestas que evidenciaron si se cumplieron o no los objetivos de los distintos talleres. En cada categoría se especifica las frecuencias y porcentajes que le corresponden.

Tabla 20
Tabla de categorías sobre lo que aprendieron los niños en los talleres

¿QUÉ APRENDISTE? Cuestionario para los participantes			
Identificación de la categoría	Categoría	Frecuencias	Porcentajes
A	Respuestas que evidencian que se cumplieron los objetivos	40	44.94%
B	Respuestas no esperadas	21	23.59%
C	Sin respuesta	18	20.22%
D	Respuesta no precisa	4	4.49%
E	Juegos	4	4.49%
F	Nada	2	2.24%
Modo Mo= 1 1 = Respuestas que evidencian que se cumplió el/los objetivo (s) 2 = Respuestas no esperadas 3 = Sin respuesta 4= Respuesta no precisa (muchas cosas) 5= Juegos 6= nada			

Análisis de resultados sobre el diseño del taller

La pregunta uno permitió evaluar el diseño del taller a través de la explicación que los niños dieron a dicha pregunta (¿por qué te gusto el taller?). Considerando los resultados, se puede decir que gran parte de los niños opinaron que les gusto el taller en el que participaron.

Los resultados de la pregunta uno permitieron conocer la opinión global de los niños respecto al taller en el que participaron (¿te gusto el taller?, ¿por qué?). Los datos muestran que un porcentaje de 80.88% del total de niños que participaron en los talleres les agradó el taller (fr=72 con una N= 89). Las razones fueron diversas pero se presentarán en orden descendente de acuerdo a sus frecuencias (y porcentajes) (consultar la tabla 16):

a) Agrado por el taller con diversas razones (fr= 68 y 70.78%):

1. Realización de actividades (fr= 18 y 21.42%)
2. El taller fue divertido/entretenido (fr= 16 y 19.04%)
3. Sin respuesta (fr= 16 y 19.04%)
4. Hubo aprendizaje (fr= 12 y 14.28%)
5. Tema del taller (fr= 8 y 9.52%)
6. El taller fue Interesante (fr= 7 y 8.33%)
7. Sin explicación precisa (fr= 6 y 7.14%)
8. Por poseer conocimientos previos (fr= 1 y 1.19%)

b) Agrado por el taller debido a explicación o exposición clara del contenido (fr= 2 y 2.24%)

- c) Agrado por el taller porque les causó simpatía por la tallerista (fr= 1 y 1,12%)
- d) Agrado por el taller debido a que la tallerista dio instrucciones claras (fr= 1 y 1,12%)

También se encontró que los niños manifestaron desagrado por el taller (fr= 1 y 1.12% con una N= 89) y algunos de ellos no dieron respuesta a la pregunta uno (fr= 16 y 17.97% con una N= 89) (consultar la tabla16).

Contenidos.- Considerando los datos de las respuestas cerradas y abiertas se puede decir que los objetivos de los talleres se cumplieron, hubo aprendizajes que estaban contemplados en los objetivos, pero también se encontraron aprendizajes que no estaban contemplados en los objetivos (“respuestas no esperadas”).

Los resultados de las respuestas cerradas (pregunta tres) muestran que un 86.51% de niños reportaron que aprendieron durante el taller (que equivale a una frecuencia de respuestas afirmativas de 77, considerando una N= 89) (consultar la tabla 14).

Con base en los resultados de las respuestas abiertas se observó que los hallazgos de la pregunta cuatro difieren, en alguna medida, con los encontrados en la pregunta dos. Ambas preguntas nos permitieron conocer si los objetivos de los cinco talleres se cumplieron. En la pregunta dos se encontró que los objetivos de los cinco talleres se cumplieron en un 70.78% con una frecuencia de sesenta y tres (fr=63), mientras que en la pregunta cuatro los objetivos se cumplieron en un 44.94% con una frecuencia de 40 (fr= 40), en lo que se refiere a la categoría denominada “respuestas que evidenciaron que se cumplieron los objetivos”. Con base en los resultados de ambas preguntas, se puede concluir que los objetivos de los cinco talleres se cumplieron en un rango que va entre un 44.94% a un 70.78% (consultar las tablas 18 y 20).

Particularmente, para cada taller se cumplieron los objetivos con porcentajes y frecuencias distintas. Para el taller de tangramas fue entre 100% y 94.73% (fr= 19 y 18 con una N= 19). Para el taller de con-figuras fue entre 100% y 76.46% (fr= 17 y 13 con una N= 17). Para el taller de fauna silvestre de México fue entre 61.53% (fr= 8 con una N= 13). Para el taller de cocodrilo fue entre 65% y 15% (fr= 13 y 3 con una N= 20). Para el taller de colores en la naturaleza fue entre 30% y 5% (fr= 6 y 1 con una N= 20) (consultar las tablas 17 y 19).

En varios talleres se encontraron algunas “respuestas no esperadas” que son respuestas que no coincidieron con los objetivos planificados para cada taller. Este tipo de respuestas pueden mostrar que:

- a) Las actividades no son congruentes con los objetivos del taller,
- b) Las actividades fueron insuficientes para lograr los objetivos,
- c) En ocasiones los niños enfocan su atención a aspectos particulares, que pueden coincidir con sus intereses y/o motivaciones. Estos niños también pueden dirigir su atención a un aspecto específico porque comprenden perfectamente el contenido principal del taller, o porque son temas muy sencillos para ellos, o porque un tópico particular les puede parecer más interesante que otros contenidos dentro del taller, o la persona que imparte el taller enfatiza, especialmente, en algún tópico.

Actividades.- La evaluación de los niños respecto a las actividades fue favorable. Por un lado, les parecieron divertidas las actividades que realizaron en los talleres a un 83.14%

del total de los participantes (N= 89) (que equivale a una frecuencia de 74). Por otro lado, al 82.02% de niños que participaron en los talleres expresaron que las actividades que realizaron les ayudaron a comprender mejor el tema del taller (que equivale a una frecuencia de 73 con una N= 89) (consultar la tabla 14).

Materiales para los niños.- La evaluación de los niños respecto a los materiales fue favorable. Por un lado, les gustaron los materiales con los que trabajaron a un 87.64% del total de niños que participaron en los talleres (N=89) (que equivale a una frecuencia de 78). Por otro lado, un 78.65% de niños reportaron que fueron suficientes los materiales con los que trabajaron (que equivale a una frecuencia de 70) (consultar la tabla 14).

7.4 Resultados finales para todos los talleres de ciencia

Los resultados que a continuación se presentan son el producto de la triangulación de instrumentos y de las personas que participaron en los talleres.

En primer lugar, los contenidos fueron adecuados para el nivel de conocimientos real de los niños que participaron en los talleres. Esto se debe a que los talleres fueron elaborados con base en los programas oficiales y porque en todos los talleres se observó que los niños dieron opiniones sobre los contenidos, hicieron comentarios, dieron algunos ejemplos de aquello de lo que se estaba hablando y realizaron preguntas, algunas para aclarar algo y otras para reflexionar. Las anteriores consideraciones son producto de los siguientes instrumentos: Cuestionario de evaluación final del taller de ciencia y la Lista de cotejo para evaluar a los participantes.

También se observó que las talleristas lograron explorar y activar conocimientos previos de los niños a través de las actividades iniciales (y con ayuda de las preguntas guía), debido a que los niños durante los talleres realizaron comentarios e hicieron preguntas sobre aquello que conocían o habían experimentado. Sin embargo, se advirtió que será necesario documentar cada uno de los talleres con las investigaciones que existen sobre las ideas previas de los niños respecto a estos temas y proporcionarles dicha información a las talleristas para que cuenten con más herramientas para motivar e involucrar a los niños en el contenido del taller y quizá interesarlos en temas científicos; además de promover estrategias instruccionales en las talleristas, que les permita a conocer las nociones previas de los niños. Las anteriores consideraciones son producto de los siguientes instrumentos: Cuestionario de evaluación final del taller de ciencia, la Lista de cotejo para evaluar a los participantes y del Cuestionario para evaluar el diseño del taller durante su aplicación.

Por otro lado, los niños opinaron favorablemente, en todos los talleres, acerca de que las actividades les permitieron comprender mejor el tema del taller. Sin embargo, de acuerdo con las talleristas y el observador, las actividades para los talleres de fauna silvestre de México, con-figuras y tangramas permitieron a los participantes comprender los contenidos y por lo tanto alcanzar los objetivos de manera satisfactoria (entre 61-53% y 100% considerando los tres talleres). Esto no sucedió así para el taller de cocodrilo porque no fueron suficientes para cubrir los contenidos y por lo tanto para alcanzar los objetivos, debido a que pocos niños aprendieron algo acerca de los cocodrilos (entre el 5% y 65%) y gran parte aprendió una actividad manual ("armar un cocodrilo") (entre el 25% y 45%). En el taller de colores en la naturaleza el efecto de la actividad de mezclar colores y la actividad manual fue mucho mayor que los experimentos iniciales y estas no

fueron las más adecuadas para comprender algunos contenidos del taller, por lo que no se alcanzaron plenamente los objetivos (los objetivos para este taller se alcanzaron entre un 5% y 30%). Las anteriores consideraciones son producto de los resultados de los siguientes instrumentos: la pregunta dos y cuatro del Cuestionario para los participantes, de las preguntas que se encuentran en la sección de contenidos del Cuestionario para evaluar el diseño del taller durante su aplicación y del Cuestionario de evaluación final del taller de ciencia.

En lo que respecta a la secuencia de las actividades fue adecuada para todos los talleres debido a que permitieron abordar los contenidos de forma organizada y coherente. La anterior afirmación es producto de los datos de los siguientes instrumentos: de la sección de actividades del Cuestionario para evaluar el diseño del taller durante su aplicación y del Cuestionario de evaluación final del taller de ciencia.

Las actividades no fueron suficientes para que los niños comprendieran mejor los contenidos en los talleres de colores en la naturaleza y cocodrilo, pero si fueron suficientes para los otros tres talleres. Es necesario realizar modificaciones en algunas actividades del taller de colores en la naturaleza y añadir actividades en el taller de cocodrilo, las que se explican en el apartado "sugerencias para cada taller de ciencia como resultado de la evaluación de los talleristas y del observador". Las anteriores consideraciones son producto de los datos de los siguientes instrumentos: la pregunta tres y seis de la sección de actividades del Cuestionario para evaluar el diseño del taller durante su aplicación y del Cuestionario de evaluación final del taller de ciencia.

Las actividades fueron atractivas para los niños en cuatro talleres porque los niños se concentraron en realizarlas, mientras que en el taller de tangramas no fue de esa forma. Además, encontramos que es necesario que en la actividad manual el tallerista realice la síntesis de los contenidos del taller, mientras los niños trabajan en sus mesas, para que verdaderamente esta última actividad no quede desligada de las otras actividades y, en este momento, se integren y refuercen los contenidos del taller.

Es necesario aclarar que las afirmaciones respecto a las actividades son producto de los datos de los siguientes instrumentos: las preguntas que se encuentran en la sección de actividades del Cuestionario para evaluar el diseño del taller durante su aplicación y del Cuestionario de evaluación final del taller de ciencia.

Respecto a los materiales para los niños se encontró que en cuatro de los talleres fueron suficientes para los participantes, excepto en el taller de colores en la naturaleza en donde se les debe distribuir en mayor cantidad y periódicamente. Esta conclusión es producto de los datos de los siguientes instrumentos: la pregunta ocho del Cuestionario para los participantes, la pregunta uno de la sección de materiales del Cuestionario para evaluar el diseño del taller durante su aplicación y del Cuestionario de evaluación final del taller de ciencia.

Los resultados, también muestran que los materiales para los niños fueron adecuados para la edad de los mismos porque en todos los talleres se observó que los niños los manejaron y trabajaron con ellos sin problema. También se apreció que para todos los talleres los materiales para los niños fueron convenientes para las actividades previstas debido a que permitieron realizarlas sin ningún problema de tipo técnico. Es necesario aclarar que los materiales utilizados en los talleres fueron previamente probados con otros grupos de niños. Para cuatro de los talleres, excepto el taller de tangramas, los materiales fueron atractivos para los participantes. Las anteriores afirmaciones son

producto de los resultados de tres instrumentos: de la pregunta siete del Cuestionario para los participantes y de las preguntas de la sección de materiales del Cuestionario para evaluar el diseño del taller durante su aplicación y del Cuestionario de evaluación final del taller de ciencia.

En los talleres de colores en la naturaleza, fauna silvestre de México, con-figuras y tangramas, los materiales para el tallerista fueron útiles para abordar los contenidos y sirvieron de apoyo en las actividades, sin embargo, fueron insuficientes para ejemplificar o abordar algunos contenidos. En el taller de cocodrilo, se encontró que los materiales para el tallerista no fueron útiles y suficientes para hacerles comprensibles los contenidos a los niños. Las anteriores afirmaciones son producto de los resultados de dos instrumentos: de las preguntas de la sección de materiales del Cuestionario para evaluar el diseño del taller durante su aplicación y del Cuestionario de evaluación final del taller de ciencia.

En cuanto a la estructura del taller, se descubrió que fue adecuada y de fácil uso para las talleristas, sobre todo porque les permite tener claridad sobre los contenidos, las actividades, los materiales y los tiempos en cada uno de los momentos del taller. Sin embargo, se advirtió que la persona que imparte el taller, además de recibir un curso de formación continua, es necesario que conozca profundamente el material escrito de cada taller para manejarlo adecuadamente durante la aplicación de los mismos.

Por otro lado, se apreció que en todos los talleres los tiempos establecidos para cada actividad no fueron los adecuados, por lo que se recomienda tomar el tiempo de las actividades en varias aplicaciones para establecer la duración real de cada actividad y de cada taller. Las afirmaciones sobre la estructura del taller son producto de los datos obtenidos de los siguientes instrumentos: la pregunta uno, dos, tres, cuatro y cinco de la sección "estructura" del Cuestionario para evaluar el diseño del taller durante su aplicación y del Cuestionario de evaluación final del taller de ciencia.

Respecto al curso de formación en el que participaron los talleristas se encontró que se deben incluir técnicas de manejo de grupos que sean adecuadas a las condiciones en que se desarrollan los talleres: espacios y tiempo limitado. Las personas que impartieron los talleres solicitaron estrategias grupales para manejar, principalmente, grupos inquietos, calmados y con actitud de apatía. Además, es necesario que un experto en el área de conocimiento que se aborda en el taller resuelva las inquietudes y dudas respecto a los contenidos tratados en ellos. Las afirmaciones sobre el curso de formación para talleristas son producto de los datos obtenidos de los siguientes instrumentos: de la última pregunta que se encuentra en la sección "conducción del tallerista" del Cuestionario de evaluación final del taller de ciencia y de la Lista de cotejo para evaluar la conducción del tallerista.

Sugerencias para cada taller de ciencia como resultado de la evaluación de los talleristas y del observador

A continuación se presentan diversas propuestas para modificar algunos aspectos en los cinco talleres de ciencia, las que son el resultado de la triangulación de los datos de los siguientes instrumentos: Cuestionario de evaluación del diseño del taller de ciencia durante su aplicación, Cuestionario de evaluación final del taller de ciencia y las notas de campo registradas por el observador.

Taller de colores en la naturaleza

Actividades de apertura: Se elaborará una lámina donde venga la fotografía de Isaac Newton, el experimento del prisma, el espectro solar, un arcoiris. También se propone sustituir los discos de Newton de cartulina por un disco de madera grande montado sobre una base de madera.

Actividades de desarrollo: Se añadirá una actividad en donde se plantearán a los niños experimentos en los que podrán constatar que los humanos observamos el color de las cosas no sólo por los colores que se reflejan (longitud de onda) sino porque nuestro cerebro recompone la información que le llega de la vista. Se utilizará agua con anilina de distintos colores que combinarán y papel celofán de color rojo, amarillo y azul.

Actividades de cierre:

- Se elaborará una lámina de 1 metro por 60 cm que se pueda doblar en cuatro partes donde se observen círculos con los tres colores primarios.
- Se realizará una lámina de 1 metro por 60 cm que se pueda doblar en cuatro partes donde se observen 9 círculos; seis de ellos van a estar fijos y los otros tres corresponderán a los tres colores secundarios.
- Las actividades en donde se les dan a los niños en un plato colores primarios para que obtengan secundarios se cambiarán para el momento del cierre pero con las siguientes modificaciones: después de la explicación de colores primarios pintarán el ave que se encuentra en la cartulina blanca; posteriormente se verá el contenido de los colores secundarios; finalmente, pintarán con esos colores en dicha cartulina.

Taller cocodrilo

Actividades de apertura. Se añadirán los siguientes materiales:

- Una lámina de reptiles (apertura)
- Una lámina de cocodrilianos (desarrollo)

Actividades de desarrollo. Se van a añadir los siguientes materiales:

- Un video de cocodrilo (desarrollo)
- Una lámina de cocodrilos (desarrollo)

Actividades de cierre: La actividad manual se va a modificar, en lugar de papel britte hue se utilizará un modelo de cocodrilo de cartón que puedan iluminar, recortar y doblar para armarlo en tercera dimensión. La característica de este cocodrilo de cartón es que las patas, el hocico, las proporciones del cuerpo van a estar mucho más cercanas a la forma de un cocodrilo real para que este material realmente apoye los contenidos del taller y mostrarles a los niños las características reales de estos animales.

Taller de fauna silvestre de México

Actividades de apertura: es necesario hacer una lámina de biodiversidad y contar con un video de biodiversidad de 15 minutos aproximadamente.

Actividades de desarrollo: Es necesario elaborar los siguientes materiales:

- Una lámina de causas de desaparición de la fauna (y flora del planeta)

- Una lámina de algunos animales silvestres de México con un fondo de color que corresponda a la clasificación de la SEMARNAT.
- Lámina de 70 por 50 cm de la clasificación de la SEMARNAT, que se pueda doblar en dos partes.

Actividades de cierre: Se recomienda para futuras aplicaciones colocar un círculo a su dibujo para que los niños lo iluminen y le escriban la correspondencia con la clasificación de la SEMARNAT, con el fin de que ubiquen la situación actual en la que se encuentra el animal que iluminaron.

Taller de Con-figuras

Actividades de apertura: Para estas actividades se propone elaborar una lámina de historia de la geometría y algunas aplicaciones de la geometría.

Actividades de desarrollo: Para estas actividades se elaborarán los siguientes materiales:

- Lámina de diversas figuras geométricas naturales y artificiales
- Corrección de las tarjetas para el tallerista y para los niños del juego de identificación de figuras geométricas
- Corrección de algunas de las láminas del juego ¿Qué figuras hay?

Actividades de cierre: Se propone agregar el logotipo a la cartulina para la actividad manual.

Taller de tangramas

Actividades de apertura: Se propone elaborar una lámina de historia de la geometría y aplicaciones de ellas.

Actividades de desarrollo: Se propone realizar las siguientes modificaciones:

- Lámina con distintas figuras hechas con las siete del tangram (“danza del tangram”)
 - Lámina que ilustre la historia del tangram
 - Para los niños de quinto y sexto grado de primaria será necesario modificar las actividades de los retos y utilizar la lámina que tenga diversas figuras hechas con el tangram para que intenten formar diferentes tipos en el menor tiempo posible. Para los niños de cuarto año la actividad de desarrollo no se modificaría, sin embargo, si el tiempo lo permite se puede realizar el segundo juego de formar distintas figuras con las siete figuras del tangram.

Actividades de cierre: Para la actividad manual se propone que el niño pegue en una cartulina de color una figura hecha con las siete figuras del tangram de papel britte hue.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La discusión y las conclusiones estarán centradas en los siguientes aspectos:

- 1) El taller como herramienta de divulgación científica
- 2) El taller como herramienta de enseñanza
- 3) El diseño de los talleres
- 4) La conducción de quienes imparten los talleres
- 5) La evaluación de los talleres
- 6) El efecto que causaron los talleres en los niños
- 7) Limitaciones del estudio
- 8) Sugerencias para futuras investigaciones

1) El taller como herramienta de divulgación científica

Con base en los resultados de la presente investigación y siguiendo el planteamiento de autores como Estrada, Bonfil y Robles y Nuñez respecto a que la divulgación de la ciencia acerca al público no especializado al conocimiento y al quehacer científico, se propone que el modelo de taller propuesto en este trabajo es una herramienta pertinente y relevante para divulgar la ciencia en un contexto educativo no formal como es el Museo Universum porque permite que el público no especializado, particularmente niños escolares de educación básica, tenga un acercamiento a temas científicos a través de las diversas actividades que se realizan en cada taller (demostraciones, experimentos sencillos, actividades manuales, actividades lúdicas, actividades grupales); sin que ello implique que dominen dichos temas como un especialista. Esto se puede constatar durante la realización del taller al pedir a los niños una explicación de lo que observaron, comprobaron o experimentaron sobre un fenómeno particular, considerando que utilizan un lenguaje sencillo.

2) El taller como herramienta de enseñanza

Los resultados también arrojan resultados positivos sobre la pertinencia y relevancia del taller como herramienta de enseñanza dentro de un contexto educativo no formal.

En primer lugar, al considerar las ventajas psicopedagógicas que Trueba propone para los talleres que se realizan en contextos educativos formales, se encontró que también son útiles y funcionales en contextos no formales como el Museo Universum, debido a que los resultados de este estudio sugieren que:

- a) Los talleres favorecen la socialización porque las actividades que se plantean en ellos, generalmente, son de tipo grupal, en las que se trata de promover la interacción entre los niños y entre los niños y los talleristas.
- b) Los talleres también facilitan el aprendizaje a través del juego porque los niños encuentran las actividades lúdicas atractivas, especialmente cuando se les plantean como un reto. En nuestros resultados encontramos que los niños realmente disfrutaron las actividades que realizaron en los talleres, además de que expresaron que con ellas aprendieron lo que el conductor del taller (tallerista) quería transmitirles.
- c) Los talleres estimulan la curiosidad debido a que los niños hacen preguntas y/o comentarios sobre lo que están observando o experimentando, incluso algunos de ellos proponen realizar otras actividades para responder a una inquietud que se

formularon a partir de las actividades o experimentos que inicialmente fueron propuestos por el conductor del taller.

- d) Los talleres favorecen la autonomía del niño porque se desarrollan en un ambiente no impositivo y libre, en donde al niño se le permite desarrollar su creatividad e imaginación por medio de actividades lúdicas y manuales.
- e) Los talleres permiten crear un entorno motivador, enriquecedor y complejo en donde los niños tienen acceso a diversos materiales y en donde pueden tener, simultáneamente, experiencias visuales, auditivas y manipulativas. Todo ello, en coincidencia con Pastor, fomenta en los niños una participación más activa, razón por la que los talleres “abren la mente de los niños” a nuevas experiencias, distintas a las que viven en la escuela formal.

En segundo lugar, estamos de acuerdo con Hein, Glaser, Zenetou, Edson y Dean que cuando las actividades (y las experiencias) que se les presentan a los visitantes de un Museo están planificadas, organizadas, estructuradas e interrelacionadas y estimulen los procesos de desarrollo pueden ser realmente experiencias educativas. Por lo tanto, los talleres al cubrir estos requerimientos no sólo pueden ser experiencias educativas, además, pueden ser un “vehículo especial para el aprendizaje”. Estas ventajas se acentúan aún más cuando los talleres de ciencia se realizan en museos interactivos debido a que son ámbitos pedagógicos novedosos.

3) El diseño de los talleres

Con base en los resultados de este estudio, se encontró que el diseño de los cinco talleres fue conveniente en cuanto al contenido, las actividades, los materiales para el tallerista y los materiales para los niños. El contenido fue apropiado en los cinco talleres debido a que fueron elegidos con base en los programas oficiales y porque se corroboró que los niños tenían conocimientos previos a través de preguntas hechas por el tallerista, de los comentarios, las reflexiones y las preguntas de los propios niños. Sin embargo, algunas de las actividades de los talleres de colores en la naturaleza, cocodrilo y tangramas se modificarán o se sustituirán debido a que los objetivos se cubrieron con un bajo porcentaje para los dos primeros talleres y para el tercer taller, aunque si se lograron los objetivos, las actividades no resultaron atractivas para los participantes. Por otro lado, se añadirán materiales para el tallerista en los talleres de cocodrilo, fauna silvestre de México y tangramas con el fin de que el conductor cuente con herramientas suficientes para abordar los contenidos. En cuanto a los materiales para los niños, se comprobó que fueron suficientes y pertinentes a las actividades y atractivos a la edad de los participantes en cuatro de los talleres, excepto en el taller de tangramas en donde no fueron atractivos para la edad de los niños.

Los resultados también arrojan que el diseño de los talleres, así como su estructura fue adecuada y de fácil manejo para quienes condujeron los talleres debido a que la división de los talleres en tres momentos y la secuencia de las actividades permitió a las talleristas tener claros durante la aplicación (conducción) de cada taller los objetivos, los contenidos, las actividades y su temporalización, así como los materiales a utilizar en cada fase. Lo anterior muestra que el diseño y la estructura propuesta en los cinco talleres permite al tallerista tener una representación mental clara de la organización y la estructura de cada taller (contenidos, actividades y materiales), lo que le permite conducir con facilidad el taller.

4) La conducción de quienes imparten los talleres

Respecto a la conducción del tallerista se concluye que para que sea adecuada es necesario que el conductor del taller posea un dominio de la estructura del taller, del diseño del mismo, de los contenidos, de las actividades; además que conozca un repertorio de técnicas grupales y estrategias motivacionales útiles en contextos no formales (considerando, además, el limitado tiempo con el que se trabaja con un grupo de personas). Lo anterior fue evidenciado porque en los talleres donde se cumplieron los objetivos la tallerista dominaba dichos elementos, mientras que en los talleres en donde la tallerista no poseía un dominio de los contenidos, de la estructura, de las actividades y del diseño del taller, los objetivos no se cumplieron y el interés de los niños se inclinó hacia las actividades manuales.

Por otro lado, los resultados arrojan que la conducción del tallerista es vital para una aplicación exitosa del taller y para causar un efecto positivo en los participantes. Se encontró que el taller les agradó a los niños no sólo por la naturaleza del propio taller (actividades, materiales, contenidos), sino también debido a la conducción del tallerista. Lo anterior se debe a que el tallerista es una figura ajena al "profesor de escuela", no posee un status de "autoridad" para los niños, dado que los participantes y el tallerista se encuentran en un contexto totalmente distinto al aula escolar (contexto no formal). El tallerista más bien realiza funciones de facilitador, proporcionando a los niños andamiaje, promoviendo la comunicación e interacción entre individuos, creando zonas de desarrollo próximo a través de actividades lúdicas y promoviendo situaciones de aprendizaje cooperativo.

Por otro lado, los resultados del estudio muestran que el manual de procedimientos es una herramienta de apoyo para la conducción de los talleres, por lo que no es suficiente dominar los contenidos de dicho manual para conducir los talleres satisfactoriamente.

Se propone, entonces, que aquellas personas que imparten los talleres participen no sólo en un curso previo a la aplicación de los talleres, sino en un curso de formación continua en donde tengan experiencias vivenciales acerca de la aplicación de un taller, para que puedan poner en práctica estrategias y procedimientos de interacción socioconstructivas, técnicas de manejo de grupo, estrategias motivacionales adecuadas a contextos no formales; además de que se les permita preparar los contenidos de cada taller hasta dominarlos, así como conocer a profundidad el diseño y la estructura de los talleres. Por otro lado, se propone utilizar videograbaciones con el fin de retroalimentar periódicamente la actuación de los talleristas (sus inquietudes, dudas, aciertos, errores) cuando imparten un taller.

También se recomienda que los talleres se construyan (se planifiquen y se diseñen) junto con las personas que los van a aplicar, debido a que los resultados de este estudio muestran que la co-construcción y el diseño de talleres quizá sea una variable importante para la apropiación y el dominio de la estructura (momentos, temporalización) y del diseño del taller (objetivos, contenidos, actividades y materiales).

5) La evaluación de los talleres

Respecto a la evaluación de los talleres, se concluye que este paso, al igual que el diseño y la aplicación de los talleres, es primordial para conocer el efecto que causó el taller en los participantes, la pertinencia de la estructura, del diseño, la aplicación del taller y sobre la conducción del tallerista, y con ello obtener la retroalimentación necesaria que

contribuya a elevar la calidad de esta herramienta de divulgación y enseñanza de la ciencia.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la evaluación de los cinco talleres, se propone que las categorías y subcategorías encontradas en las respuestas de las preguntas uno y once del Cuestionario para los participantes pueden servir como posibles indicadores a considerar para el diseño, aplicación y evaluación de los talleres.

6) El efecto que causaron los talleres en los niños

Respecto al efecto que los talleres causaron en los niños, los resultados sugieren que el efecto fue positivo en los niños debido a que expresaron que al participar en un taller experimentaron nuevos aprendizajes, diversión/entretenimiento, realizaron actividades manuales y actividades lúdicas que fueron de su agrado, entre otros. Este efecto encontrado en los cinco talleres se debe a la singularidad de los temas presentados, la conducción del tallerista, la variedad y particularidad de los materiales, el tipo de actividades presentadas y el contexto donde se desarrollaron los talleres (en el Museo Universum que es un espacio distinto al aula).

A partir de los resultados de las respuestas de los niños, particularmente, de la pregunta uno y la pregunta once del Cuestionario para los participantes, se encontró un conjunto de categorías y subcategorías que pueden servir como posibles indicadores para considerar en el diseño, la aplicación y evaluación de los talleres.

Los resultados también muestran que el gusto que manifiestan los niños por el taller se debe a la interacción de los siguientes factores: la conducción del tallerista, las actividades manuales, las actividades lúdicas, los materiales, el tema del taller y a los aprendizajes generados.

De acuerdo con los resultados recabados no es posible afirmar que en los niños se produjo un aprendizaje significativo debido que no se realizó un seguimiento que comprobara tal situación. Esto se debió a que la muestra de niños estudiada era una población cautiva, con la que se mantuvo contacto por un tiempo limitado y en la que se dificultaba realizar dicho seguimiento fuera del lugar donde se realizó el taller o en su aula escolar.

Por lo tanto, solamente se puede afirmar que la significatividad del taller se encuentra en que los talleres fueron diseñados considerando que los niños poseían ciertos conocimientos previos, que las actividades iniciales permitieron activar dichos conocimientos previos, que quienes impartieron los talleres utilizaron un lenguaje adecuado para la edad de los participantes y que trataron de vincular los conocimientos que poseían los niños con los nuevos contenidos.

Por otro lado, los resultados de las respuestas de los niños respecto a la pregunta: ¿qué aprendiste?, muestran algunas “respuestas no esperadas”, que son aquellas que no estaban contempladas en los objetivos del taller. Son datos importantes para destacar debido a que pueden reflejar intereses particulares de los niños, el impacto que cierta información causó en ellos, el énfasis que hizo el tallerista sobre algún aspecto, el impacto de la actividad manual, entre otros. Algunas de estas respuestas no esperadas fueron las siguientes: aprendí “que la ballena está en peligro de extinción”, “una figura que no me sabía”, “los vértices de los polígonos”, “algunos nombres que no conocía de las figuras”, “como jugar” y “los triángulos”.

7) Limitaciones del estudio

En cuanto a las limitaciones del estudio es posible decir que debido su carácter exploratorio se realizó una evaluación de cada taller; sin embargo, para corroborar que los talleres son una herramienta de divulgación y enseñanza adecuada y relevante en un contexto educativo no formal, se sugiere realizar otras evaluaciones con un amplio número de grupos escolares y hacer un seguimiento de estos talleres y de sus evaluaciones.

Por otro lado, es pertinente plantear que la evaluación que se llevó a cabo no generó información muy fina sobre el diseño, conducción y evaluación de los talleres debido a la naturaleza de los instrumentos utilizados (cuestionarios y listas de cotejo). Tales instrumentos fueron diseñados y utilizados para este estudio considerando las condiciones y el contexto en donde se desarrollan los talleres de ciencia (tiempo limitado y acceso a una población cautiva). Fue necesario crear instrumentos que permitieran recabar información de forma rápida y sencilla. Sin embargo, se recomienda que para futuras investigaciones se utilicen las videograbaciones como herramientas de recolección y análisis de datos y cuando sea posible las entrevistas en profundidad (individuales y grupales). Este tipo de herramientas podrán arrojar información más fina.

8) Sugerencias para futuras investigaciones

Finalmente, hay que recordar que este estudio de campo fue de tipo exploratorio-descriptivo pero no explicativo, por lo que sus alcances son limitados y sus resultados no podrán generalizarse. Sin embargo, los resultados obtenidos pueden servir como indicadores para el diseño, aplicación y evaluación de los talleres de ciencia que se realizan en el Museo Universum. Con base en lo anterior sugerimos algunos estudios que se pueden realizar a corto y mediano plazo:

1. Considerar un rango de población más amplio para conocer el efecto que causan los talleres en diversas edades (primaria, secundaria y bachillerato).
2. Investigar sobre el tipo de interacciones que ocurre en contextos educativos no formales (interacción simétrica y asimétrica).
3. Implementar formas de aprendizaje cooperativo dentro de los talleres de ciencia y evaluar su impacto en los aprendizajes de los niños.
4. Construir un programa de formación continua para los talleristas y evaluar su efectividad.
5. Realizar investigación sobre el proceso de planeación, diseño, implementación y evaluación que siguen los talleres y con ello elaborar un manual de procedimientos para el tallerista; además de evaluar su relevancia, para quienes imparten los talleres.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aebli H. (1973). *Una didáctica fundada en la psicología de Jean Piaget*. Buenos Aires: Editorial Kapelusz.
2. Archundia M. C., López S.S. y Zavala V. C. (1997). *Reestructuración de talleres para el Museo de Ciencias de la U.N.A.M.* Facultad de Filosofía. Colegio de Pedagogía. (paper).
3. Arechavaleta H. y Cervantes León M. de J. (1997). *Seminario Permanente de Análisis y Evaluación curricular. Propuesta educativa para la implementación del plan y los programas de estudio actualizados dentro del marco constructivista*. México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Colegio de Ciencias y Humanidades. Unidad Académica del Bachillerato. Área de Ciencias Experimentales. Plantel Naucalpan.
4. Beyer Ruiz M.E. (2000). *El museo, un foro de encuentro entre ciencia y cultura*. En: Memorias del Coloquio Interno sobre Divulgación de la Ciencia. Abril – Mayo del 2000. México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia. UNAM.
5. Bisquerra R. (1989). *Métodos de Investigación Educativa. Guía práctica*. Madrid: Grupo Editorial CEAC, S.A.
6. Blauberg I., Kopnin P. y Pantin I. (1983). *Breve diccionario filosófico*. Editorial Cartago de México S.A: México.
7. Bonfil Olivera M. (1992). "La divulgación de la ciencia tiene los mismos objetivos que el arte". En: *Reflexiones sobre la divulgación de la ciencia*. Memorias del Primer Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia, México: SOMEDICYT, pp. 92-93.
8. ----- (1993) "La divulgación científica y la enseñanza de la ciencia: el compromiso hace la diferencia". En: *la diversidad de la divulgación de la ciencia*. Memorias del Segundo Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia, México: SOMEDICYT, pp. 88-90.
9. ----- (1995). *La divulgación de la ciencia como difusión cultural*. En Divulgación de la Ciencia y enseñanza escolarizada. Memorias del Quinto Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia, México: SOMEDICYT, pp. 37-39.
10. ----- (2000a). *La divulgación científica: ¿De qué se trata todo esto?. Ideas fundamentales en divulgación.* En: Memorias del Coloquio Interno de Divulgación de la Ciencia. Abril – Mayo del 2000. México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia. UNAM.
11. ----- (2000b). *La divulgación científica: ¿De qué se trata todo esto?. Diagnóstico, evaluación y visión a futuro.* En: Memorias del Coloquio Interno de Divulgación de la Ciencia. Abril – Mayo del 2000. México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia. UNAM.
12. Bruner J. (1985). Vigotsky: una perspectiva histórica y conceptual. En: Wertsch J. V. (Ed). *Culture, Communication and Cognition*. Cambridge: Cambridge University Press.
13. Burgos Estella (1991). *El sentido de la divulgación de la ciencia*. En Reflexiones sobre la divulgación de la Ciencia. Memorias del Primer Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia. México: SOMEDICYT (Sociedad Mexicana de Divulgación de la Ciencia y Tecnología); pp. 37.
14. Candela A. (1999). *Ciencia en el aula. Los alumnos entre la argumentación y el consenso*. Editorial Paidós Mexicana S.A.: México.
15. Casanova Ma. (1991). Evaluación de las programaciones en el aula. *Nuestra Escuela*. Febrero de 1991. pp. 8-12.
16. Castorina J. A.; Ferreiro E. Kohl de Oliveira; et. al. (1996). *Piaget – Vigotsky: Contribuciones para replantear el debate*. México: Paidós educador.

17. Coll C., Martín E., et.al. (1998). *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Editorial Grao, de Serveis Pedagògics. 8ava edició.
18. Diamonstone J.M. (1992). *Talleres para padres y maestros. Diseño, conducción y evaluación*. Editorial Trillas S.A.: México.
19. Delval J. (1997). Tesis sobre el constructivismo. En: José Rodrigo y Arnay J. (1997): *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica S.A. 1ª. Edición.
20. Díaz Barriga F. (1993). *Diseño de estrategias de instrucción cognoscitivas*. UNAM: Facultad de Psicología.
21. Díaz Barriga F. y Hernández Rojas G. (1997). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México: Mc Graw Hill.
22. Driver R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), pág. 109-120.
23. Duschl R. A. (1997). *Renovar la enseñanza de las ciencias: Importancias de las teorías y su desarrollo*. Madrid: Narcea S.A. Ediciones. Título Original: Reestructuring Science Education. The importance of Theories and Their Development. Teachers College, Columbia University, 1990.
24. Duschl R. A. and Gitomer D.H. (1991). Epistemological Perspectives on Conceptual Change: Implications for Educational Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 28, No. 9, pp. 839-858.
25. Gómez-Granell y Coll C. (1994). ¿De qué hablamos cuando hablamos de constructivismo?. *Cuadernos de Pedagogía*, 221; pp. 8-10.
26. Echeverría Samanes B. (1982). *Estadística aplicada a las ciencias humanas*. Barcelona: Editorial Daimon.
27. Edson G., Dean D. (1994). *The handbook for Museums*. Editorial Routledge: Londres.
28. Edwards D. Y Mercer N. (1988). *El conocimiento compartido. El desarrollo de la comprensión en el aula*. Madrid: Editorial Ibérica S.A.
29. Elliot J. (1994). *La investigación – acción en educación*. 2a. edición. Madrid: Ediciones Morata, S.L.
30. Estrada L. (1992). *La divulgación de la ciencia*. En: *Ciencias*, núm. 27, julio. Pàg. 69-76.
31. García Ferreriro V. S. (1998). *Procesos Psicológicos y Museos de Ciencias: Interacción y construcción de conocimiento*. Tesis de Licenciatura en Psicología. UNAM.
32. García Madruga, J.A. (1990). "Aprendizaje por descubrimiento frente a aprendizaje por recepción: La teoría del aprendizaje verbal significativo". En Coll C., J. Palacios y A. Marchesi (Eds.). *Desarrollo Psicológico y Educación II*. Madrid: Alianza.
33. García Méndez J.V. (1997). *La enseñanza de la biología en el Bachillerato del Colegio. Modulo I*. Diplomado de actualización y enseñanza de la biología en el bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades. México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
34. Garduño Estrada L. (1999). La educación: algunas reflexiones sobre su desarrollo y retos. En Sánchez Sosa J.J. y Herrera Zapién T. (Comps.). *Historia de las ciencias humanas y sociales hacia el nuevo milenio* (p.71-87). México: Unión de Universidades de América Latina (UDUAL).
35. Gimeno Sacristán J. y Pérez Gómez A. I. (1994). *Comprender y transformar la enseñanza*. 3a. edición. Madrid: Ediciones Morata, S.L.
36. Glaser Jane R. y Zenetou Artemus A. (Editores) (1996) *Museums: a place to work. Planning Museum Carrers*. Editorial Routledge: Londres.

37. Gómez Coronel M. y Lira Vázquez G. (¿?). *Cambios necesarios en la evaluación*. México. (paper). Hernández Rojas G. (1998-1999). *Paradigmas en Psicología de la Educación*. Reimpresión. México: Editorial Paidós Mexicana S.A.
38. Hein George (1998). *Learning in Museum*. Londres: Editorial Routledge.
39. Hernández Sampieri R.; Fernández Collado y Baptista Lucio (2000). *Metodología de la investigación*. México: Edit. Mac GrawHill.
40. Hernández F. y Sancho J.M. (1989). *Para saber enseñar no basta con saber la asignatura*. Barcelona: Editorial LAIA, cuadernos de pedagogía.
41. Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. En: *Enseñanza de las Ciencias*. 12 (3) 299-313.
42. Jiménez Aleixandre M.P. (1998). *Razonamiento y argumentación en las clases de Ciencias*. Curso de la Universidad Autónoma de Madrid para los profesores de la Universidad Nacional Autónoma de México. Universidad de Santiago de Compostela. España.
43. Linaza J. L. (Comp.) (1986). Bruner Jerome: *Acción, pensamiento y Lenguaje*. México: Alianza Psicología.
44. Mercer N. (1996). *Las perspectivas socioculturales y el estudio del discurso en el aula*. En: Coll C. Y Edwards D. (Eds.) (1996) *Enseñanza, aprendizaje y discurso en el aula. Aproximación al estudio del discurso educacional*. Madrid: Editorial Aprendizaje S.L.
45. Monk M. and Osborne J. (1997). Placing the History and Philosophy of Science on the Currículo: A model for the Development of Pedagogy. *Science Education*, Vol. 81, pp. 405-424.
46. Moreno Armelia L. E. Y Waldegg G. (1998). La epistemología constructivista y la didáctica de las Ciencias: ¿Coincidencia o Complementariedad?. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (3), 421-429.
47. Novak Joseph D. (1997). *Teoría y Práctica de la Educación*. Madrid: Editorial Alianza Universidad S.A. 8ª reimpresión.
48. Novak J. D. (1988). Constructivismo Humano: Un consenso emergente. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), pp. 213-223.
49. Olivares Jiménez E. (1987). Recursos para el aprendizaje de las ciencias. En: *Elementos didácticos para el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza*. Zaragoza, España: Editorial Cometa S.A.
50. Pastor Homs M.I. (1992). *El museo y la educación en la comunidad*. Ediciones CEAC S.A.: Barcelona.
51. Pozo J. I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
52. Pozo J. I. (1990). "Estrategias de Aprendizaje". En C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi (Eds.) *Desarrollo Psicológico y educación II. Psicología de la Educación*. Madrid: Alianza.
53. Pozo J.I. (1997). La crisis de la educación científica y la "vuelta a lo básico". En: *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, No. 4, Octubre.
54. Pozo J.I. y Gómez Crespo (1998). *Aprender y Enseñar Ciencia*. Madrid: Editorial Morata S.A.
55. Richards Stewart (1987). *Filosofía y sociología de la ciencia*. Siglo XXI Editores S.A. de C.V.: México. Primera edición en español.
56. Rodríguez Barreiro L.M., Gutiérrez Muzquiz F.A. y Molledo CEA J. (1992). Una propuesta integral de evaluación en ciencias. En: *Enseñanza de la Ciencia*. 10 (3): 254-267.
57. Rubio Saez N. (1998). *Orientaciones didácticas y para la evaluación*. UNAM. *Coloquio de Ciencias y humanidades*. Unidad Académica del ciclo de bachillerato. Área de ciencias experimentales.

58. ----- (1993). *Curso de enseñanza de la biología para profesores del Colegio de Ciencias y Humanidades*, impartido en Consejos Académicos de la UNAM del 25 al 29 de enero. (paper).
59. Sánchez B. y Valcárcel P. M. (1993). Diseño de Unidades didácticas en el área de Ciencias Experimentales. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (1), pp. 33-34.
60. Sánchez Jácome J.R. (2000). *El mensaje de los museos*. En: Memorias del Coloquio Interno de Divulgación de la Ciencia. Abril – Mayo del 2000. México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia. UNAM.
61. Sánchez Mora Ma.C., Cátala R., González P., Meza A., Rosas M. (2000). *Los talleres de ciencia*. Dirección General de Divulgación de la Ciencia. Subdirección de Educación No formal. (paper).
62. Sarramona J. (Ed.) (1992). *La educación no formal*. Barcelona: CEAC S.A. Colección Educación y enseñanza.
63. Talboys Graeme K. (1996). *Using Museum as Educational Resource. An introductory handbook for students and teachers*. Gran Bretaña: Edit. Arena y Ashgate Publishing Company.
64. Tapia Alonso (1997). *Orientación educativa. Teoría, evaluación e intervención*. Editorial Síntesis S.A: Madrid.
65. Tonda J. (1992). *La función educativa de la divulgación*. En: La diversidad en la divulgación de la ciencia. Memorias del Segundo Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia. México: SOMEDICYT; pp.85-86.
66. ----- (1995). Divulgación y educación. En: Divulgación y enseñanza escolarizada. Memorias del Quinto Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia. México: SOMEDICYT; pp. 88-90.
67. Trigueros M. (1995). *Divulgación y enseñanza de la ciencia*. En: Divulgación y enseñanza escolarizada. Memorias del Quinto Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia. México: SOMEDICYT; pp. 33-36.
68. Trueba Marcano B. (1989). *Talleres Integrales en Educación Infantil. Una propuesta de organización del escenario escolar*. Ediciones de la Torre: Madrid.
69. Vigotsky L. S.(1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. México: Editorial Grijalbo.
70. Villoro L. (1999). *Crear, saber y conocer*. Siglo XXI Editores S.A. de C.V.: México. Undécima edición.
71. Vives J. (1993). Los Museos de la Ciencia y la Técnica, entre las Musas y la Modernidad, En: *Enseñanza de las Ciencias*, No. 11, vol. 2. Pp. 167-169.
72. Wertsch J. (1988). *Vigotsky y la formación social de la mente*. Barcelona: Paidós.
73. Xirau Ramón (1995). *Introducción a la Historia de la Filosofía*. Universidad Nacional Autónoma de México. Dirección General de Publicaciones. Duodécima edición.
74. Zamarrón Guadalupe (Coord.). (1995). *La divulgación de la ciencia como labor cultural*. UMSNH. Documento inédito.
75. Zarzar Charrur C. (1997). *Habilidades básicas para la docencia*. México: Editorial Patria.

Revistas y periódicos

Revista *México Moderno*. No. 2, año 1993.
 Revista *UNAM HOY*. Año 2, No. 4 Enero-febrero 1993.
 Periódico *El Financiero*, 3 de Enero de 1993.
 Periódico *El Excelsior*, 4 de Febrero de 1993.

ANEXOS

ANEXO 1

CARTA DESCRIPTIVA¹

TALLER:

LUGAR:

OBJETIVOS:

	TIEMPO	CONTENIDO	ACTIVIDADES	RECURSOS	EVALUACIÓN
A P E R T U R A					
D E S A R R O L L O					
C I E R R E					

OBSERVACIONES:

BIBLIOGRAFÍA:

¹ Este modelo fue tomado de: García Méndez J.V., 1997, pp. 147. Realizamos algunas modificaciones a este esquema con el fin de hacerlas más útiles en el proceso de planeación y diseño de talleres.

ANEXO 2

COLORES EN LA NATURALEZA

I. Introducción

El taller de ciencia “los colores en la naturaleza” se inserta en el eje temático: “materia, energía y cambio” de los contenidos de ciencias naturales del sistema escolar básico. Este taller está destinado a niños con edades entre seis y ocho años de edad, los que están cursando los primeros dos años de la escuela básica.

El propósito de este taller es, por un lado, que los niños comprendan que la fuente principal de luz, y por tanto de los colores, es el sol; por otro lado, que conozcan e identifiquen los colores primarios y secundarios, además de relacionarlos con animales, plantas, alimentos y otros objetos de su ambiente con el fin de que comprendan que los colores forman parte de la naturaleza y del entorno donde viven.

La duración de este taller es de 45 minutos, debido a que es una actividad que se desarrollará con un grupo de personas con las que solamente se tendrá contacto una vez.

II. Conocimientos previos

Los niños que participan en este taller deben conocer y distinguir los colores rojo, azul, amarillo, verde, naranja y morado; sin importar que conozcan los diferentes matices que cada uno tiene, por ejemplo: verde olivo, verde oscuro, amarillo canario, lila, ocre, rojo escarlata, carmín, etc.

Para valorar los conocimientos previos de los niños, el tallerista realizará al inicio del taller una exploración con preguntas orales. Con ello se constatará si, en general, los niños cuentan con esos conocimientos establecidos por los planes y programas de estudio oficiales.

III. Objetivos

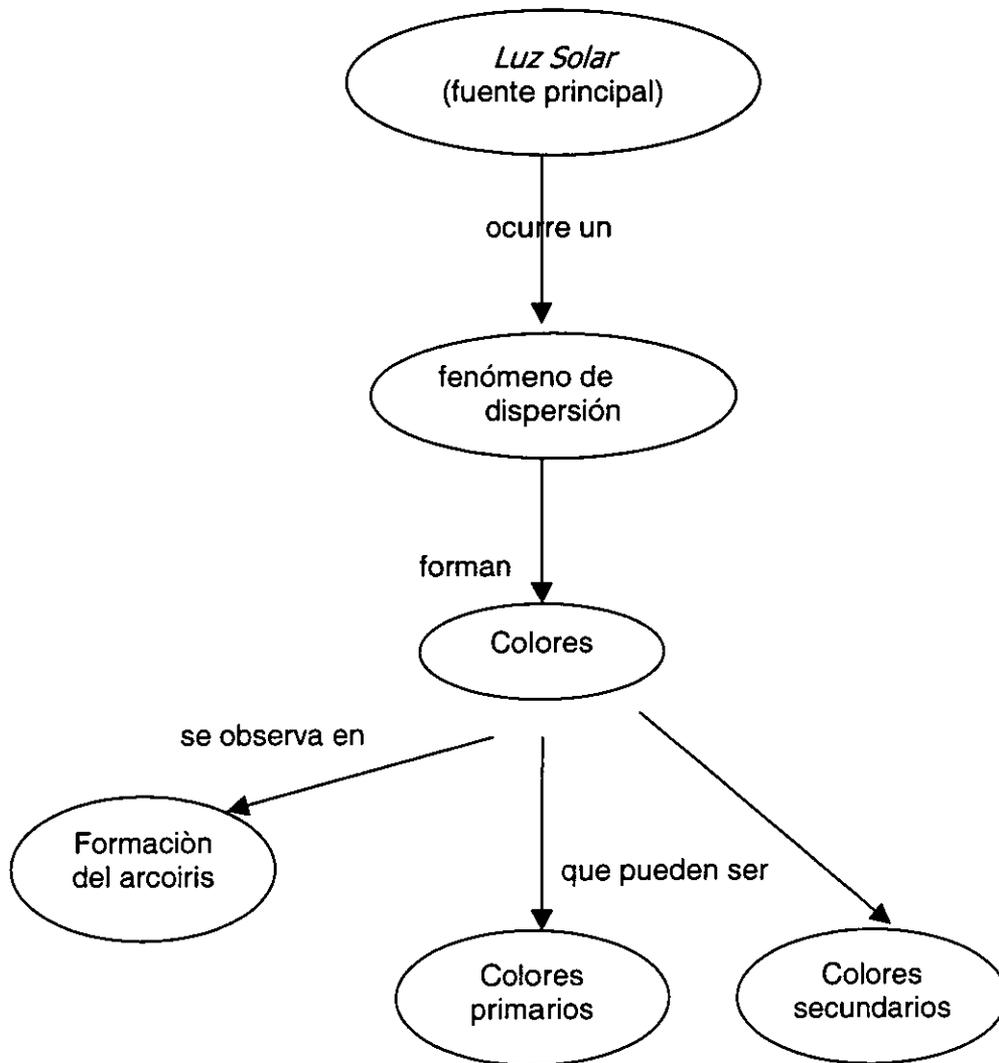
1. Identificar y distinguir los colores primarios y secundarios; así como, comprender que la fuente principal de color es la luz (solar o artificial).

IV. Contenidos

Conceptuales

1. Colores primarios
 - rojo
 - azul
 - amarillo
2. Colores secundarios
 - verde
 - naranja
 - violeta (morado)

Mapa conceptual del contenido del taller



V. Actividades

Actividades previas

1. Presentación. Se dará la bienvenida a los niños, se presentará al equipo de talleristas que impartirán el taller de ciencia.

Actividades iniciales

Se realizarán dos actividades demostrativas:

2. Se hará incidir un rayo de luz solar en prisma grande con ayuda de un espejo y se dirigirá hacia una cartulina blanca para observar el espectro solar. Una segunda opción es utilizar la luz de un foco y un prisma pequeño para observar el mismo fenómeno. Esta demostración sirve para explicar cómo se forman los colores a partir de la luz solar y cómo se forma el arcoiris. Los conceptos (contenidos) a tratar son: reflexión, refracción y dispersión de la luz.

Los recursos con los que se contarán serán: un prisma de vidrio grande y lleno de agua, un espejo, una cartulina y una pluma de escribir.

Exposición con preguntas durante la demostración:

En esta parte se dará una explicación de los fenómenos de reflexión, refracción y dispersión de la luz. Para la reflexión de la luz se utilizará el espejo, para la refracción de la luz el prisma lleno de agua y una pluma de escribir y para la dispersión de la luz el espectro solar observado sobre la cartulina.

Preguntas guía:

- ¿Qué sucede cuando llueve en un día soleado?

Se forma el arcoiris

En esta actividad vamos a tratar de entender qué es lo que pasa cuando se forma un arcoiris. Mientras el tallerista de apoyo coloca el espejo y la cartulina para observar el espectro solar, el tallerista coordinador hace las primeras tres preguntas. Después de que se ha formado el espectro se continúa con las restantes preguntas:

- ¿Cuál es la fuente principal de luz en la Tierra?

El sol es una fuente natural de luz y la principal en la Tierra. A partir de la luz natural proveniente del sol y también de la artificial, como la de los focos, podemos obtener distintos colores.

- ¿Qué pasa con los rayos de luz solar cuando llueve y el día está soleado?

Los rayos de luz solar al atravesar las gotas de agua de las nubes cuando está lloviendo hace posible que podamos ver el arcoiris.

- ¿Cuántos colores tiene el arcoiris?

Siete colores

- ¿Qué sucede cuando los rayos del sol pasan a través de la superficie de un lago, un río, un charco, una ventana o cualquier superficie transparente?

Sucede lo mismo que con el arcoiris, podemos observar diferentes colores.

- Entonces ¿Cómo se forman los colores de forma natural?

Debido a que la luz atraviesa una superficie transparente (como las gotas de agua de las nubes) esta hace que se descomponga en colores por un fenómeno llamado refracción de la luz.

- Después del experimento preguntar: ¿De cuántos colores está formada los rayos de luz solar?

3. Disco de Newton. Con un modelo de cartulina con (arcoiris) los 7 colores del arcoiris se demostrará que al girar rápidamente el disco se formará el color blanco. Esta actividad comprobará que, efectivamente, la suma de los colores del arcoiris forman luz blanca.

Los recursos con los que contará el tallerista serán 8 discos de Newton hechos con cartulina y montados en un cono de plástico.

Exposición con preguntas durante la demostración:

En esta parte hay que explicar que la luz natural es la mezcla o la suma de los siete colores del arcoiris. Preguntar cómo lo comprobarían. Hacer la demostración explicando que Newton utilizó un disco parecido para comprobar que la luz blanca se forma con los colores del arcoiris.

Preguntas guía:

Si nosotros giramos este disco rápidamente ¿Qué creen que suceda?.

Después de oír las respuestas o posibles explicaciones se aclara que este fenómeno se llama fenómeno de recomposición de la luz.

Conclusiones finales (para los dos experimentos):

La luz del sol es la suma de siete colores: rojo, amarillo, dos tonos de azul, verde, naranja y violeta. ¿Por qué? Porque cuando reflejamos un rayo de luz en una superficie trasparente se descompone en colores. A este fenómeno se le llama refracción de la luz.

La luz del sol está formada por los colores primarios y secundarios que es lo que vamos a ver a continuación.

Actividades de desarrollo

4. Exposición con preguntas y actividad manual con colores primarios:

A cada niño se les repartirá un plato de plástico en el que se colocarán las pinturas politec con los colores rojo, azul y amarillo. En las mesas hay dos godetes con las pinturas de estos colores.

El recurso con el que contará el tallerista será una lámina que ilustre los colores primarios.

Exposición con preguntas: En esta parte de dará una explicación del por qué se les llama colores primarios y cuáles son.

Preguntas guía:

- ¿Quién conoce los colores primarios? ¿Cuáles son?
Rojo, amarillo y azul
- ¿Por qué se les llama así? Estos colores no se pueden obtener a partir de la mezcla de otros colores.

También se pregunta y se explica que en nuestro entorno existen animales, plantas, alimentos u otros objetos que en forma natural son de color rojo, azul y amarillo (colores primarios).

- ¿Qué animales, frutas, plantas u otros objetos son de color rojo, azul o amarillo? (de manera natural)
amarillo: plátano, cáscara de las naranjas, algunas manzanas, algunas flores como el girasol
rojo: jitomates, rábanos, fresas, algunas manzanas, el interior de la sandía
azul: cielo, mar, ojos

5. Mezcla de colores. Con los tres colores primarios que se encuentran en el plato cada niño obtendrá el naranja, verde y morado. Cada vez que obtengan un color un niño colocará en la lámina B el color correspondiente.

El recurso con el que contará el tallerista será una lámina que ilustre los colores secundarios.

Exposición con preguntas: Explicar cómo se obtienen los colores secundarios, cuáles son y por qué se les llama de esa forma.

Preguntas guía:

- ¿Alguien sabe cuáles son los colores secundarios?
Naranja, verde y morado (violeta)
- ¿Por qué se les llama así?
Porque son colores que se obtienen a partir de la mezcla de los colores primarios
- ¿Cómo se forma el color naranja?
Mezclando el rojo con el amarillo
- ¿Cómo se forma el color verde?
Mezclando el azul con el amarillo
- ¿Cómo se forma el color morado (violeta)?
Mezclando el rojo con el azul.

Nota: cada vez que contestan estas preguntas en sus platos hacen la mezcla de esos colores.

También se les explicará que en nuestro entorno existen animales, plantas, alimentos u otros objetos que en forma natural son de color naranja, verde y morado (colores secundarios).

Preguntas guía:

- ¿Qué animales, plantas, frutas, alimentos u objetos sean de color naranja, morado o verde, de manera natural?
Morado: uvas, ciruelas, zarzamora
Verde: chícharos, calabazas, chayotes, aguacate, brócoli, berros, cilantro, perejil, limones
Naranja: interior de la papaya

Actividades de cierre (recapitulación)

6. Actividad manual (actividad síntesis): En una cartulina de 25 cm. por 32 cm. aproximadamente se encuentra el dibujo de una guacamaya, de un tucán o de una pavoreal. Los niños van a teñir sus dibujos con pinturas que utilizaron en la actividad anterior. Si no terminan lo llevarán a su casa. Esta actividad es una recapitulación de las anteriores, debido que utilizarán tanto los colores primarios y secundarios al pintar el dibujo de cualquiera de las tres aves. Además los niños comprenderán que los colores, primarios y secundarios, se encuentran de forma natural en animales u otros objetos de su entorno. Los talleristas realizarán un conjunto de reflexiones sobre los colores primarios y secundarios, con cada grupo de niños sentados en una mesa, para sintetizar los contenidos abordados durante el taller.

Los recursos con los que contará el tallerista serán las muestras de cada uno de las tres aves.

Exposición previa con preguntas:

Antes de que comiencen a pintar el dibujo hay que explicar a los niños que existen algunas aves o entornos (hábitats), como la selva, en donde podemos encontrar los colores primarios y secundarios, razón por la que van a iluminar una guacamaya.

Preguntas guía:

- ¿Creen que exista algún animal, planta, alimento u objeto que tenga tanto los colores primarios como los secundarios?
Aves coloridas: la guacamaya y el tucán
Hábitat: La selva

VI. Secuenciación de los contenidos y las actividades

Tiempo		Conceptos / Contenidos	Actividades
2 minutos	A P E R T U R A	Reflexión de la luz Refracción de la luz Dispersión de la luz	Actividades previas
12 minutos			1. Presentación
2 minutos			Actividades iniciales
Tiempo Total: 16 min.		Recomposición del color blanco a partir de los colores del arcoiris.	Actividades demostrativas
			2. Se hará incidir un rayo de luz solar en un prisma de vidrio grande con ayuda de un espejo y se dirigirá hacia una cartulina blanca para observar el espectro solar. Una segunda opción es utilizar la luz de un foco y hacerla incidir en un prisma pequeño para observar el mismo fenómeno.
			3. Disco de Newton. Con un modelo de cartulina con los 7 colores del arcoiris que está pegado a un cono se demostrará que al girarlo rápidamente se formará el color blanco.
2 minutos	D E S A R R O L L O	Colores primarios Colores secundarios	Actividades de desarrollo
10 minutos			4. Exposición con preguntas. Lámina A
Tiempo Total: 12 min.			5. Mezcla de colores. En un plato con los tres colores primarios obtendrán el naranja, verde y morado. Cada vez que obtengan un color alguno de los niños colocará el círculo correspondiente en la lámina B.
15 minutos	C I E R R E	Colores primarios y secundarios. (aves coloridas)	Actividades de cierre (recapitulación)
Tiempo Total del taller: 43 minutos			6. Actividad síntesis. Colorear una guacamaya, un tucán o un pavoreal con las pinturas de agua que utilizaron en la actividad anterior.

VII. Evaluación

¿Qué?	¿Cómo?	¿Cuándo?
<p>Previo al taller:</p> <p><i>Del taller:</i></p> <p>La programación y el diseño</p> <p>Durante el taller:</p> <p><i>Del proceso de enseñanza/aprendizaje</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificación y utilización de conocimientos previos - La estructura o el diseño del taller y su aplicación. 	<p>Previo al taller:</p> <p><i>Del taller:</i></p> <p>Contestar el cuestionario de evaluación previa, consultando el manual de procedimientos para los talleres.</p> <p>Durante el taller:</p> <p><i>Del proceso de enseñanza/aprendizaje</i></p> <p>Exploración a través de preguntas orales realizadas por el tallerista</p> <p>1. A través de listas de cotejo y notas de campo se realizará la observación y registro de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La conducción del tallerista. - La participación de los niños: sus respuestas, comentarios y preguntas (la naturaleza de las intervenciones). La motivación que muestran los niños durante el desarrollo de las actividades. <p>2. Contestar el cuestionario de evaluación del diseño y aplicación del taller. Esta evaluación será hecha por el tallerista evaluador,</p>	<p>Previo al taller:</p> <p><i>Del taller:</i></p> <p>Uno o dos días antes de aplicar el taller.</p> <p>Durante el taller:</p> <p><i>Del proceso de enseñanza/aprendizaje:</i></p> <p>Al inicio del taller (evaluación diagnóstica puntual). También se realiza durante el taller (evaluación formativa).</p> <p>Evaluación continua (formativa), es decir, durante el tiempo que dure la aplicación del taller.</p>
<p>Final del taller:</p> <p><i>Del diseño del taller y su aplicación:</i></p> <p>Planeación, diseño y aplicación del taller de ciencia: tema del taller, las actividades, los contenidos, los materiales utilizados, la conducción del tallerista y la participación de los niños.</p>	<p>Final del taller:</p> <p><i>Del diseño del taller y su aplicación:</i></p> <p>Para la evaluación final del taller se contestará el cuestionario de evaluación final, que lo contestará el tallerista evaluador.</p> <p>Los niños contestarán por escrito el cuestionario para los participantes.</p>	<p>Final del taller:</p> <p><i>Del diseño del taller y su aplicación:</i></p> <p>Evaluación Final (Al finalizar el taller)</p> <p>Evaluación Final (Al finalizar la sesión del taller).</p>

VIII. Recursos

Para los talleristas

Experimento

Descripción: Existen dos versiones de este experimento. El experimento es de carácter demostrativo.

- Versión 1: Se hará incidir un rayo de luz solar en un espejo y se dirigirá hacia una cartulina blanca para observar el fenómeno de dispersión de la luz. Esta demostración ejemplifica cómo se forman los colores y el arcoiris.

- Versión 2: Consiste en hacer incidir la luz de un foco sobre una de las caras de la superficie del prisma con el fin de observar la descomposición de la luz en colores cuando atraviesa una superficie transparente (el principio de refracción de la luz). Esto se debe realizar en un lugar oscuro para apreciar los distintos colores que se forman. (ver anexo 1)

Uso: Esta actividad se lleva a cabo al iniciar la exposición debido a que se pretende explicar cómo se forman los colores de manera natural. Por lo tanto forma parte de las actividades iniciales.

Modelo del Disco de Newton

Descripción: Es una superficie circular de madera en el que se encuentran los siete colores del arcoiris, la cual se hace girar rápidamente para poder apreciar que se formará el color blanco. (ver anexo 2)

Uso: Demostrar que el color blanco es la suma o la mezcla de los colores del arcoiris. Por otro lado, refuerza y completa la demostración anterior. Ésta es la segunda actividad inicial.

Láminas

Uso general: Son un recurso que el tallerista utiliza para dar la explicación durante la fase de desarrollo del taller, por lo que deben tener un tamaño lo suficientemente grande para que todos los niños alcancen a mirarla.

1. Lámina A

Descripción: En esta lámina se encuentran tres círculos pintados o coloreados con los colores primarios y con sus nombres. (ver anexo 3)

Uso: Esta lámina se utiliza para dar la explicación de los colores primarios.

2. Lámina B

Descripción: En esta lámina solamente se encuentran pintados los círculos en los que los colores se suman, mientras que el círculo que se encuentra después del signo igual (=) no está pintado porque conforme se brinda la explicación de cómo se obtiene cada color secundario se coloca un círculo de papel lustre en el espacio correspondiente. (ver anexo 4)

Uso: Esta lámina es un auxiliar en la explicación que se brinda a los niños acerca de la obtención de los colores secundarios.

IX. Bibliografía

1. Burnie D. (1997). *Luz*. Descubre la asombrosa historia de la luz desde los mitos solares hasta los descubrimientos ópticos. Biblioteca de Ciencia Ilustrada. Fernández Editores S.A., en colaboración con el Museo de Ciencias de Londres: México.
2. Dávalos M (Dir.); Alvarez Franco M. (Trad.). (1980). *Luz y Visión*. Colección Científica. Amsterdam: Time-Life Books B.V. Segunda edición, tercera reimpresión.
3. *Microsoft® Encarta® 98 Encyclopedia*. © 1993-1997 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

ANEXO 3

COCODRILO

I. Introducción

El taller de ciencia "cocodrilo" se inserta en el eje temático: "los seres vivos" de los contenidos de ciencias naturales del sistema escolar básico. Este taller está destinado a niños con edades entre siete y diez años de edad, los que están cursando segundo, tercero y cuarto de primaria.

El propósito de este taller es que los niños conozcan las principales características de los cocodrilos.

La duración de este taller es de 47 minutos, debido a que es una actividad que se desarrollará con un grupo de personas con las que solamente se tendrá contacto una vez.

II. Conocimientos previos

Los niños de segundo grado que participan en este taller deben conocer las características de los animales terrestres y acuáticos y de los animales ovíparos y vivíparos. Los niños de tercer año deben conocer, además de lo anterior, las características de los animales herbívoros, carnívoros y omnívoros. Los niños de cuarto grado deben conocer, además de lo anterior, las características de los animales vertebrados e invertebrados.

Para indagar sobre sus conocimientos previos se realizará una exploración a través de preguntas orales realizadas por el tallerista. Con ello se constatará si, en general, los niños cuentan con esos conocimientos establecidos por los planes y programas de estudio oficiales.

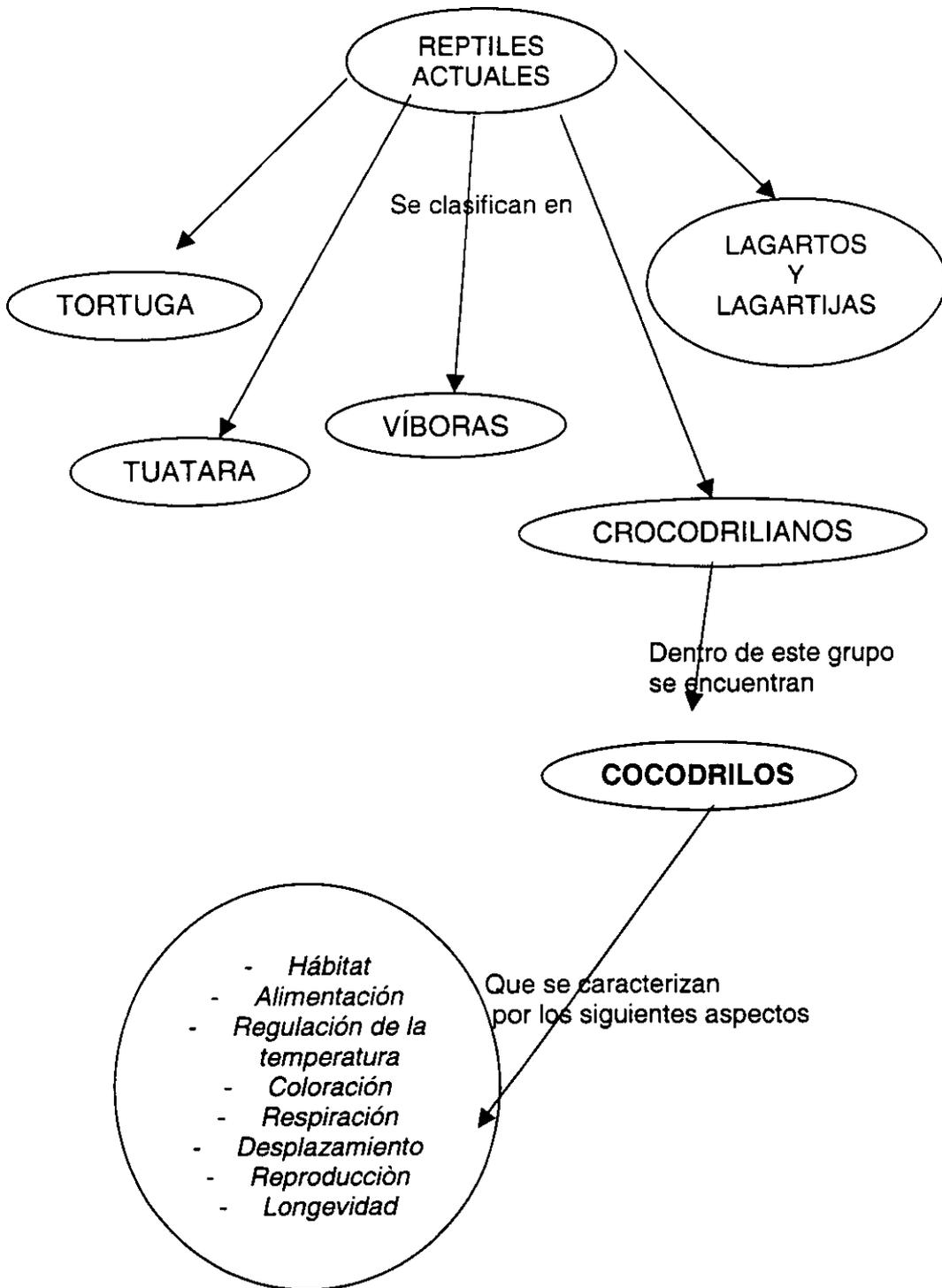
III. Objetivo

1. Identificar las principales características de los cocodrilos: lugares donde habitan, alimentación y características que comparten con otros reptiles tales como: coloración, regulación de la temperatura, respiración, desplazamiento, reproducción, longevidad.

IV. Contenidos

- Reptil
- Ovíparo / vivíparo
- Carnívoro / herbívoro
- Ectotermo / Homeotermo

Mapa conceptual del taller



V. Actividades

Actividades previas

1. Presentación. Se dará la bienvenida a los niños, se presentará al equipo de talleristas que impartirán el taller de ciencia.

Actividades iniciales

2. Exposición con preguntas. Se explicarán los siguientes contenidos: características generales de los reptiles, los reptiles actuales, las características de los crocodrilianos.

Los recursos con los que se contarán serán dos láminas con fotografías o dos acetatos que ilustren: los reptiles actuales y sus características y otra lámina que ilustre las características de los crocodrilianos.

Preguntas guía

1. Alguien sabe cuáles son los animales acuáticos?

Los que viven en el agua, es decir, en el mar, en ríos, en lagos.

2. Quién me quiere decir algunos ejemplos

Peces, delfines, ballenas.

3. Alguien sabe cuáles son los animales terrestres?

Los que viven fuera del agua (en la tierra), es decir, en los bosques, desiertos, praderas y selvas.

4. Quién me quiere decir algunos ejemplos

Changos, gusanos, mariposas, los osos, los elefantes, los perros, los tigres, las aves, etc.

5. ¿Ustedes creen que algún animal pueda vivir en el agua pero también en la tierra?
¿Cómo cuáles?

Los sapos, las ranas, los cocodrilos, los caimanes.

6. ¿Alguien de ustedes sabe que es un reptil?

Un reptil tiene la característica principal de que en vez de caminar se arrastran. Por ejemplo: las víboras, las tortugas del desierto (terrestres). Los cocodrilos también se arrastran.

7. ¿Conocen las características de los reptiles? ¿Cuáles?

Si o No

8. ¿Cómo regulan su temperatura?

Son organismos ectotermos por lo que necesitan del ambiente para calentarse o para bajar su temperatura.

9. ¿De qué color es su piel? ¿Cambia de acuerdo al color de su entorno?

El color de su piel varía de acuerdo a los colores que dominen en su ambiente. Esta característica se llama mimetismo.

10. ¿Cómo nacen las crías de los reptiles?

Los reptiles nacen de huevo, por lo tanto son ovíparos.

11. ¿Cuáles son los reptiles que existen actualmente?

Las tuataras, las víboras, las tortugas, los lagartos y lagartijas y los crocodrilianos.

12. ¿Qué creen que signifique la palabra cocodrilianos? ¿Se parece a alguna palabra que ustedes conozcan?

Explicarles los cocodrilianos reúnen a cuatro tipos de animales: los caimanes, los lagartos, los gaviales y los cocodrilos.

Actividades de desarrollo

3. Exposición con preguntas. Se dará una breve explicación sobre las principales características de los cocodrilos, y algunos tipos de ellos.

Los recursos que se utilizarán serán una lámina con fotografías o un acetato que ilustre las diversas características de los cocodrilos.

Preguntas guía

1. Quién conoce a este animal? ¿Cómo se llama? (Mostrar la fotografía a color del cocodrilo en el pantano verde).

Cocodrilo

2. ¿Entonces los cocodrilos son animales terrestres o acuáticos? (Mostrar la fotografía del cocodrilo americano en el agua y mostrar la fotografía de un cocodrilo en tierra).

Son animales que pueden vivir tanto en el agua y en la tierra.

3. ¿Por qué creen que puedan vivir en el agua y en la tierra? (Mostrar la fotografía del cocodrilo en el que se observan sus órganos internos)

Los cocodrilos pueden vivir tanto en la tierra como en el agua porque tienen pulmones y por medio de ellos pueden respirar aire y vivir fuera del agua ("observen la fotografía"). Cuando están dentro del agua mantienen su hocico y su nariz fuera de ella por lo que pueden pasar algunas horas sin salirse del agua. (mostrar fotografía del lagarto en el pantano verde), por lo tanto pueden respirar el oxígeno que hay en el aire sin salirse del agua.

Pueden permanecer dentro del agua cierto tiempo, generalmente para cazar animales que serán su comida. Además, sus patas y su cola les permiten nadar (mostrar la fotografía en blanco y negro donde se ven las cuatro patas del cocodrilo)

4. ¿Alguien sabía que los cocodrilos son reptiles?

Si o no

5. ¿En qué lugares habitan (viven) los cocodrilos?

En regiones tropicales (donde la temperatura es alta y hay humedad) como en las selvas (ríos y pantanos)

6. ¿Alguien sabe cómo nacen los cocodrilos: de un huevo o del vientre de su mamá? (Mostrar la fotografía del cocodrilo saliendo del huevo).

Nacen de un huevo como el resto de los reptiles, a esos animales se les llama ovíparos.

7. ¿Alguien sabe por qué los cocodrilos son animales de "sangre fría"?

A los animales que su temperatura se eleva o disminuye con respecto a la del ambiente que les rodea se les llama ectotermos. Por lo tanto, los cocodrilos para mantener su temperatura constante necesitan pasar mucho tiempo "tomando el sol" (generalmente, en las orillas de los ríos y pantanos). Su gruesa piel les protege les permite captar gran cantidad de calor proveniente del sol, pero, sin sufrir quemaduras.

8. ¿Cuánto miden los cocodrilos?

De ocho a doce pasos "normales" de uno de ustedes (de cuatro a cinco metros de largo). Vamos a hacer la prueba: Pasen dos niños al frente y colóquese juntos. Ahora tú cuenta ocho pasos "normales" y dirígete hacia el frente. La distancia entre los dos niños es lo que mide en promedio un cocodrilo. Los más pequeños miden diez pasos (4 metros) los más grandes miden hasta doce pasos (6 metros).

9. ¿Cómo es la piel de los cocodrilos?

Es una piel gruesa, está cubierto de escamas (como los peces) pero muy gruesas y con forma de escudo.

10. ¿De qué color es la piel de los cocodrilos? (Mostrar la fotografía a color)

El color de su piel es verde oscuro y puede tener manchas amarillas y rojas.

11. ¿Por qué su piel es tan gruesa?

Su piel gruesa les protege contra los ataques de otros animales

12. ¿Cuántas patas tienen los cocodrilos?

4 patas

13. ¿Por qué sus patas delanteras son más cortas? (Mostrar la fotografía en blanco y negro donde se aprecian las patas delanteras)

Es necesario ese tamaño porque cuando los cocodrilos nadan las pliegan contra sus cuerpos.

14. ¿Por qué sus patas traseras tienen forma de las patas de los patos? (Mostrar la fotografía en blanco y negro donde se ven las patas traseras).

La forma de las patas traseras le permiten avanzar bajo el agua.

15. ¿Por qué la cola de los cocodrilos es tan larga y gruesa?

Por tres razones:

La primera es que con la cola pueden nadar rápidamente en el agua: dan fuertes golpes al agua y eso les ayuda a moverse rápidamente. (Mostrar la fotografía del cocodrilo con las patas plegadas al cuerpo)

La segunda razón es que con ella se ayudan para atrapar a sus presas: primero sujetan con su hocico al animal que va a comer y luego se ayudan de su cola dando fuertes golpes para voltearse varias veces en el agua hasta que el animal que atrapó se ahogue y después pueda comerlo (devorarlo).

La tercera razón es que utilizan su cola como arma de defensa contra animales que lo atacan: Ustedes saben que la fuerza de su cola pueden derribar (tirar) un animal grande o arrancar un árbol pequeño.

16. ¿Quién me puede decir que comen los cocodrilos?

Los cocodrilos son animales carnívoros. Comen desde insectos, arañas, langostinos, camarones, cangrejos, caracoles, ranas, peces hasta serpientes, tortugas, o mamíferos como roedores, venados, patos, aves o restos de animales descompuestos.

Cuando matan a un animal grande lo esconden para comerlo después, cuando se ablandó la carne les resulta fácil despedazarlo.

17. ¿Qué forma tiene su hocico (su boca)?, ¿Cómo son sus dientes? ¿Por qué los cocodrilos devoran fácilmente a sus presas? (Mostrar la fotografía donde sólo se ve el hocico del cocodrilo)

La mandíbula o el hocico de los cocodrilos es alargada y en forma de pinza con dientes puntiagudos y en muy afilados. Con su mandíbula y sus dientes pueden quebrar los huesos de un animal (p. ej: un vendado). Su mandíbula funciona como tenaza o como pinza con la que sujeta a su presa (mostrar como funciona una pinza).

Entonces, los cocodrilos devoran fácilmente a sus presas por la forma de su mandíbula (pinza) y porque sus dientes son afilados.

Actividades de cierre

4. Actividad manual (actividad síntesis). En esta fase del taller cada niño armará su propio cocodrilo de papel. Se le repartirá a cada niño una tijera, resistol, una bolsa que contenga: 2 tiras de papel britte hue verde (una ancha y una angosta), 2 ojos, una lengua y un par de dentadura que simule la del cocodrilo. Recortarán las piezas y armarán el cocodrilo. El instructivo para armar el cocodrilo se encuentra en el manual de procedimientos.

Los recursos para explicar claramente la elaboración del cocodrilo serán modelos ya hechos con papel britte hue.

VI. Secuenciación de los contenidos y las actividades

Tiempo		Conceptos / Contenidos	Actividades
2 minutos	A P E R T U R A	1. Reptiles (ovíparos, ectotermos) vs. Vivíparos y endotermos.	Actividades previas
10 minutos			1. Presentación
Total: 12 minutos			Actividades iniciales
10 minutos	D E S A R R L L O	3. Cocodrilo	2. Exposición con preguntas
25 minutos	C I E R R E		Actividades de desarrollo
Tiempo total del taller: 47 minutos			3. Exposición con preguntas
			Actividades de cierre
			4. Actividad manual. Armar y pegar un cocodrilo de papel britte hue.

VII. Evaluación

¿Qué?	¿Cómo?	¿Cuándo?
<p>Previo al taller:</p> <p><i>Del taller:</i></p> <p>La programación y el diseño</p> <p>Durante el taller:</p> <p><i>Del proceso de enseñanza/aprendizaje de</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificación y utilización de conocimientos previos - La estructura o el diseño del taller y su aplicación. <p>Final del taller:</p> <p><i>Del diseño del taller y su aplicación:</i></p> <p>Planeación, diseño y aplicación del taller de ciencia: tema del taller, las actividades, los contenidos, los materiales utilizados, la conducción del tallerista y la participación de los niños.</p>	<p>Previo al taller:</p> <p><i>Del taller:</i></p> <p>Contestar el cuestionario de evaluación previa, consultando el manual de procedimientos para los talleres.</p> <p>Durante el taller:</p> <p><i>Del proceso de enseñanza/aprendizaje de</i></p> <p>Exploración a través de preguntas orales realizadas por el tallerista</p> <p>1. A través de listas de cotejo y notas de campo se realizará la observación y registro de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La conducción del tallerista. - La participación de los niños: sus respuestas, comentarios y preguntas (la naturaleza de las intervenciones). La motivación que muestran los niños durante el desarrollo de las actividades. <p>2. Contestar el cuestionario de evaluación del diseño y aplicación del taller. Esta evaluación será hecha por el tallerista evaluador,</p> <p>Final del taller:</p> <p><i>Del diseño del taller y su aplicación:</i></p> <p>Para la evaluación final del taller se contestará el cuestionario de evaluación final, que lo contestará el tallerista evaluador.</p> <p>Los niños contestarán por escrito el cuestionario para los participantes.</p>	<p>Previo al taller:</p> <p><i>Del taller:</i></p> <p>Uno o dos días antes de aplicar el taller.</p> <p>Durante el taller:</p> <p><i>Del proceso de enseñanza/aprendizaje:</i></p> <p>Al inicio del taller (evaluación diagnóstica puntual). También se realiza durante el taller (evaluación formativa).</p> <p>Evaluación continua (formativa), es decir, durante el tiempo que dura la aplicación del taller.</p> <p>Final del taller:</p> <p><i>Del diseño del taller y su aplicación:</i></p> <p>Evaluación Final (Al finalizar el taller)</p> <p>Evaluación Final (Al finalizar la sesión del taller).</p>

VIII. Recursos

Para los talleristas

Láminas con Fotografías o acetatos

Descripción: Son fotografías en papel de los siguientes temas: el nacimiento de un cocodrilo, su estructura corporal interna, como realizan el nado dentro del agua, su hábitat natural.

Uso: Apoyo en la exposición con preguntas (actividades iniciales y de desarrollo)

1. Lámina (acetato) 1:

Descripción: En esta lámina el tema son los reptiles y se ilustran los reptiles actuales y sus características.

Uso: Esta lámina se utiliza para dar la explicación de los reptiles.

2. Lámina (acetato) B:

Descripción: En esta lámina el tema son los crocodrilianos.

Uso: Esta lámina se utiliza para explicar las características principales de los crocodrilianos.

3. Lámina (acetato) C:

Descripción: En esta lámina el tema son los cocodrilos.

Uso: Esta lámina se utiliza para explicar las características de los cocodrilos.

Modelo de cocodrilo

Descripción: Son modelos hechos de papel britte hue verde (ver sección de anexos)

Uso: para apoyar la exposición con preguntas de las actividades de desarrollo y para ayudar en la actividad manual.

IX. Bibliografía

1. Carr Archie (1968). *Los reptiles*. Colección popular Time-Life. Suiza: Time-Life International.
2. Cloudsley – Thompson J.L. (1998). *Cocodriles and alligators*. Edit. Mc Graw Hill: U.S.A.
3. Halliday R.T. and Adler Kraigh (Edit.). (1997). *Enciclopedia del Mundo Animal*. Tomo 10: Anfibios y Reptiles. Ediciones Orbis, EUROLIBER S.A: Oxford.
4. Herbert S. Zin y Hobar M.Smith (1994). *Reptiles y anfibios*. Guías del saber. Editorial Trillas: México.
5. *Microsoft® Encarta® 98 Encyclopedia*. © 1993-1997 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.
6. Rodríguez T. C. et. al. (1985). *Enciclopedia de las Ciencias*. México: Editorial Cumbre S.A. Tomo 7
7. Rodríguez C. et. al. (1985). *Nueva enciclopedia Temática*. México: Editorial Cumbre, S.A. Tomo 2, 3 y 4.

ANEXO 4

FAUNA SILVESTRE DE MÉXICO

I. Introducción

El taller de ciencia “Fauna silvestre de México” se inserta en el eje temático: “los seres vivos” de los contenidos de ciencias naturales del sistema escolar básico. Este taller está destinado a niños con edades entre nueve a once años de edad, los que están cursando cuarto y quinto de primaria.

El propósito de este taller es sensibilizar a los niños sobre las causas que están originando la desaparición de la fauna silvestre de México y del mundo. Además, se espera que los niños conozcan algunos animales de la fauna silvestre de México.

Debido a que es una actividad que se desarrollará con un grupo de personas con las que solamente se tendrá contacto una vez, la actividad está programada para 42 minutos.

II. Conocimientos previos

Los niños de segundo grado que participan en este taller deben tener nociones de lo que es el ambiente, el cuidado del agua, del suelo y del aire, la protección de la naturaleza y los seres vivos, algunos paisajes (ecosistemas) de nuestro país, el concepto de diversidad aplicado a México. Los niños de tercer año tienen nociones de lo que son recursos naturales (agua y aire) y las consecuencias de su mal uso. Los niños de cuarto año deben contar con conocimientos de lo que es un ecosistema, diferentes aspectos del cuidado de recursos naturales, las consecuencias del mal uso de recursos naturales: desaparición y extinción de especies, contaminación, deforestación, destrucción y desaparición de ecosistemas; algunas acciones que se pueden tomar para detener el deterioro del ambiente.

Para indagar sobre sus conocimientos previos se realizará una exploración a través de preguntas orales realizadas por el tallerista. Con ello se constatará si, en general, los niños cuentan con esos conocimientos establecidos por los planes y programas de estudio oficiales.

III. Objetivos

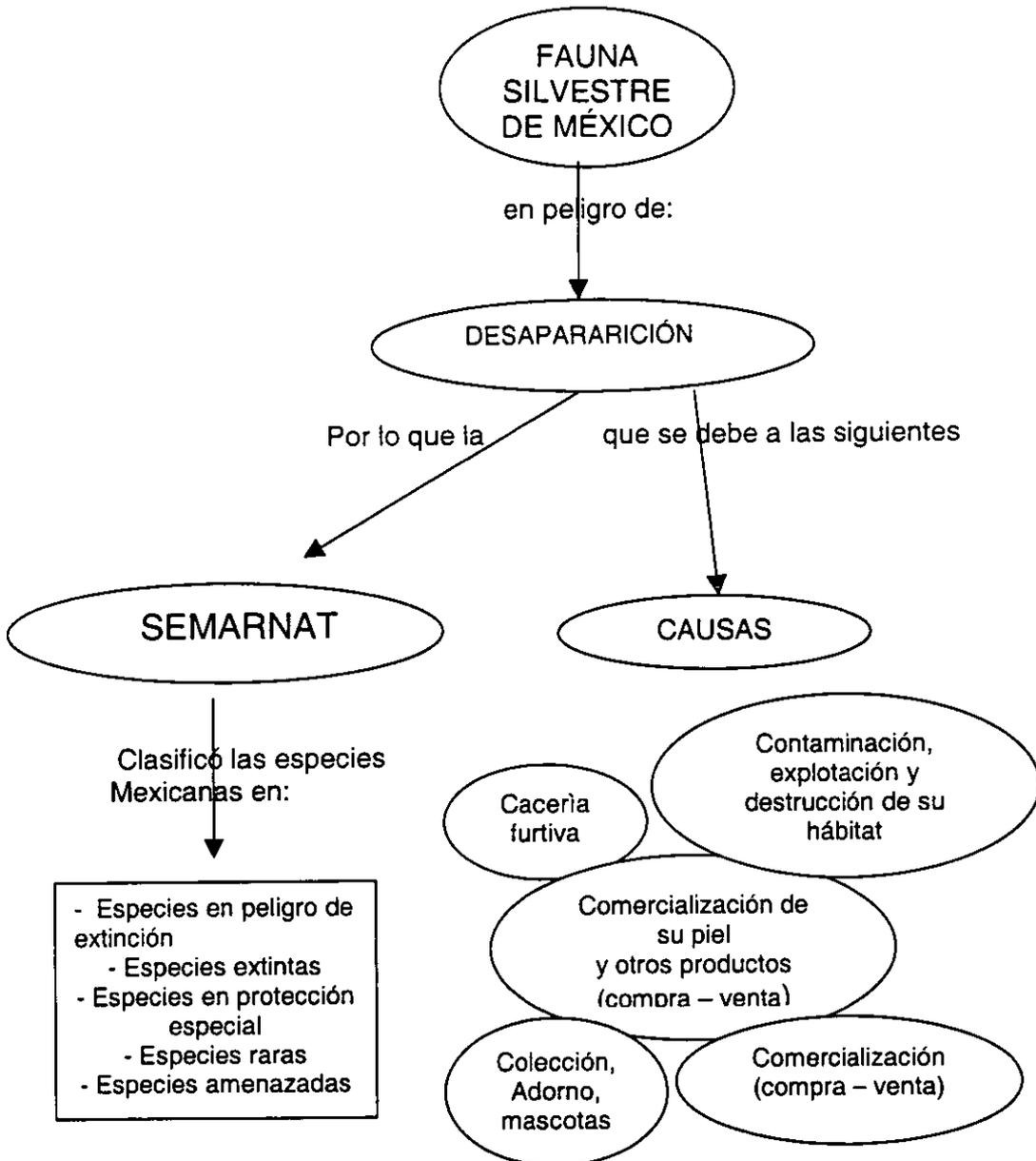
1. Sensibilizar sobre las causas de desaparición de la fauna silvestre de México: contaminación y destrucción de nuestro ambiente y de los lugares donde habitan los animales silvestre (hábitat), la comercialización, la explotación de sus pieles y productos, la cacería, entre otros.
2. Conocer algunos animales que componen la fauna silvestre de México, así como la situación en que se encuentra cada uno de ellos: peligro de extinción, extintos, amenazados, en protección especial o especies raras.

IV. Contenidos

1. Fauna Silvestre / animales domesticados
2. Peligro de extinción
3. Especies extintas (extinción)
4. Especies en protección especial
5. Especies raras

6. Especies amenazadas
7. Causas de desaparición de la fauna silvestre:
 - Contaminación, explotación y destrucción de su hábitat
 - Cacería
 - Comercialización de su piel y otros productos animales (huevos de tortuga, dientes de marfil de elefantes, etc.)
 - Colección o mascotas (víboras, tigres, guacamayas, mono araña, etc.)
 - Comercialización (compra venta) (oso panda, pericos, mono araña, etc.)

Mapa conceptual del taller



V. Actividades

Actividades previas

1. Presentación. El tallerista coordinador realizará la presentación del equipo de talleristas.

Actividades iniciales

2. Exposición con preguntas. En esta fase del taller se introducirá a los niños al tema del taller para lo que se iniciará con una breve explicación de lo que es la biodiversidad y países megadiversos y a partir de ello plantearles que la gran diversidad de organismos vivos que existe en nuestro planeta está en peligro de desaparecer. Los recursos que se utilizarán serán láminas con fotografías ampliadas (a color) o acetatos para ilustrar la biodiversidad y los países megadiversos (lámina o acetato 1). El tallerista coordinador es el que llevará a cabo la explicación y algún tallerista de apoyo ayudará con las láminas o pasará los acetatos.

Preguntas - guía

1. ¿Qué es lo que observan en estas fotos? (lámina o acetato 1)
Hay una gran diversidad de plantas, animales y otros organismos vivos. A todo el conjunto de organismos vivos que habita en el planeta se le conoce como biodiversidad.
2. ¿Conocen algunos países en donde exista gran variedad de plantas y animales?
En el mundo existen 17 países con esas características, a los que se les denomina megadiversos. Se calcula que esos 17 países concentran entre el 60% y 70% de la biodiversidad total del planeta México es uno de los países megadiversos.

Actividades de desarrollo

Las actividades de desarrollo comprenderán dos fases. En la primera se realizará una exposición con preguntas sobre el concepto de fauna silvestre, las causas de desaparición la fauna silvestre de México y su situación actual; después, la clasificación que la SEMARNAT a hecho sobre la situación actual en la que se encuentran diversos animales y plantas silvestres en México. En la segunda parte los niños jugarán memorama con esas mismas tarjetas.

3. Exposición con preguntas. Se explicará qué es fauna silvestre, la situación actual de la fauna silvestre de México, las causas de su desaparición y la clasificación de la SEMARNAT.

Preguntas guía

1. ¿Alguien sabe que significa fauna silvestre? (si nadie contesta en 3 segundos pasar a la siguiente pregunta)
2. En primer lugar, ¿Qué creen que significa la palabra fauna? (si nadie contesta en 3 segundos dar la respuesta)
3. ¿Quiénes de ustedes tiene perros o gatos en su casa?, ¿Cómo se llaman los animales que viven en las casas de las personas? Animales domésticos. ¿Cómo creen que se

llamen los animales que viven en su ambiente natural? Animales silvestres. Por ejemplo: ¿los lobos viven en casas de personas?.

4. Entonces ¿Qué significa que un animal sea silvestre? (si nadie contesta en 3 segundos dar la respuesta).
5. Entonces "fauna silvestre" son todos los animales que viven en sus ambientes naturales.

A continuación decir que vamos a conocer la fauna silvestre que habita en México. Preguntar si ¿Están de acuerdo?.

Antes de comenzar esta parte formarán equipos de cinco personas máximo y se les repartirá a los niños 40 tarjetas en las que vendrán 20 pares de animales típicos de México.

- En primer lugar se les dirá que esta actividad es por equipo y que todos los miembros deben de participar.
- Después se les pedirá que entre todos coloquen las tarjetas con el dibujo boca arriba y que las clasifiquen por colores. Deberán separarlas y hacer montoncitos por cada color (Se pueden guiar por el cuadro grande).

Se les dirá que ya conocen algunos animales que componen la fauna silvestre que habita en México pero que a continuación veremos que están desapareciendo y cuáles son las razones de ello. También veremos que existe un organismo del gobierno que se encarga de cuidar a los animales silvestres que habitan en nuestro país.

1. ¿Alguien sabe que significa SEMARNAT? (señalar el cuadro de la clasificación de la SEMARNAT)

(si no se da la respuesta en 2 segundos el tallerista dirá lo siguiente:)

Esta clasificación la realizó una Institución del gobierno llamada SEMARNAP que significa Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Este organismo ha encontrado que la fauna silvestre de México está desapareciendo, algunos animales ya no existen y otros están apunto de desaparecer, por lo que las personas que trabajan en esta institución decidieron clasificar a los animales así como los tienen ustedes en sus mesas (Mostar el cuadro grande y la lámina o el acetato 3):

- Los animales que tienen un fondo (punto) rojo están
- Los animales que tienen un fondo (punto) negro
- Los animales que tienen un fondo (punto) azul
- Los animales que tienen un fondo (punto) amarillo
- Los animales que tienen un fondo (punto) verde

Nota: Al mismo tiempo que se está dando la explicación (clasificación) de la SEMARNAP se dirá a los niños que las tarjetas que tienen en su mesa tienen los mismos cinco colores que el cuadro y que ya las habían clasificado por color.

Después de terminar esa parte se abordará el tema de las razones (causas) por las que están desapareciendo la fauna silvestre de México. Nos apoyaremos de las siguientes preguntas guía (Apoyarse en la lámina o acetato 3).

1. ¿Cuáles creen que sean las causas de desaparición de la fauna silvestre de México?
2. ¿Qué observan en esta lámina (acetato)? (lámina o acetato 2).

Una vez terminada la explicación se les dirá a los niños que van a jugar memorama por un tiempo limitado con los niños que están en su mesa. Se les pide a uno o dos niños que expliquen en voz alta las reglas del juego y después se les permite iniciar el juego.

4. Juego de Memorama. En este juego formarán equipos (máximo 5 personas). Cada equipo tendrá las mismas 40 tarjetas que antes se les repartió. El juego consiste en que todas las tarjetas estén bien mezcladas y con el dibujo boca abajo. Cada participante volteará dos tarjetas por turno, pero si se encuentra el par tendrá la oportunidad de voltear otras dos, si vuelve a encontrar otro par continuará volteando dos tarjetas a la vez hasta que ya no encuentre ningún par. El ganador del juego es aquél que tenga un mayor número de pares de tarjetas en el menor tiempo posible. Al finalizar el tiempo se les pedirá a los niños que revisen que estén completas las 40 tarjetas y se recogerán.

Actividades de cierre

5. Actividad manual. Se les reparte a los niños su dibujo impreso en cartulina blanca y colores de madera o crayolas para que lo iluminen. Se les pide que coloquen un círculo con el color que le corresponde a ese animal de acuerdo a la clasificación de la SEMARNAT. También se les pide que escriban su nombre en una parte visible para no confundirlo con los de los otros niños. El dibujó tendrá una ficha técnica con el siguiente contenido: nombre común, nombre científico, clase, distribución, características, hábitat, alimentación y situación actual.

VI. Secuenciación de los contenidos y las actividades

	Tiempo	Contenidos/ Conceptos	Actividades
A P E R T U R A	2 minutos 5 minutos Tiempo total: 7 minutos	1. Biodiversidad	Actividades previas 1. Presentación Actividades iniciales 2. Exposición con preguntas. Se utilizará la lámina o acetato 1.
D E S A R R O L L O	15 minutos 5 minutos Tiempo total: 20 minutos	2. Fauna silvestre / animales domésticos 3. SEMARNAP 4. Extinción de especies 5. Peligro de extinción 6. Protección especial 7. Especies extintas 8. Especies raras 9. Especies amenazadas 10. Causas de la desaparición de la fauna: contaminación, destrucción de su hábitat, cacería, explotación de su piel para venta, adorno, colección o como mascotas.	Actividades de desarrollo 3. Exposición con preguntas. Los materiales que se utilizarán en esta fase del taller son: 1 juego de 20 pares de tarjetas por cada equipo de niños, láminas o acetatos 2, 3 y 4. 4. Juego de memorama por equipos de 5 personas. Los materiales que se utilizarán serán 20 pares de tarjetas por cada equipo.
C I E R R E	20 minutos Tiempo total del taller: 47 minutos		Actividades de cierre 5. Actividad manual. Cada niño tendrá una cartulina blanca con un dibujo impreso y por mesa se repartirán colores de madera o crayolas.

VII. Evaluación

¿Qué?	¿Cómo?	¿Cuándo?
<p>Previo al taller:</p> <p><i>Del taller:</i></p> <p>La programación y el diseño</p> <p>Durante el taller:</p> <p><i>Del proceso de enseñanza/aprendizaje</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificación y utilización de conocimientos previos - La estructura o el diseño del taller y su aplicación. 	<p>Previo al taller:</p> <p><i>Del taller:</i></p> <p>Contestar el cuestionario de evaluación previa, consultando el manual de procedimientos para los talleres.</p> <p>Durante el taller:</p> <p><i>Del proceso de enseñanza/aprendizaje</i></p> <p>Exploración a través de preguntas orales realizadas por el tallerista</p> <p>1. A través de listas de cotejo y notas de campo se realizará la observación y registro de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La conducción del tallerista. - La participación de los niños: sus respuestas, comentarios y preguntas (la naturaleza de las intervenciones). La motivación que muestran los niños durante el desarrollo de las actividades. <p>2. Contestar el cuestionario de evaluación del diseño y aplicación del taller. Esta evaluación será hecha por el tallerista evaluador,</p>	<p>Previo al taller:</p> <p><i>Del taller:</i></p> <p>Uno o dos días antes de aplicar el taller.</p> <p>Durante el taller:</p> <p><i>Del proceso de enseñanza/aprendizaje:</i></p> <p>Al inicio del taller (evaluación diagnóstica puntual). También se realiza durante el taller (evaluación formativa).</p> <p>Evaluación continua (formativa), es decir, durante el tiempo que dure la aplicación del taller.</p>
<p>Final del taller:</p> <p><i>Del diseño del taller y su aplicación:</i></p> <p>Planeación, diseño y aplicación del taller de ciencia: tema del taller, las actividades, los contenidos, los materiales utilizados, la conducción del tallerista y la participación de los niños.</p>	<p>Final del taller:</p> <p><i>Del diseño del taller y su aplicación:</i></p> <p>Para la evaluación final del taller se contestará el cuestionario de evaluación final, que lo contestará el tallerista evaluador.</p> <p>Los niños contestarán por escrito el cuestionario para los participantes.</p>	<p>Final del taller:</p> <p><i>Del diseño del taller y su aplicación:</i></p> <p>Evaluación Final (Al finalizar el taller)</p> <p>Evaluación Final (Al finalizar la sesión del taller).</p>

VIII. Recursos

Para los talleristas

Laminas con fotografías (o acetatos)

Uso general: son recursos que el tallerista utiliza para dar la explicación durante las actividades iniciales y algunas actividades de desarrollo del taller, razón por la que deben ser lo suficientemente grandes para que todos los niños puedan verlas.

Lámina 1

Descripción y uso: Ilustra el concepto de biodiversidad y los países megadiversos.

Lámina 2

Descripción: Lámina que ilustra diferentes tipos de contaminación, deforestación, lluvia ácida, destrucción de la capa de ozono, cacería y pesca furtiva, etc.

Uso: como apoyo para la explicación de las causas de desaparición de la fauna silvestre.

Lámina 3

Descripción: Ilustra algunos animales que componen la fauna silvestre de México y su situación actual de acuerdo con la SEMARNAT.

Uso. Apoya la explicación de la fauna silvestre de México y la clasificación de la SEMARNAT.

Cuadro SEMARNAT

Descripción: Cuadro grande de papel ilustración en el que viene escrito la clasificación de la SEMARNAT y un color que identifique la situación actual en la que se encuentra cada animal, que además coincide con las tarjetas del juego del memorama.

Uso: Como apoyo para las actividades de desarrollo en la explicación de la situación actual de la fauna silvestre de México.

Tarjetas del juego del memorama

Descripción: 8 juegos de 40 tarjetas cada juego. Cada juego de tarjetas de memorama contiene 20 pares de distintos animales típicos de México.

Uso: Como apoyo en la explicación de la situación actual de 20 animales de México (clasificación de la SEMARNAT) y para el juego de memorama por equipos.

Para los niños

Tarjetas del juego de meomorama

Descripción: 8 juegos de 40 tarjetas cada juego. Cada juego de tarjetas de memorama contiene 20 pares de distintos animales típicos de México.

Uso: Como juego de memorama para que conozcan la situación actual de 20 animales de México (clasificación de la SEMARNAT).

IX. Bibliografía

1. Castillo H. C.; Degante F. M. C. et. al. *Nuestra Fauna Silvestre*. México: Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales. Subsecretaría de Ecología. Dirección General de Promoción Ambiental y Participación Comunitaria.
2. Ceballos, G. (1993). *Especies en peligro de extinción*. En Flores, O. y Navarro, A. (comps.), *Biología y problemática de los vertebrados en México*. Ciencias (Número especial 7): 5-10.
3. Dirzo, R. (1990). *La biodiversidad como crisis ecológica actual ¿qué sabemos*. En Soberón, J. (comp.), *Ecología y Conservación en México*. Ciencias (Número especial 4): 48-55. Dirección de internet: <http://www.semarnap.gob.mx>
4. Ehrlich, A. H. y Ehrlich, P. R. (1992). *Causes and consequences of the disappearance of biodiversity*. En Sarukhán, J. y Dirzo, R. (comp.), *México Ante los Retos de la Biodiversidad*. CONABIO, México. Dirección de internet: <http://www.semarnap.gob.mx>.
5. Guía México Desconocido. *Parques Nacionales*. Maravilloso Mundo Natural. Editorial México Desconocido S.A. de C. V.: México. No. 41, Junio de 1998.
6. Leray Guy (1994). *Planeta Agua*. Colección: Conocer la Ciencia, RBA Editores S.A.: Barcelona.
7. Leroy Philippe (1994). *Los Bosques del Planeta*. Colección: Conocer la Ciencia. RBA Editores S.A.: Barcelona.
8. Microsoft® Encarta® 98 Encyclopedia. © 1993-1997 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.
9. Miller George Tyler (1999). *Living in the environment. Principles, Connections and Solutions*. Eleventh edition. International Thomson Publishing Company: Estados Unidos de Norteamérica.
10. Mittermeier, R. y Goettsch, C. (1992). *La importancia de la diversidad biológica de México*. En Sarukhán, J. y Dirzo, R. (comps.), *México Ante los Retos de la Biodiversidad*. CONABIO: México. Dirección de internet: <http://www.semarnap.gob.mx>.
11. National Geographic en Español (Vol.4, No.2, febrero de 1999). Biodiversidad. La frágil red. Editorial Televisa S.A.: México.
12. Sánchez, O., M. A. Pineda., H. Benítez., B. González. y H. Berlanga (1998). *Guía de Identificación para las aves y mamíferos silvestres de mayor comercio en México protegidos por la C.I.T.E.S, Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), Comisión Nacional para el Concimientto y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)*. Dirección de internet: <http://www.conabio.gob.mx>.
13. Starr Cecie and Taggart Ralph (1995). *Biology. The unity and diversity of life*. Seventh edition. International Thomson Publishing Company: Estados Unidos de Norteamérica.
14. Vovides, A. y G. Medina. (1994). *Relación de plantas mexicanas amenazadas de extinción*. En: Flores, O. y P. Gerez. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. Conabio/UNAM. México. Dirección de internet: <http://www.semarnap.gob.mx>.

ANEXO 5

CON - FIGURAS

I. Introducción

El taller de ciencia “con - figuras” pertenece al campo de conocimiento de matemáticas, específicamente de geometría, de cuarto a sexto año de primaria del sistema escolar oficial. El propósito de este taller es que los niños recuerden algunos conceptos básicos de geometría y que clasifiquen las figuras geométricas en polígonos regulares e irregulares para que, finalmente, construyan una composición sencilla de figuras geométricas. Con ello, los niños comprenderán que diversos objetos de su entorno se pueden formar a través de la combinación de algunas figuras geométricas.

Debido a que es una actividad que se desarrollará con un grupo de personas con las que solamente se tendrá contacto una vez, el tiempo destinado para este taller es de 45 minutos.

II. Conocimientos previos

Los niños que participan en este taller deben conocer el nombre de diversas figuras geométricas planas (polígonos), así como, recordar los siguientes conceptos: vértice; ángulo recto, agudo y obtuso; lado recto, lado curvo, lado desigual, lado igual, lados paralelos; simetría, figuras simétricas y asimétricas. Sin estos conocimientos previos los niños no serán capaces de distinguir las características geométricas de los polígonos regulares e irregulares, ni clasificar diferentes figuras geométricas en polígonos regulares e irregulares.

Para indagar sobre sus conocimientos previos se realizará una exploración a través de preguntas orales realizadas por el tallerista. Con ello se constatará si, en general, los niños cuentan con esos conocimientos establecidos por los planes y programas de estudio oficiales.

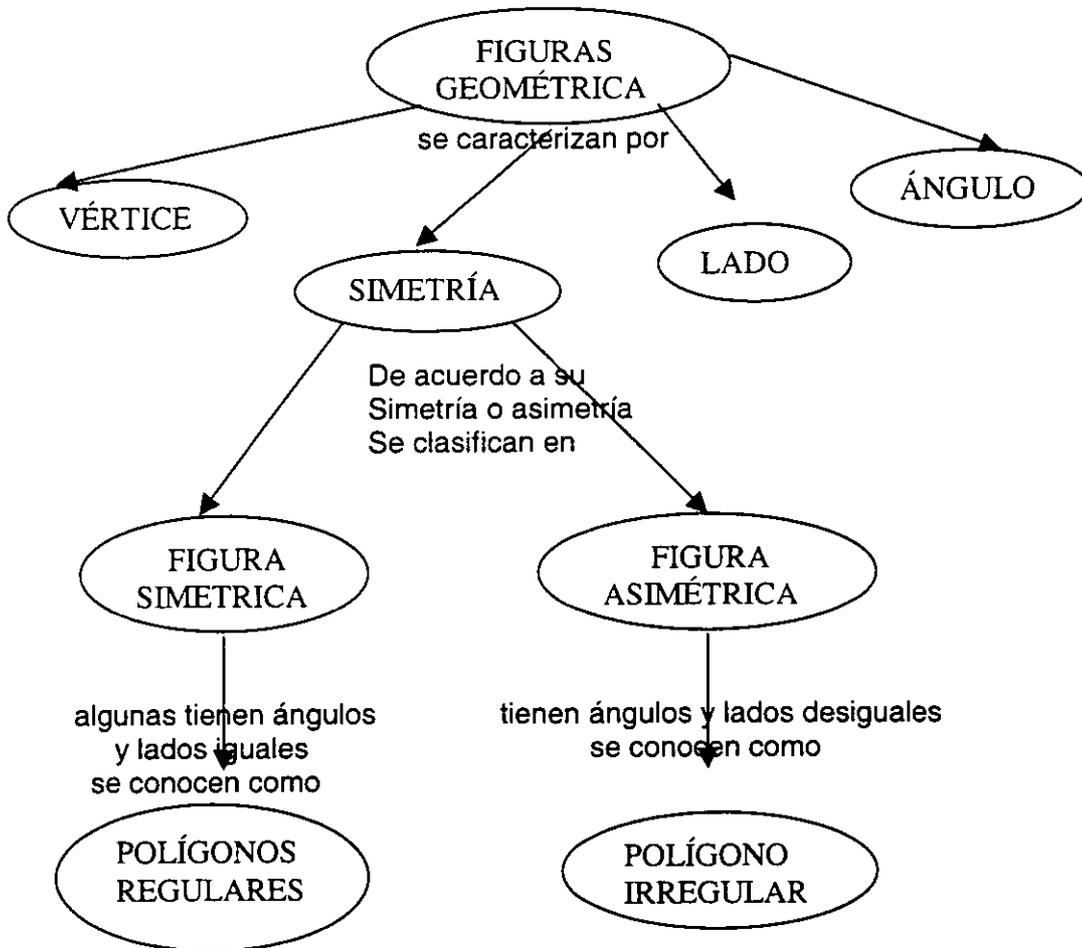
III. Objetivos

1. Recordar algunos conceptos básicos de geometría y clasificar las figuras geométricas en polígonos regulares e irregulares, a través de una actividad lúdica.
2. Construir una composición sencilla de figuras geométricas (paisaje, un objeto), después de que identifiquen y reflexionen la forma en que los objetos de su entorno se forman por la combinación de distintas figuras.

IV. Contenidos

1. Ángulo (agudo, recto y obtuso)
2. Lado de una figura (lado recto, lado curvo, lado paralelo, lado igual, lado desigual)
3. Vértice
4. Simetría
5. Figura simétrica
6. Figura asimétrica
7. Polígonos regulares
8. Polígonos irregulares

Mapa conceptual del contenido del taller



V. Actividades

Actividades previas

1. Presentación. Se dará la bienvenida a los niños, se presentará al equipo de talleristas que impartirán el taller de ciencia.

Actividades iniciales

2. Exposición con preguntas. Se recordarán los conceptos de ángulo (recto, agudo y obtuso); lado (recto, curvo, paralelo, igual, desigual); vértice; eje de simetría; figuras simétricas y asimétricas; así como, las características de los polígonos regulares e irregulares.
Los recursos que se tendrán para esta parte son 13 láminas con las diversas figuras geométricas (polígonos regulares e irregulares).

Preguntas – guía

1. ¿Qué tipos de líneas conoces?
R = lados iguales, lados paralelos, lados desiguales, lado curvo, lado recto.
2. Da un ejemplo de figuras que tienen lados iguales
R = cuadrado, rombo, triángulo equilátero.
Triángulo equilátero: *equi* = igual y *látero* = lado, por lo tanto: lados iguales
3. ¿Cuáles figuras tienen lados paralelos?
R = rectángulo, cuadrado, rombo
4. Da ejemplos de figuras con lados desiguales
R = trapecio, romboide, triángulo isósceles, triángulo escaleno, flecha, paralelogramo.
Son todas las figuras asimétricas y polígonos irregulares.
5. Da ejemplos de figuras con lados curvo
R = círculo
6. Cuáles figuras tienen lados rectos
R = triángulo (equilátero, rectángulo, isósceles, escaleno), cuadrado, rectángulo, paralelogramo, romboide, trapecio, trapezoide, flecha,
7. ¿Qué es vértice?
R = Es el punto donde se unen dos líneas rectas
8. ¿Esta figura tiene vértices? (mostrar el círculo)
R = No, porque no hay ningún punto donde se unan dos líneas rectas. El círculo está compuesto por un lado curvo continuo.
9. ¿En esta figura cuáles son los vértices?, ¿Cuántos vértices tiene esta figura? (mostrar un triángulo) (mostrar un triángulo y el cuadrado)
R = triángulo tiene tres vértices y el cuadrado tiene cuatro vértices
10. ¿Qué es un ángulo?
R = Cuando dos líneas comparten el mismo punto se forma un ángulo (abertura). El punto donde se intersectan se llama vértice del ángulo.
11. ¿Cuáles son los tipos de ángulos que existen? Y ¿Cuánto mide cada uno?
R = Son tres tipos de ángulos: agudo, recto y obtuso.
Ángulo agudo mide menos de 90 grados; ángulo recto mide 90 grados y el ángulo obtuso mide más de 90 grados.
12. ¿Qué es el eje de simetría de una figura geométrica?
R = Es la línea imaginaria que divide en dos partes iguales a una figura
13. Entonces ¿Qué son las figuras simétricas? Da un ejemplo

R = Todas aquellas figuras que al trazar el eje de simetría quedan divididas en dos partes iguales.

14. Y ¿Qué son las figuras asimétricas? Da ejemplos de ellas

R = Todas aquellas figuras que al trazar el eje de simetría **no** quedan divididas en dos partes iguales.

15. ¿En qué se relacionan las figuras simétricas con los polígonos regulares? ¿Son lo mismo?

R = Los polígonos regulares son figuras simétricas

16. ¿Qué son los polígonos regulares? Da ejemplos de ellos

R = Un polígono es una figura plana que tiene varios lados. También puede tener vértices y ángulos.

Poli = muchos y *gonos* = lado, por lo tanto: es una figura que tiene muchos lados.

Un polígono regular es una figura plana con varios lados que al trazar un eje de simetría a la mitad de la figura queda dividida en dos partes iguales.

Ejemplos de polígonos regulares: cuadrado, rectángulo, trapecio, círculo, triángulo equilátero...

17. ¿En qué se relacionan las figuras asimétricas con los polígonos irregulares? ¿Son lo mismo?

R = Los polígonos irregulares son figuras asimétricas

18. ¿Qué son los polígonos irregulares? Da ejemplos de ellos

R = Un polígono irregular es una figura plana con varios lados que al trazar un eje de simetría a la mitad de la figura no queda dividida en dos partes iguales.

Ejemplos de polígonos irregulares: trapecoide, triángulo escaleno.

Actividades de desarrollo

3. Juego por equipos: "Características geométricas"

Nombre del juego: Características geométricas

Objetivo: Reforzar los conocimientos previos y los conocimientos vistos durante las actividades iniciales del taller.

Con este juego se pretende que los niños reafirmen y apliquen sus conocimientos sobre geometría básica (ver la sección de conceptos a tratar)

Material:

Un juego de 20 tarjetas para cada equipo de niños en la que viene por un lado el dibujo de alguna figura geométrica y al reverso el nombre de la misma

Un juego 17 tarjetas que de un lado tendrán escrito una característica geométrica (p.ej. todos sus lados son iguales) y al reverso tendrán escrito las figuras que posean esa característica (p. ej: triángulo equilátero, cuadrado) (consultar la sección de anexos).

Un cronómetro

Una libreta o pizarrón (para anotar los puntos de cada equipo)

Pluma o gis

Descripción:

Se forman equipos de cinco personas como máximo. Cada equipo escoge un nombre, un color o un número que lo distinga. Se le reparte a cada equipo el juego de 20 tarjetas para que distribuyan en toda la mesa las 20 tarjetas colocando la figura boca arriba y el nombre de la misma boca abajo. El tallerista coordinador tendrá un juego de 17 tarjetas con el que irá diciendo una por una cada característica para que los niños separen en sus mesas las figuras que ellos crean que poseen dicha característica. El equipo que primero grite ¡BASTA! y que sus respuestas sean las correctas acumula un punto. Si el equipo no

responde correctamente el tallerista coordinador da las respuestas correctas para continuar rápidamente a la siguiente pregunta. El tiempo máximo del juego son 10 minutos, por lo que el juego se suspenderá si ha pasado este tiempo o bien si se han acabado de pasar las 17 tarjetas con las características geométricas. El tiempo para que cada equipo busque todas las figuras que poseen esa característica geométrica es de 30 segundos. El tallerista de apoyo comenzará a contar a partir de que el tallerista coordinador dijo la característica geométrica que tienen que buscar.

Recomendaciones:

Es necesario tomar el tiempo a cada pregunta hecha. El tiempo máximo para cada respuesta es de 30 segundos o bien si algún equipo termina antes.

Para mantener el orden se explican claramente las reglas del juego y se pide a alguno de los niños que lo explique. Por otro lado, se pide que todos guarden silencio cada vez que alguien va a dar la respuesta. Un tallerista de apoyo irá anotando los puntos de cada equipo.

Si no es posible controlar al grupo se recomienda suspender el juego.

Tiempo: 5 minutos

4. Juego por equipos: "Reconocimiento de figuras geométricas"

Nombre del juego: Reconocimiento de figuras geométricas

Objetivo: Con este juego se pretende que los niños perciban que en una composición geométrica pueden encontrar diferentes figuras geométricas. También se espera que identifiquen las figuras geométricas que hay en esa composición. **Material:**

Una lámina (A, B o C) y una hoja de actividad grupal para cada equipo de tres a cinco personas.

Lápices.

Descripción:

En este juego se les pedirá a los niños que traten de identificar qué tipos de figuras hay y que escriban en su hoja de actividades cuántas figuras encontraron de cada figura que identificaron. Es decir, si encontraron rombos deben escribir cuántos rombos encontraron.

Recomendaciones:

Los talleristas deben apoyar a los equipos en la identificación de las figuras geométricas

Tiempo: 5 minutos

5. Reflexión grupal. Se hará una reflexión grupal breve en la que los niños tratarán de identificar las figuras geométricas que conforman algunos objetos de su entorno. Los talleristas se pueden apoyar en la lámina o acetato 2 y de los objetos que se encuentren en el lugar donde se está desarrollando el taller.

Actividades de cierre

6. Actividad manual. En esta parte los niños podrán crear un escenario real o imaginario a través de la combinación de diversas figuras geométricas (polígonos regulares e irregulares). Para ello es necesario que cuenten con un cuarto de cartulina blanca, resistol, tijeras y recortes de papel o cartulina britte hue con diversas figuras y tamaños.

VI. Secuenciación de los contenidos y las actividades

Tiempo		Conceptos	Actividades
2 minutos	A		Actividades previas
	P		1. Presentación
8 minutos	E		Actividades iniciales
	R	- Ángulo (agudo, recto, obtuso)	2. Exposición con preguntas
	T	- Vértice	
	U	- Lado (curvo, recto igual, desigual, paralelo)	
Tiempo total: 10 minutos	R	- Eje de simetría	
	A	- Figuras simétricas	
		- Figuras asimétricas	
		- Polígonos regulares	
		- Polígonos irregulares	
5 minutos	D	- Ángulo (agudo, recto, obtuso)	Actividades de desarrollo
	E	- Vértice	3. Juego por equipos: "Características geométricas"
5 minutos	S	- Lado (curvo, recto igual, desigual, paralelo)	4. Juego por equipos: "Reconocimiento de figuras geométricas"
	A	- Eje de simetría	
5 minutos	R	- Figuras simétricas	5. Reflexión grupal sobre figuras que identifiquen en objetos del entorno.
	O	- Figuras asimétricas	
Total: 15 minutos	L	- Polígonos regulares	
	L	- Polígonos irregulares	
20 minutos	C		Actividades de cierre (recapitulación)
	I		6. Actividad manual (actividad síntesis): Elaboración de su propio escenario o dibujo de algún objeto de su entorno.
	E		
	R		
Tiempo Total del taller: 45 minutos	R		
	E		

VII. Evaluación

¿Qué?	¿Cómo?	¿Cuándo?
<p>Previo al taller:</p> <p><i>Del taller:</i></p> <p>La programación y el diseño</p> <p>Durante el taller:</p> <p><i>Del proceso de enseñanza/aprendizaje</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificación y utilización de conocimientos previos - La estructura o el diseño del taller y su aplicación. <p>Final del taller:</p> <p><i>Del diseño del taller y su aplicación:</i></p> <p>Planeación, diseño y aplicación del taller de ciencia: tema del taller, las actividades, los contenidos, los materiales utilizados, la conducción del tallerista y la participación de los niños.</p>	<p>Previo al taller:</p> <p><i>Del taller:</i></p> <p>Contestar el cuestionario de evaluación previa, consultando el manual de procedimientos para los talleres.</p> <p>Durante el taller:</p> <p><i>Del proceso de enseñanza/aprendizaje</i></p> <p>Exploración a través de preguntas orales realizadas por el tallerista</p> <p>1. A través de listas de cotejo y notas de campo se realizará la observación y registro de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La conducción del tallerista. - La participación de los niños: sus respuestas, comentarios y preguntas (la naturaleza de las intervenciones). La motivación que muestran los niños durante el desarrollo de las actividades. <p>2. Contestar el cuestionario de evaluación del diseño y aplicación del taller. Esta evaluación será hecha por el tallerista evaluador,</p> <p>Final del taller:</p> <p><i>Del diseño del taller y su aplicación:</i></p> <p>Para la evaluación final del taller se contestará el cuestionario de evaluación final, que lo contestará el tallerista evaluador.</p> <p>Los niños contestarán por escrito el cuestionario para los participantes.</p>	<p>Previo al taller:</p> <p><i>Del taller:</i></p> <p>Uno o dos días antes de aplicar el taller.</p> <p>Durante el taller:</p> <p><i>Del proceso de enseñanza/aprendizaje:</i></p> <p>Al inicio del taller (evaluación diagnóstica puntual). También se realiza durante el taller (evaluación formativa).</p> <p>Evaluación continua (formativa), es decir, durante el tiempo que dure la aplicación del taller.</p> <p>Final del taller:</p> <p><i>Del diseño del taller y su aplicación:</i></p> <p>Evaluación Final (Al finalizar el taller)</p> <p>Evaluación Final (Al finalizar la sesión del taller).</p>

VIII. Recursos

Para los talleristas

20 Láminas de diversas figuras geométricas

Descripción: Cada lámina tiene representada alguna figura geométrica al derecho y al reverso se encuentra escrito el nombre de la misma. Las láminas son de tamaño carta hechas con papel ilustración y américa de diversos colores, forradas con mica transparente.

Tarjetas para el juego "Características geométricas"

Descripción: Un juego de 20 tarjetas para cada equipo de niños en la que viene por un lado el dibujo de alguna figura geométrica y al reverso el nombre de la misma. Un juego de 17 tarjetas que de un lado tendrán escrito una característica geométrica (p.ej. todos sus lados son iguales) y al reverso tendrán escrito las figuras que posean esa característica (p. ej: triángulo equilátero, cuadrado).

Láminas para el juego "Reconocimiento de figuras geométricas"

Descripción: 9 láminas con tres diseños diferentes de composiciones geométricas.
Uso: Cada equipo de niños tiene que identificar el número de figuras y cuántas hay de cada una (cuadrados, rectángulos, pentágonos, hexágonos, círculos, etc.).

Para los niños

Tarjetas para el juego: "Características geométricas"

Descripción: Un juego de 20 tarjetas para cada equipo de niños en la que viene por un lado el dibujo de alguna figura geométrica y al reverso el nombre de la misma. Un juego de 17 tarjetas que de un lado tendrán escrito una característica geométrica (p.ej. todos sus lados son iguales) y al reverso tendrán escrito las figuras que posean esa característica (p. ej: triángulo equilátero, cuadrado) (ver sección de anexos)

Láminas para el juego "Reconocimiento de figuras geométricas"

Descripción: 9 láminas con tres diseños diferentes de composiciones geométricas.
Uso: Cada equipo de niños tiene que identificar el número de figuras y cuántas hay de cada una (cuadrados, rectángulos, pentágonos, hexágonos, círculos, etc.).

Hojas de actividad grupal para el juego "Reconocimiento de figuras geométricas"

Descripción: son hojas para cada equipo de 2 o cuatro niños en el que se encuentran dibujados en cada hoja tres diseños diferentes de composiciones geométricas.
Uso: Cada equipo de niños tiene que identificar el número de figuras y cuántas hay de cada una (cuadrados, rectángulos, pentágonos, hexágonos, círculos, etc.).

IX. Bibliografía

1. Fuenlabrada I. Block D.; et. al. (1994). Juega y aprende con matemáticas. Actividades para divertirse y trabajar en el aula. Cuadernos SEP del Rincón. Secretaría de Educación Pública (S.E.P.): México.
2. Langdon Niegel y Snape Charles (1995). El fascinante mundo de las matemáticas. Cuadernos SEP del Rincón. Grupo Noriega Editores S.A. y Secretaría de Educación Pública (S.E.P.): México.
3. Palmer Schacht Nichols (1971). Geometría Moderna. Editorial C.E.C.S.A. (Compañía Editorial Continental): México.
4. Microsoft® Encarta® 98 Encyclopedia. © 1993-1997 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.
5. Ruiz Ruiz-Funes C. Y Ruisánchez Serra J. M. (2000). ¿Qué figuras hay y cuántas hay?. En: Revista Correo del maestro. Año 5, No. 51. p.p. 57-58.

ANEXO 6

TANGRAMA

I. Introducción

El taller de ciencia "tangramas" pertenece al campo de conocimiento de matemáticas, específicamente de geometría, de cuarto a sexto año de primaria del sistema escolar oficial. Los propósitos de este taller es que los niños recuerden algunos conceptos básicos de geometría, que identifiquen las figuras geométricas del tangrama y que construyan distintas figuras geométricas combinando las figuras del tangrama.

Debido a que es una actividad que se desarrollará con un grupo de personas con las que solamente se tendrá contacto una vez, el tiempo destinado para este taller es de 40 minutos.

II. Conocimientos previos

Los niños que participan en este taller deben conocer el nombre de diversas figuras geométricas planas (polígonos), así como, recordar los siguientes conceptos: vértice; ángulo recto, agudo y obtuso; lado recto, lado curvo, lado desigual, lado igual, lados paralelos; simetría, figuras simétricas y asimétricas. Además, deben de distinguir los nombres de polígonos regulares e irregulares para poder identificar las figuras que conforman el tangrama.

Para indagar sobre sus conocimientos previos se realizará una exploración a través de preguntas orales realizadas por el tallerista. Con ello se constatará si, en general, los niños cuentan con esos conocimientos establecidos por los planes y programas de estudio oficiales.

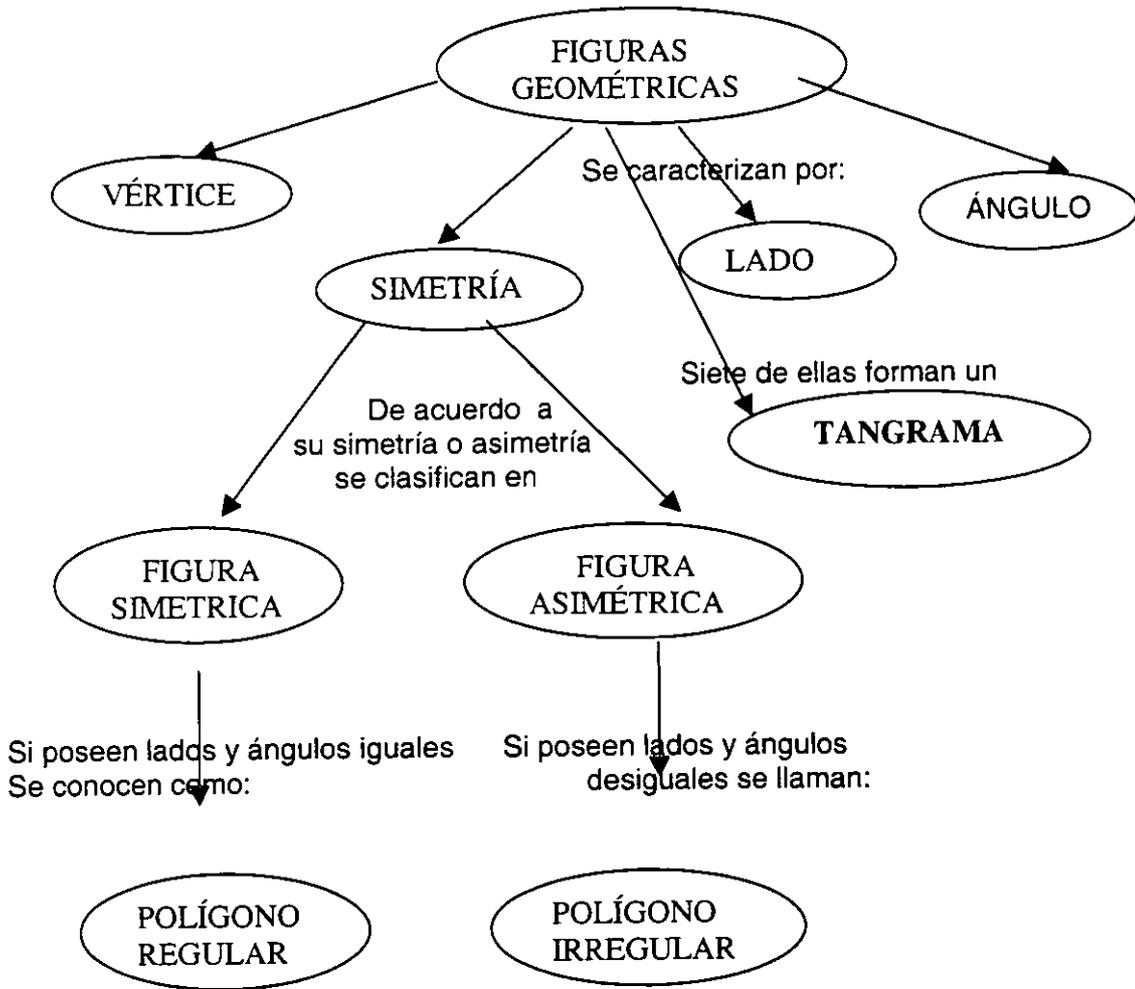
III. Objetivos

1. Recordar algunos conceptos básicos de geometría
2. Identificar las figuras geométricas del tangrama.
3. Formar figuras geométricas a partir de la combinación de las figuras del tangram.

IV. Contenidos

1. Ángulo (agudo, recto y obtuso)
2. Lado de una figura (lado recto, lado curvo, lado paralelo, lado igual, lado desigual)
3. Vértice
4. Simetría
5. Figura simétrica
6. Figura asimétrica
7. Polígonos regulares
8. Polígonos irregulares

Mapa conceptual del contenido del taller



V. Actividades

Actividades previas

1. Presentación. Se dará la bienvenida a los niños, se presentará al equipo de talleristas que impartirán el taller de ciencia.

Actividades iniciales

2. Exposición con preguntas. Se recordarán los conceptos de ángulo (recto, agudo y obtuso); lado (recto, curvo, paralelo, igual, desigual); vértice; eje de simetría; figuras simétricas y asimétricas; así como, las características de los polígonos regulares e irregulares.

Los recursos que se tendrán para esta parte son 13 láminas con las diversas figuras geométricas (polígonos regulares e irregulares). También se utilizará una lámina o acetato que ilustre la historia del tangrama.

Preguntas – guía

1. ¿Qué tipos de líneas conoces?

R = lados iguales, lados paralelos, lados desiguales, lado curvo, lado recto.

2. Da un ejemplo de figuras que tienen lados iguales

R = cuadrado, rombo, triángulo equilátero.

Triángulo equilátero: *equi* = igual y *látero* = lado, por lo tanto: lados iguales

3. ¿Cuáles figuras tienen lados paralelos?

R = rectángulo, cuadrado, rombo

4. Da ejemplos de figuras con lados desiguales

R = trapecio, romboide, triángulo isósceles, triángulo escaleno, flecha, paralelogramo.

Son todas las figuras asimétricas y polígonos irregulares.

5. Da ejemplos de figuras con lados curvo

R = círculo

6. Cuáles figuras tienen lados rectos

R = triángulo (equilátero, rectángulo, isósceles, escaleno), cuadrado, rectángulo, paralelogramo, romboide, trapecio, trapezoide, flecha,

7. ¿Qué es vértice?

R = Es el punto donde se unen dos líneas rectas

8. ¿Esta figura tiene vértices? (mostrar el círculo)

R = No, porque no hay ningún punto donde se unan dos líneas rectas. El círculo está compuesto por un lado curvo continuo.

9. ¿En esta figura cuáles son los vértices?, ¿Cuántos vértices tiene esta figura? (mostrar un triángulo) (mostrar un triángulo y el cuadrado)

R = triángulo tiene tres vértices y el cuadrado tiene cuatro vértices

10. ¿Qué es un ángulo?

R = Cuando dos líneas comparten el mismo punto se forma un ángulo (abertura). El punto donde se intersectan se llama vértice del ángulo.

11. ¿Cuáles son los tipos de ángulos que existen? Y ¿Cuánto mide cada uno?

R = Son tres tipos de ángulos: agudo, recto y obtuso.

Ángulo agudo mide menos de 90 grados; ángulo recto mide 90 grados y el ángulo obtuso mide más de 90 grados.

12. ¿Qué es el eje de simetría de una figura geométrica?

R = Es la línea imaginaria que divide en dos partes iguales a una figura

13. Entonces ¿Qué son las figuras simétricas? Da un ejemplo

R = Todas aquellas figuras que al trazar el eje de simetría quedan divididas en dos partes iguales.

14. Y ¿Qué son las figuras asimétricas? Da ejemplos de ellas

R = Todas aquellas figuras que al trazar el eje de simetría no quedan divididas en dos partes iguales.

15. ¿En qué se relacionan las figuras simétricas con los polígonos regulares? ¿Son lo mismo?

R = Los polígonos regulares son figuras simétricas

16. ¿Qué son los polígonos regulares? Da ejemplos de ellos

R = Un polígono es una figura plana que tiene varios lados. También puede tener vértices y ángulos.

Poli = muchos y *gonos* = lado, por lo tanto: es una figura que tiene muchos lados.

Un polígono regular es una figura plana con varios lados que al trazar un eje de simetría a la mitad de la figura queda dividida en dos partes iguales.

Ejemplos de polígonos regulares: cuadrado, rectángulo, trapecio, círculo, triángulo equilátero.

17. ¿En qué se relacionan las figuras asimétricas con los polígonos irregulares? ¿Son lo mismo?

R = Los polígonos irregulares son figuras asimétricas

18. ¿Qué son los polígonos irregulares? Da ejemplos de ellos

R = Un polígono irregular es una figura plana con varios lados que al trazar un eje de simetría a la mitad de la figura no queda dividida en dos partes iguales.

Ejemplos de polígonos irregulares: trapezoide, triángulo escaleno.

19. Ya vimos algunas características de las figuras geométricas: ¿Creen que exista alguna actividad en donde podamos “jugar” con las figuras geométricas? Respuesta abierta (sí o no)

20. Nosotros vamos a jugar con algo que se llama tangramas ¿Alguien sabe que es un tangrama?. Nota: todavía no hay que enseñar los tangramas a los niños.

R= Son un conjunto de figuras que han sido utilizadas como actividades recreativas desde la época de los Chinos. La palabra tangrama proviene de la raíz “tan” que significa Chino y “grama” que significa diagrama o arreglo. El tangrama está formado por siete figuras geométricas. Con estas siete figuras geométricas se pueden construir otras figuras como las que están en esta lamina (mostrar la lámina o el acetato donde se muestren distintas figuras hechas con un tangrama).

21. ¿Cuales son las siete figuras geométricas del tangrama?

R= Dos triángulos escalenos grandes (dos triángulos rectángulos), tres triángulos escalenos más chicos, un cuadrado, un cuadrado y un paralelogramo.

Actividades de desarrollo

3. Juego por equipos: “Arma algunas figuras geométricas con el tangrama”

Nombre del juego: Arma algunas figuras geométricas con el tangrama

Objetivo: Comprender que pueden formar otras figuras geométricas a partir de las figuras del tangrama

Material:

7 figuras del tangrama para cada equipo de niños y un rectángulo (figura falsa).

Descripción:

Se forman equipos de dos o tres personas como máximo. El juego consiste en ir pasando por varios retos que irán aumentando en dificultad. Cada reto implica formar alguna figura geométrica con dos, cuatro, cinco y las siete figuras del tangrama. Para ver con más detalle este juego se puede ver la última página de este taller.

El tiempo máximo del juego son 15 minutos, por lo que el juego se suspenderá si ha pasado este tiempo o bien si la mayoría de los equipos lograron formar un cuadrado con las siete figuras del tangrama.

Recomendaciones:

Es necesario que en cada reto los talleristas vigilen los avances de cada equipo para dar la retroalimentación necesaria. El tiempo para cada reto dependerá del grupo de niños que participen en el taller, pero generalmente no es más de un minuto.

Para mantener el orden se explican claramente las reglas del juego y se pide a alguno de los niños que lo explique. Por otro lado, se pide que el equipo que termine primero cada reto explique al resto del grupo la forma en que lo logró. Si no es posible controlar al grupo se recomienda suspender el juego.

Tiempo: 15 minutos

Actividades de cierre

4. Actividad manual. En esta parte los niños formarán las siete figuras del tangrama a partir de una hoja de papel brillante de cualquier color. El tallerista dará las instrucciones de cómo ir armando el tangrama. Para ello es necesario que cuenten con la mitad de una hoja tamaño carta y tijeras.

VI. Secuenciación de los contenidos y las actividades

Tiempo		Conceptos	Actividades
2 minutos	A		Actividades previas
	P		1. Presentación
	E		Actividades iniciales
8 minutos	R	- Ángulo (agudo, recto, obtuso)	2. Exposición con preguntas
	T	- Vértice	
	U	- Lado (curvo, recto igual, desigual, paralelo)	
Tiempo total: 10 minutos	R	- Eje de simetría	
	A	- Figuras simétricas	
		- Figuras asimétricas	
		- Polígonos regulares	
		- Polígonos irregulares	
15 minutos máximo	D	- Triángulo rectángulo	Actividades de desarrollo
	E	- Cuadrado	3. Juego por equipos: "Arma algunas figuras geométricas con el tangram"
	S	- Paralelogramo	
	A		
	R		
	R		
	O		
	L		
	L		
	O		
15 minutos	C		Actividades de cierre (recapitulación)
	I		4. Actividad manual (actividad síntesis): Elaboración de su propio tagrama.
	E		
	R		
Tiempo Total del taller: 40 minutos	R		
	E		

VII. Evaluación

¿Qué?	¿Cómo?	¿Cuándo?
<p>Previo al taller:</p> <p><i>Del taller:</i></p> <p>La programación y el diseño</p> <p>Durante el taller:</p> <p><i>Del proceso de enseñanza/aprendizaje</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificación y utilización de conocimientos previos - La estructura o el diseño del taller y su aplicación. <p>Final del taller:</p> <p><i>Del diseño del taller y su aplicación:</i></p> <p>Planeación, diseño y aplicación del taller de ciencia: tema del taller, las actividades, los contenidos, los materiales utilizados, la conducción del tallerista y la participación de los niños.</p>	<p>Previo al taller:</p> <p><i>Del taller:</i></p> <p>Contestar el cuestionario de evaluación previa, consultando el manual de procedimientos para los talleres.</p> <p>Durante el taller:</p> <p><i>Del proceso de enseñanza/aprendizaje</i></p> <p>Exploración a través de preguntas orales realizadas por el tallerista</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A través de listas de cotejo y notas de campo se realizará la observación y registro de: <ul style="list-style-type: none"> - La conducción del tallerista. - La participación de los niños: sus respuestas, comentarios y preguntas (la naturaleza de las intervenciones). La motivación que muestran los niños durante el desarrollo de las actividades. 2. Contestar el cuestionario de evaluación del diseño y aplicación del taller. Esta evaluación será hecha por el tallerista evaluador, <p>Final del taller:</p> <p><i>Del diseño del taller y su aplicación:</i></p> <p>Para la evaluación final del taller se contestará el cuestionario de evaluación final, que lo contestará el tallerista evaluador.</p> <p>Los niños contestarán por escrito el cuestionario para los participantes.</p>	<p>Previo al taller:</p> <p><i>Del taller:</i></p> <p>Uno o dos días antes de aplicar el taller.</p> <p>Durante el taller:</p> <p><i>Del proceso de enseñanza/aprendizaje:</i></p> <p>Al inicio del taller (evaluación diagnóstica puntual). También se realiza durante el taller (evaluación formativa).</p> <p>Evaluación continua (formativa), es decir, durante el tiempo que dure la aplicación del taller.</p> <p>Final del taller:</p> <p><i>Del diseño del taller y su aplicación:</i></p> <p>Evaluación Final (Al finalizar el taller)</p> <p>Evaluación Final (Al finalizar la sesión del taller).</p>

VIII. Recursos

Para los talleristas

13 Láminas de diversas figuras geométricas

Descripción: Cada lámina tiene representada alguna figura geométrica al derecho y al reverso se encuentra escrito el nombre de la misma. Las láminas son de tamaño carta hechas con papel ilustración y América de diversos colores, forrados con mica transparente.

Láminas o acetato de la historia del tangrama

Descripción: láminas que ilustra la historia del tangrama y algunas figuras que se pueden formar con el tangrama.

Uso: Para explicar la historia del tangrama.

Para los niños

Tangrama

Descripción: Un tangrama hecho con foamy. El cuadrado que se forma con las siete figuras geométricas es de 15 cm por 15 cm.

Uso: Para el juego: "Arma algunas figuras geométricas con el tangrama".

IX. Bibliografía

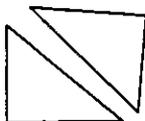
1. Fuenlabrada I. Block D.; et. al. (1994). *Juega y aprende con matemáticas. Actividades para divertirse y trabajar en el aula.* Cuadernos SEP del Rincón. Secretaría de Educación Pública (S.E.P.): México.
2. Langdon Niegel y Snape Charles (1995). *El fascinante mundo de las matemáticas.* Cuadernos SEP del Rincón. Grupo Noriega Editores S.A. y Secretaría de Educación Pública (S.E.P.): México.
3. Palmer Schacht Nichols (1971). *Geometría Moderna.* Editorial C.E.C.S.A. (Compañía Editorial Continental): México.
4. Microsoft® Encarta® 98 Encyclopedia. © 1993-1997 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

Juego: "Arma algunas figuras geométricas con el tangrama".

1. ¿Qué figura es esta?



2. ¿Ustedes creen que un cuadrado se pueda formar por dos figuras?. Por ejemplo, tomen los dos triángulos rectángulos grandes de su tangrama y traten de armar un cuadrado. ¡Es muy fácil!



3. **1er. Reto:** Ya observaron que con dos figuras podemos formar otra figura distinta. Ahora vamos a tratar de armar con esos mismos triángulos rectángulos un triángulo más grande.



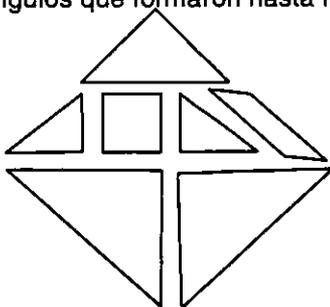
4. **2º. Reto:** A continuación van a tratar de armar un triángulo pero con cuatro figuras: tres triángulos (uno mediano y dos chicos) y un rectángulo de cartulina.



5. **3er. Reto:** Ahora van a tratar de armar un triángulo con cinco figuras: tres triángulos, un cuadrado y un paralelogramo.



6. **4º. Reto:** Ahora van a tratar de armar un cuadrado con las siete figuras del tangrama. En esta parte se recomienda decirles que lo van a hacer en dos partes. La primera parte es realizar el triángulo con las cinco figuras (que realizaron en el reto anterior) y la segunda parte van a hacer otro triángulo con los dos triángulos grandes (que realizaron en el primer reto) . Después van a unir los dos triángulos que formaron hasta formar un cuadrado.



ANEXO 7

Instrumento de evaluación previa del taller de ciencia

***TALLERISTA COORDINADOR**

Objetivo:

Verificar si están explícitos en el documento del taller los contenidos, las actividades y los materiales; además de conocer la naturaleza del curso de formación que recibió el tallerista coordinador.

Instrucciones

En cada espacio escribe la respuesta que se te pide, si éste no es suficiente puedes escribir tus sugerencias, notas, o cualquier otra cosa que consideres importante en la parte de observaciones. En los casos que la respuesta sea afirmativa (si) o negativa (no) marca una X en el espacio correspondiente.

Nombre del Taller de ciencia: _____

Nivel escolar al que se dirige: _____

Nombre de la escuela: _____

Número de participantes: _____

Nombres y función que desempeñan los talleristas (Especifica si eres tallerista coordinador, tallerista de apoyo o tallerista evaluador):

Fecha: _____

1. ¿ El taller se elaboró tomando en cuenta los programas escolares de la S.E.P o se realizó independientemente de esto?

2. En caso de que se halla tomado en cuenta los programas de la S.E.P ¿A qué grado escolar y a que edad corresponden?

3. ¿En el documento se especifican:

	Si	No
a) objetivos?	-	-
b) contenido o conceptos a tratar?	-	-
c) actividades?	-	-
d) materiales o recursos didácticos para el tallerista?	-	-
e) materiales para los niños?	-	-
f) temporalización de cada una de las actividades?	-	-
g) el tiempo total en que se desarrollará el taller?	-	-

CONTENIDOS (Consultar el documento)

4. El contenido del taller:

a) ¿Es una combinación de varias áreas de conocimiento (interdisciplinar)?	-	-
b) ¿Sólo pertenece a un área de conocimiento (materia única)?	-	-

ACTIVIDADES

5. ¿Están especificadas claramente las actividades?	-	-
---	---	---

6. ¿Está especificada la secuencia de las actividades? - -
7. ¿Están especificados los conceptos o contenidos a tratar en cada actividad? - -

MATERIALES

8. ¿Fueron previamente preparados los materiales? - -
9. ¿Están completos los materiales y recursos didácticos para el tallerista? - -
10. ¿Están completos (son suficientes) los materiales para los niños? - -

TALLERISTA

11. ¿Participaste en un curso de formación antes de aplicar el taller? - -
12. ¿En qué consistió el curso de formación?

13. Durante el curso de formación te quedaron claros:

a) Cuáles eran los objetivos?

b) Cuáles eran los conceptos o contenidos a tratar?

c) Cuáles eran y en qué consistían las actividades?

d) Cuál era la secuencia de las actividades?

e) Cuáles eran los recursos y materiales didácticos para el tallerista?

f) Cuáles eran los materiales para los niños?

g) El tiempo de cada actividad?

h) El tiempo total del taller?

Observaciones:

ANEXO 8

Cuestionario para evaluar el diseño del taller durante su aplicación

***OBSERVADOR**

Objetivo

Evaluar el diseño del taller, su funcionalidad y el proceso de aplicación del mismo. Los aspectos a evaluar son los contenidos, las actividades, los materiales y la estructura.

Instrucciones

En cada espacio escribe la respuesta que se te pide, si éste no es suficiente puedes escribir tus sugerencias, notas, o cualquier otra cosa que consideres importante en la parte de observaciones. En los casos que la respuesta sea afirmativa (si) o negativa (no) marca una X en el espacio correspondiente.

Nombre del taller de ciencia: _____

Nivel escolar al que se dirige: _____

Nombre de la Escuela: _____

Número de participantes: _____

Nombre del tallerista que llenará el cuestionario y función: (Especifica si eres tallerista coordinador, tallerista de apoyo o tallerista evaluador).

Fecha de aplicación: _____

A. CONTENIDO

Explica tu respuesta cuando sea necesario

1. ¿Son adecuados a su nivel de conocimientos real (conocimientos previos)?

2. ¿Son interesantes para los participantes?

3. ¿Están secuenciados adecuadamente?

4. ¿Permiten alcanzar los objetivos? ¿Son adecuados?

5. ¿Son suficientes para alcanzar los objetivos?

B. ACTIVIDADES

Explica tu respuesta cuando sea necesario

1. Durante la apertura realmente se activan los conocimientos previos

2. Durante la apertura realmente se indaga sobre los conocimientos previos

3. ¿Las actividades permiten a los participantes acercarse a los contenidos?

4. ¿La secuencia de las actividades es adecuada?

5. ¿Las actividades están permitiendo el logro de los objetivos?

6. ¿Las actividades cubren todos los contenidos del taller?

7. ¿Se interrumpió alguna actividad?

8. ¿Fue suficiente el tiempo para que terminaran sus actividades y productos?

9. ¿Modificarías alguna actividad? ¿Cuál y por qué?

10. Si es necesario ¿Qué actividades propondrías para alcanzar los objetivos del taller y para acercar a los participantes a los contenidos del taller?

C. MATERIALES

Si la respuesta es NO explicar el por qué

	Si	No
1. ¿Son suficientes para los participantes?		
2. ¿Son adecuados para la edad de los participantes?	-	-
3. ¿Son adecuados para las actividades previstas?	-	-
4. ¿Son atractivos para los participantes?	-	-
5. ¿Permiten a los participantes comprender los contenidos?	-	-
6. ¿Complementan o refuerzan las actividades que realizan los participantes?	-	-
7. ¿Hay desperdicio de material?	-	-
8. ¿Los materiales para el tallerista fueron útiles para abordar los contenidos?	-	-
9. ¿ Los materiales para el tallerista le sirven como apoyo en las actividades?	-	-
10. ¿ Son adecuados los materiales destinados para el tallerista?	-	-
11. ¿ Son suficientes los materiales destinados para el tallerista?	-	-

D. ESTRUCTURA

1. La estructura del taller es de fácil manejo para el tallerista:

2. Fue pertinente dividir el taller en tres momentos:

- La división del taller en tres momentos (apertura, desarrollo y cierre) permitió:

3. Alcanzar los objetivos
4. Una mejor organización de los contenidos
5. Una mejor organización de las actividades
6. Las actividades planteadas son útiles para activar y explorar conocimientos previos
 7. Las actividades lúdicas (juegos y actividades grupales) apoyan los contenidos del taller?
 8. Las actividades de desarrollo del taller permiten abordar los contenidos principales del taller
 9. La actividad manual apoya los contenidos del taller?
 10. Con las actividades lúdicas (juegos y actividades grupales) se alcanzan los objetivos?
 11. Con las actividades manuales se logran los objetivos?
 12. Las actividades de cierre del taller permite que se sintetice los contenidos abordados durante el taller
 13. Los tiempos fueron los adecuados para cada momento del taller y para cada actividad:

- a) Apertura
- b) Desarrollo
- c) Cierre

Observaciones:

ANEXO 9

Lista de cotejo para evaluar la conducción del tallerista

*OBSERVADOR

Objetivo: evaluar la conducción del tallerista en los siguientes aspectos: exposición de contenido, recursos didácticos, manejo de grupo, manejo de contenido y actitud.

APERTURA

EXPOSICIÓN DEL CONTENIDO	Si	No
1. ¿Explora y activa conocimientos previos?	-	-
2. ¿Promueve una participación activa en los participantes?	-	-
3. ¿Elabora frecuentemente preguntas sobre el contenido?	-	-
4. ¿Pregunta dudas o inquietudes?	-	-
5. Sintetiza la información	-	-
6. ¿Motiva a los participantes a experimentar o descubrir algo nuevo?	-	-
7. ¿Entiende lo nuevo con lo conocido?	-	-
8. ¿Explica o aclara cuando es necesario?	-	-
9. ¿Toma en cuenta lo que dicen los niños?	-	-
10. ¿Reconstruye a partir de lo que dicen los participantes?	-	-
11. ¿Durante las actividades brinda andamiaje (apoyo) cuando es necesario?	-	-
12. ¿Durante los juegos o actividades grupales comprueba que se comprende la información?	-	-

RECURSOS DIDÁCTICOS

13. ¿Utiliza diversos recursos para promover una mayor comprensión de los contenidos?	-	-
14. ¿Utiliza láminas?	-	-
15. ¿Utiliza fotografías?	-	-
16. ¿Utiliza actividades lúdicas?	-	-
17. ¿Utiliza otros recursos? ¿Cuáles?	-	-

MANEJO DE GRUPO

18. ¿Mantiene la atención del grupo durante los distintos momentos del taller?	-	-
19. Su voz es clara y nítida?	-	-
20. ¿Su voz es fuerte?	-	-

ACTITUD

21. De respeto	-	-
22. De confianza para los participantes	-	-
23. De apertura al diálogo	-	-
24. Afectuosa	-	-

MANEJO DEL CONTENIDO

25. Presenta el material organizado y con una secuencia (discurso es coherente)	-	-
26. Utiliza un lenguaje accesible a la población	-	-
27. Ejemplifica durante sus explicaciones	-	-
28. Responde correctamente cuando los niños piden más información sobre los contenidos o conceptos del taller	-	-

DESARROLLO

EXPOSICIÓN DEL CONTENIDO

	Si	No
1. ¿Promueve una participación activa en los participantes?	-	-
2. ¿Elabora frecuentemente preguntas sobre el contenido?	-	-
3. ¿Pregunta dudas o inquietudes?	-	-
4. Sintetiza la información	-	-
5. ¿Motiva a los participantes a experimentar o descubrir algo nuevo?	-	-
6. ¿Enlaza lo nuevo con lo conocido?	-	-
7. ¿Explica o aclara cuando es necesario?	-	-
8. ¿Toma en cuenta lo que dicen los niños?	-	-
9. ¿Reconstruye a partir de lo que dicen los participantes?	-	-
10. ¿Durante las actividades brinda andamiaje (apoyo) cuando es necesario?	-	-
11. ¿Durante los juegos o actividades grupales comprueba que se comprende la información?	-	-

RECURSOS DIDÁCTICOS

12. ¿Utiliza diversos recursos para promover una mayor comprensión de los contenidos?	-	-
13. ¿Utiliza láminas?	-	-
14. ¿Utiliza fotografías?	-	-
15. ¿Utiliza actividades lúdicas?	-	-
16. ¿Utiliza otros recursos?	-	-
¿Cuáles?	-	-

MANEJO DE GRUPO

	Si	No
17. ¿Mantiene la atención del grupo durante los distintos momentos del taller?	-	-
18. ¿Su voz es clara y nítida?	-	-
19. ¿Su voz es fuerte?	-	-

ACTITUD

20. De respeto	-	-
21. De confianza para los participantes	-	-
22. De apertura al dialogo	-	-
23. Afectuosa	-	-

MANEJO DEL CONTENIDO

24. Presenta el material organizado y con una secuencia	-	-
25. Utiliza un lenguaje accesible a la población	-	-
26. Ejemplifica durante sus explicaciones	-	-
27. Su discurso es coherente	-	-
28. Responde correctamente cuando los niños piden más información sobre los contenidos o conceptos del taller	-	-

CIERRE

EXPOSICIÓN DEL CONTENIDO

	Si	No
1. ¿Promueve una participación activa en los participantes?	-	-
2. ¿Elabora frecuentemente preguntas sobre el contenido?	-	-
3. ¿Pregunta dudas o inquietudes?	-	-
4. Sintetiza la información	-	-
5. ¿Motiva a los participantes a experimentar o descubrir algo nuevo?	-	-
6. ¿Enlaza lo nuevo con lo conocido?	-	-
7. ¿Explica o aclara cuando es necesario?	-	-
8. ¿Toma en cuenta lo que dicen los niños?	-	-
9. ¿Reconstruye a partir de lo que dicen los participantes?	-	-
10. ¿Durante las actividades brinda andamiaje (apoyo) cuando es necesario?	-	-
11. ¿Durante los juegos o actividades grupales comprueba que se comprende la información?	-	-

RECURSOS DIDÁCTICOS

12. ¿Utiliza diversos recursos para promover una mayor comprensión de los contenidos?	-	-
13. ¿Utiliza láminas?	-	-
14. ¿Utiliza fotografías?	-	-
15. ¿Utiliza actividades lúdicas?	-	-
16. ¿Utiliza otros recursos?	-	-
¿Cuáles?	-	-

MANEJO DE GRUPO

17. ¿Mantiene la atención del grupo durante los distintos momentos del taller?	-	-
18. ¿Su voz es clara y nítida?	-	-
19. ¿Su voz es fuerte?	-	-

ACTITUD

20. De respeto	-	-
21. De confianza para los participantes	-	-
22. De apertura al diálogo	-	-
23. Afectuosa	-	-

MANEJO DEL CONTENIDO

24. Presenta el material organizado y con una secuencia	-	-
25. Utiliza un lenguaje accesible a la población	-	-
26. Ejemplifica durante sus explicaciones	-	-
27. Su discurso es coherente	-	-
28. Responde correctamente cuando los niños piden más información sobre los contenidos o conceptos del taller	-	-

ANEXO 10

Lista de cotejo para evaluar a los participantes

*OBSERVADOR

Objetivo: Evaluar la participación de los niños en las actividades durante los tres momentos del taller

	APERTURA		DESARROLLO		CIERRE	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Hacen comentarios?						
Formulan preguntas?						
Para clarificar						
Para hacer reflexiones sobre el tema						

ACTIVIDADES DE DESARROLLO

Durante las actividades en equipo:

- | | Si | No |
|--|----|----|
| 1. Opinan? | - | - |
| 2. Llegan a acuerdos? | - | - |
| 3. Discuten? | - | - |
| 4. Intervienen todos los miembros del equipo? | - | - |
| 6. Realizan las actividades planteadas? | - | - |
| 7. Se concentran en la actividad? | - | - |
| 8. Los niños trabajan independientemente? | - | - |
| 9. La mayoría de los niños sigue el ritmo de trabajo previsto? | - | - |
| 10. Hacen adecuado uso del material? | - | - |
| 11. Siguen las instrucciones? | - | - |
| 12. Son cuidadosos al hacer las cosas? | - | - |
| 13. Concluyeron sus actividades lúdicas? | - | - |

ACTIVIDADES DE CIERRE

Durante la actividad manual:

- | | | |
|--|---|---|
| 14. Opinan? | - | - |
| 15. Llegan a acuerdos? | - | - |
| 16. Discuten? | - | - |
| 17. Intervienen todos los miembros del equipo? | - | - |
| 18. Realizan las actividades planteadas? | - | - |
| 19. Se concentran en la actividad? | - | - |
| 20. Siguen el ritmo de trabajo previsto? | - | - |
| 21. Hacen buen uso del material? | - | - |
| 22. Siguen las instrucciones? | - | - |
| 23. Son cuidadosos al hacer las cosas? | - | - |
| 24. Trabajan independientemente? | - | - |
| 25. Terminaron su actividad manual? | - | - |

ANEXO 11

Cuestionario de evaluación final del taller de ciencia

Objetivo

***OBSERVADOR**

Evaluar el diseño del taller, su funcionalidad y el proceso de aplicación del mismo. Los aspectos a evaluar son el contenido, las actividades, los materiales, la estructura, la conducción del tallerista y la participación de los niños.

Instrucciones

En cada espacio escribe la respuesta que se te pide, si éste no es suficiente puedes escribir tus sugerencias, notas, o cualquier otra cosa que consideres importante en la parte de observaciones. En los casos que la respuesta sea afirmativa (si) o negativa (no) marca una X en el espacio correspondiente.

Nombre del taller de ciencia: _____

Nivel escolar al que se dirige: _____

Nombre de la Escuela: _____

Número de participantes: _____

Nombre del tallerista que llenará el cuestionario y función:

_____ (Especifica si eres tallerista coordinador, tallerista de apoyo o tallerista evaluador).

Fecha de aplicación: _____

A. CONTENIDOS

Cuando sea necesario explica tu respuesta

1. ¿Fueron adecuados a su nivel de conocimientos real ?

2. ¿Les resultaron interesantes a los participantes? ¿Por qué?

4. ¿Estuvieron secuenciados adecuadamente?

5. ¿Permitieron alcanzar los objetivos? ¿Fueron adecuados?

6. ¿Fueron suficientes para alcanzar los objetivos?

B. ACTIVIDADES

Cuando sea necesario explica tu respuesta

1. ¿Durante la apertura se activaron conocimientos previos?

2. ¿Durante la apertura se indagaron conocimientos previos?

3. ¿Las actividades permitieron a los participantes acercarse a los contenidos?

4. ¿La secuencia de las actividades fue adecuada?

5. ¿Las actividades permitieron el logro de los objetivos?

6. ¿Las actividades cubrieron todos los contenidos del taller?

7. ¿Se interrumpió alguna actividad?

8. ¿Fue suficiente el tiempo para que terminaran sus actividades y productos?

9. ¿Modificarías alguna actividad? ¿Cuál y Por qué?

10. Si es necesario ¿Qué actividades propondrías para alcanzar los objetivos del taller y para acercar a los participantes a los contenidos del taller?

C. MATERIALES

Si tu respuesta es NO explica por qué

	Si	No
1. ¿Fueron suficientes para los participantes?	-	-
4. ¿Fueron adecuados para la edad de los participantes?	-	-
5. ¿Fueron adecuados para las actividades previstas?	-	-
6. ¿Fueron atractivos para los participantes?	-	-
7. ¿Permitieron a los participantes comprender los contenidos?	-	-
8. ¿Complementaron o reforzaron las actividades que realizaron los participantes?	-	-
9. ¿Hubo desperdicio de material	-	-
10. ¿Fueron adecuados y útiles los materiales destinados para el tallerista?	-	-
11. ¿Fueron suficientes los materiales destinados para el tallerista?	-	-
12. ¿Los materiales para el tallerista te fueron útiles para abordar los contenidos?	-	-
13. ¿Los materiales para el tallerista te fueron útiles para apoyar las actividades?	-	-
14. ¿Si los materiales no fueron adecuados se pueden reemplazar por otros?	-	-
¿Cuáles sugieres y por qué?		

D. ESTRUCTURA

1. La estructura del taller es de fácil manejo para el tallerista:

2. Fue pertinente dividir el taller en tres momentos:

- La división del taller en tres momentos (apertura, desarrollo y cierre) permitió

3. Alcanzar los objetivos

4. Una mejor organización de los contenidos

5. Una mejor organización de las actividades

6. Las actividades planteadas son útiles para activar y explorar conocimientos previos

7. Las actividades lúdicas (juegos y actividades grupales) apoyan los contenidos del taller?
8. Las actividades de desarrollo del taller permiten abordar los contenidos principales del taller
9. La actividad manual apoya los contenidos del taller?
10. Con las actividades lúdicas (juegos y actividades grupales) se alcanzan los objetivos?
11. Con las actividades manuales se logran los objetivos?
12. Las actividades de cierre del taller permite que se sintetice los contenidos abordados durante el taller
13. Los tiempos fueron los adecuados para cada momento del taller y para cada actividad:
 - a) Apertura
 - b) Desarrollo
 - c) Cierre

E. CONDUCCIÓN DEL TALLERISTA

Si tu respuesta es **NO** explica por qué

	Si	No
Consideras que durante la impartición del taller:		
1. ¿Explorase y activaste conocimientos previos?	—	—
2. ¿Promoviste una participación activa en los participantes?	—	—
3. ¿Elaboraste frecuentemente preguntas sobre el contenido?	—	—
4. ¿Preguntaste dudas o inquietudes?	—	—
5. Sintetiza la información	—	—
6. ¿Motivaste a los participantes a experimentar o descubrir algo nuevo?	—	—
7. ¿Enlazaste lo nuevo con lo conocido?	—	—
8. ¿Explicaste o aclaraste cuando fue necesario?	—	—
9. ¿Dejaste dudas o preguntas sin resolver?	—	—
10. ¿Tomaste en cuenta lo que decían los niños?	—	—
11. ¿Reconstruiste el conocimiento a partir de lo que decían los participantes?	—	—
12. ¿Solamente transmitiste información?	—	—
13. ¿Durante las actividades brindaste andamiaje (apoyo) cuando fue necesario?	—	—
14. ¿Durante los juegos o actividades grupales comprobaste que se comprendía la información?	—	—
Consideras que tu manejo de contenido		
1. ¿Estuvo organizado y secuenciado?	—	—
2. ¿Utilizaste un lenguaje adecuado a la población?	—	—
3. ¿Ejemplificaste?	—	—
4. ¿Dejaste dudas o preguntas sin resolver?	—	—
1. ¿Utiliza diversos recursos para promover una mayor comprensión de los contenidos?		
2. ¿Utiliza láminas?	—	—
3. Utiliza fotografías?	—	—
4. ¿Utiliza actividades lúdicas?	—	—
5. ¿Utiliza otros recursos?	—	—
¿Cuáles?	—	—
1. ¿Mantuviste la atención del grupo durante los distintos momentos del taller?		
Apertura	—	—
Desarrollo	—	—
Cierre	—	—
2. ¿Tu voz fue clara	—	—
3. ¿Tu voz fue fuerte?	—	—

1. Tu actitud fue:		
De respeto	-	-
De confianza para los participantes	-	-
De apertura al diálogo	-	-
Afectuosa	-	-
Autoritaria	-	-

- ¿Es necesario recibir otro tipo de curso de formación o profundizar en algunos puntos? , ¿Por qué?, ¿Qué sugieres?

F. PARTICIPANTES

Si tu respuesta es NO explica por qué

	Si	No
1. ¿Hicieron preguntas?	-	-
2. ¿Hicieron comentarios?	-	-
3. ¿Mostraron interés en las actividades:	-	-
4. ¿Realizaron las actividades planteadas?	-	-
5. ¿Trabajaron independientemente?	-	-
6. ¿La mayoría de los participantes siguieron el ritmo de trabajo previsto?	-	-
7. ¿Los participantes utilizaron adecuadamente los materiales previstos?	-	-
8. ¿Existieron personas que solicitaron mayor atención?	-	-

¿Cuántas fueron y qué solicitaron?

- ¿A qué crees que se debió esto? (explica si es necesario)

a) las instrucciones no fueron claras	-	-
b) no hubo suficiente material	-	-
a) no hubo un tallerista de apoyo	-	-
b) no se escuchaba bien mi voz	-	-
c) no realicé un adecuado manejo de grupo	-	-
d) el grupo era muy inquieto	-	-
e) otros (especifica tu respuesta)		

Correcciones previstas para futuras aplicaciones

ANEXO 12

Cuestionario para los participantes

Te pedimos que contestes sinceramente las siguientes preguntas, debido a que con la información que tu nos brindes podremos hacer las modificaciones necesarias al taller en el que acabas de participar.

Nombre del Taller de ciencia: _____

Nombre de la escuela: _____

Fecha: _____ Edad: _____ Sexo: _____

Instrucciones: *En cada pregunta debes marcar con una X tu respuesta y explicar tu respuesta cuando se te pide.*

1. ¿Te gustó el taller? **SI** **NO**

¿Porqué? _____

2. ¿Cuál fue el tema del taller? ¿De qué se trató el taller?

3. ¿Aprendiste algo durante el taller? **SI** **NO**

4. ¿Qué aprendiste?

5. ¿Fueron divertidas las actividades que realizaste? **SI** **NO**

6. ¿Las actividades que realizaste te ayudaron a comprender mejor el tema del taller? **SI** **NO**

7. ¿Te gustaron los materiales con los que trabajaste? **SI** **NO**

Cualquiera que sea tu **respuesta** explica por qué

8. ¿Fueron suficientes los materiales con los que trabajaste? **SI** **NO**

9. ¿Se escuchaba bien la voz del tallerista? **SI** **NO**

10. ¿Fueron claras las instrucciones que dio el tallerista? **SI** **NO**

11. ¿Te gustó cómo dieron el taller? **SI** **NO**

Cualquiera que sea tu respuesta explica por qué

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

Dirección General de Divulgación de la Ciencia

Subdirección de Educación No Formal

Manual de procedimientos

Taller de Ciencia

Colores e naturaleza

Costrucción de un

Fauna silvestre de México

Construcción de

Taller de

Luz Elena Moncayo Gómez

INDICE

Presentación 5

Introducción 7

Taller colores en la naturaleza 9

Taller cocodrilo27

Taller Fauna silvestre de México 49

Taller Con - figuras 98

Taller Tangram124

Agradecimientos

**A la Dra. Carmen Sánchez Mora
por su especial atención en el trabajo y
por sus valiosos comentarios**

**A las diseñadoras gráficas:
Laura A. Escalante Agullar y
Marina Ramírez Arellano
por su dedicación y
por la elaboración del material didáctico
para estos cinco talleres de ciencia**

Al Méd.Vet. Serafín Pérez M. por sus valiosas sugerencias

Por su apoyo al Biól. Luis Meza A.

Presentación

El presente documento contiene cinco talleres de ciencia que están dirigidos a las personas quienes imparten los talleres (talleristas) y a cualquier persona que desee realizar una labor de divulgación científica. Esta propuesta apunta a ser un manual de procedimientos para impartir talleres de ciencia. Contiene información específica y detallada de cada taller a fin de que cualquier persona que desee aplicarlo posea todo lo necesario para llevarlo a cabo (recursos e información). Quiero aclarar que no es una propuesta acabada puesto que aún faltan dos elementos que lo llevarán a perfeccionarse: el tiempo y la experiencia (práctica). Hasta este momento (los talleres) ha atravesado por tres fases: la concepción, su creación (que justamente está plasmada en estas hojas) y un piloteo y una evaluación previa para realizar los ajustes necesarios (tiempos, materiales, actividades, etc.). El piloteo y la evaluación se realizaron durante el Curso de Verano Universum 2000 con niños entre 5 y 13 años de edad. En cada taller participaron entre 30 y 35 niños.

Una importante aclaración es que esta versión primera de manual de procedimientos se complementa con el material didáctico que se utiliza para la explicación de los contenidos, los juegos y las actividades manuales. Las especificaciones del material didáctico para cada taller se encuentran en este documento.

Brindar a los talleristas herramientas educativas e información precisa para apoyar su actividad diaria es el objetivo de este manual de procedimientos.

El documento está dividido en 5 talleres de ciencia y cada uno de ellos está integrado por cinco secciones:

- La primera de ellas contiene las indicaciones generales para cada taller: área de conocimiento a la que pertenece cada taller, la edad de los niños que participarán en ellos, el grado escolar, el objetivo de cada taller, los contenidos y conceptos a tratar, los materiales, las actividades y su secuenciación, el tiempo de cada actividad y el tiempo total del taller.

- La segunda parte está constituida por las preguntas – guía para el tallerista. Poseen como finalidad brindar la secuencia lógica sobre los contenidos y los conceptos principales que se abordarán durante el taller. Estas preguntas de ninguna forma son las únicas posibles a realizarse, pero como su nombre lo indica sirven como guía para abordar los contenidos de forma ordenada y comprensible para los niños que participan en cualquier taller (las preguntas guía no deben tomarse como un recetario ni deben tratar de hacerse de forma literal, cada tallerista imprimirá su propio estilo).
- El texto integra la tercera parte. Contiene no sólo la información necesaria sobre los conceptos a tratar, además, brinda al tallerista algunos otros datos que complementan los contenidos principales. Esta información adicional brinda al tallerista un panorama más amplio (que ubica el contenido del taller en un contexto social e histórico), que puede hacer uso de ella cuando así lo demande el taller (o quienes participan en él).
- Las actividades manuales y las especificaciones del material didáctico conforman la cuarta parte.
- En la quinta y última parte se encuentran los acetatos y los guiones (información) para cada acetato. Son una herramienta útil para el tallerista ya que pueden ilustrar (apoyar) la explicación de los conceptos a tratar durante el taller (sobretudo en las actividades iniciales del taller o la apertura). Los acetatos y sus guiones se pueden complementar con el material didáctico y las preguntas guía con el fin de despertar un interés (visual) en los niños, de hacerlos participar activamente a través de preguntas y respuestas (tomando siempre en cuenta sus respuestas); evitando que el tallerista tome el papel de profesor tradicional.

Cualquier persona que imparta los talleres debe estudiar detalladamente cada uno de los materiales a fin de dominarlos. De esta forma se sentirá más relajado y seguro durante la implementación del taller. Estas son algunas recomendaciones para usar este material.

En el proceso de aplicación, la retroalimentación permitirá afinar estos talleres y la labor cotidiana de los talleristas. Las aportaciones que realicen quienes imparten los talleres serán muy valiosas y por supuesto, cualquier persona que desee hacer alguna observación.

Introducción

Tradicionalmente, dentro del Museo Universum, los talleres de ciencia han sido una herramienta de divulgación de la ciencia. Para impactar al público, para interesarlo en la ciencia es necesario poseer una infinidad de recursos. Uno de esos recursos son los elementos teóricos-conceptuales y prácticos que pueden aportar la psicología educativa, la pedagogía (en especial la didáctica de la ciencia) y otras ciencias relacionadas con la educación. La calidad del servicio que se brinda a las escuelas (y otros visitantes) depende, en gran medida, de la planificación, diseño, la implementación y la evaluación educativa que sufran los talleres de ciencia.

Un taller de ciencia, por tanto, no sólo es un medio de divulgación científica, además, es una herramienta educativa. Cada taller debe pasar por un proceso de diseño. Se debe trazar o representar cada uno de los pasos a seguir para su realización. Para lograr que el diseño sea adecuado a las características de los participantes** y que pueda cumplir ciertos objetivos, es necesario utilizar recursos educativos. Algunos autores como Stenhouse (1984) y Guarro Pallas (1995) proponen que el diseño constituye una primera etapa del proceso de enseñanza. De acuerdo con ello, en los talleres de ciencia ocurre un proceso de enseñanza - aprendizaje. Existe un consenso general entre educadores y pedagogos acerca de que el proceso de enseñanza - aprendizaje es una actividad que está organizada, posee ciertas reglas, es reflexiva e intencional. En suma, los talleres de ciencia son una valiosa herramienta educativa porque durante su implementación ocurre un proceso de enseñanza - aprendizaje que previamente fue diseñado.

La palabra "talleres" desde el punto de vista educativo posee diversas acepciones. Dentro de la innovación educativa este concepto supone una reflexión activa, una mejora y dinamismo en el trabajo pedagógico diario. Dentro de la innovación educativa existe una propuesta denominada "talleres integrales".

** Las particularidades de cada individuo o grupo de individuos pueden variar de acuerdo a la edad, al nivel cognitivo, a su desarrollo psicomotriz, sus conocimientos previos y habilidades, sus intereses, entre otros.

Plantea que son todas aquellas experiencias en donde se pierde totalmente la idea del aula tradicional, que favorecen el desarrollo íntegro de la personalidad, la inteligencia y la imaginación y que existe una dedicación completa de tiempo y espacio a las actividades que se realizan (Trueba, 1989). Estos elementos definen, acertadamente, las características que los talleres de ciencia han tenido dentro del Museo Universum, así como, de los talleres de este manual.

El valor de los talleres de ciencia como herramientas educativas es enorme porque no sólo proporcionan y difunden información, también promueven la participación activa de las personas, permiten compartir experiencias con los otros, permiten desarrollar una forma individual de aprendizaje a través de la experiencia personal. También pueden permitir a los participantes desarrollar la capacidad de pensar de forma crítica o de expandir esa habilidad y promover aprendizajes espontáneos, incluso significativos.

Por otro lado, los talleres de ciencia que se presentan en este manual están fundamentados en la perspectiva constructivista de la psicología educativa. De manera general, este enfoque propone a un individuo activo que es capaz de interactuar con su entorno (y modificarlo) y es capaz de elaborar sus propios conocimientos sobre él mismo y el mundo que le rodea. Los recursos y las estrategias que se plantean, así como el diseño mismo del manual, fueron concebidos desde este enfoque. En opinión de algunos autores (Hernández, Hernández, 1995): "Desde que se prevé la puesta en práctica de algo, se está configurando una determinada concepción de ese fenómeno... Resulta imprescindible la utilización de modelos teóricos que nos ayuden a representar... el fenómeno que queremos planificar. Pero la selección de un modelo implica una interpretación particular de la enseñanza ..."

Finalmente, quiero expresar que es mi deseo que este documento les sea útil a quienes imparten los talleres de ciencia y recomendarles que se guíen bajo estas consideraciones, tratando de evitar tomar los roles de profesor-alumno y la idea de aula-escuela.

COLORES EN LA NATURALEZA



CONCEPTOS

- Dispersión de la luz (descomposición de un rayo de luz natural en distintos colores al atravesar con una superficie transparente).
- Reflexión de la luz
- Refracción de la luz
- Colores primarios
- Colores secundarios

OBJETIVO: Identificar y distinguir los colores primarios y los secundarios

Material para los experimentos:

- Prisma de vidrio grande sobre una base de vidrio, una cartulina blanca, un espejo grande y agua suficiente para llenar el prisma (experimento demostrativo uno).
- 1 modelo de disco de Newton por cada dos niños
- Lámina A (colores primarios)
- Lámina B (colores secundarios)
- 3 botes de pinturas politec (azul, rojo y verde) de 1 lt. o 3 cajas de pinturas vincil con los mismos colores (un color por caja)
- Godetes o platos de plástico con tres divisiones

Material por niño:

- 1 plato de plástico con divisiones
- 1 cartulina blanca con el dibujo de una guacamaya, un tucán o un pavo real.
- Crayolas o colores de madera



Material para el tallerista:

Acetatos y fotografías
Modelos en cartulina
de guacamaya, tucán y
pavo real iluminados
Texto
Preguntas - guía

MATERIALES

Autor: Luz Elena Moncayo Gómez



Subdirección de Educación No Formal

ACTIVIDADES

Tiempo	Conceptos	Secuenciación de Actividades
2 minutos		Actividades previas 1. Presentación
12 minutos	A P E R T U R A Refracción de la luz Reflexión de la luz Dispersión de la luz (descomposición de un rayo de luz en colores al atravesar una superficie transparente). Recomposición de los colores del arco iris en el color blanco (rayo de luz)	Actividades iniciales 2. Actividades demostrativas a) Se hará incidir un rayo de luz solar en un prisma grande con ayuda de un espejo grande y se proyectará el espectro solar en una cartulina blanca. b) Disco de Newton. Con un modelo de cartulina con los 7 colores del arco iris se demostrará que al girar el disco se formará el color blanco (Recomposición del color blanco a partir de los siete colores del arco iris). c) Exposición con preguntas sobre lo formación del arcoiris (apoyo de acetatos)
2 minutos		
16 minutos		
2 minutos	D E S A R R O L L O Colores primarios Colores secundarios	Actividades de desarrollo a) Exposición con preguntas. Lámina A b) Mezcla de colores. En un plato con los tres colores primarios obtendrán el naranja, verde y morado. Cada vez que obtengan un color alguno de los niños colocará el círculo correspondiente en la lámina B.
10 minutos		
12 minutos		
15 minutos	C I E R R E 1. Colores primarios y secundarios. (aves coloridas)	Actividades de cierre (recapitulación) a) Actividad síntesis. Colorear una guacamaya, un tucán o un pavo real con crayolas o colores de madera (primarios y secundarios) que se encuentra en la hoja de actividades dos.
Tiempo Total del taller: 43 minutos		



Autor: Luz Elena Moncayo Gómez



Subdirección de Educación No Formal

Preguntas guía Colores en la naturaleza

Actividades iniciales

Primera actividad demostrativa: Descomposición de un rayo de luz solar, se realizará lo siguiente: Explicación de que gracias al fenómeno de refracción de la luz (descomposición de la luz en colores cuando un rayo de luz atraviesa una superficie transparente), es posible que se forman distintos colores. Esto se observa de manera natural cuando llueve en un día soleado.

Para demostrar esto se utilizará un prisma de vidrio grande (30cm X 10 cm aproximadamente) lleno de agua. Se colocará al aire libre en un día soleado y de un lado de éste se colocará un espejo y enfrente una cartulina blanca con el fin de observar el espectro luminoso.

- ¿Cuál es la fuente principal de luz en la Tierra?
El sol es una fuente natural de luz y la principal en la Tierra. A partir de la luz natural proveniente del sol y también de la artificial, como la de los focos, podemos obtener distintos colores.
- ¿Qué pasa con los rayos de luz solar cuando llueve y el día está soleado?
- Los rayos de luz solar al atravesar las gotas de agua de las nubes cuando está lloviendo hace posible que se pueda ver el arco iris.
- ¿Cuántos colores tiene el arco iris?
- ¿Qué sucede cuando los rayos del sol pasan a través de la superficie de un lago, un río, un charco, una ventana o cualquier superficie transparente?
Sucede lo mismo que con el arco iris, podemos observar diferentes colores.
- Entonces ¿Cómo se forman los colores de forma natural?
Debido a que la luz atraviesa una superficie transparente (como las gotas de agua de las nubes) esta hace que se descomponga en colores por un fenómeno llamado refracción de la luz.
- Después del experimento preguntar: ¿ De cuántos colores está formada los rayos de luz solar?

Después se realizará la segunda actividad demostrativa: Recomposición de los colores del arco iris en el color blanco (Disco de Newton hecho de cartulina) se explicará que la luz natural es la mezcla o la suma de los siete colores del arco iris. Preguntar cómo lo comprobarían. Hacer la demostración explicando que Newton utilizó un disco parecido para comprobar que la luz blanca se forma con los colores del arco iris (anexo 2).

Conclusiones finales (para los dos experimentos): La luz del sol se puede descomponer en siete colores: rojo, amarillo, dos tonos de azul, verde, naranja y violeta. ¿Cómo lo sabemos? Porque cuando un rayo de luz se refleja en una superficie transparente se descompone en colores. A este fenómeno se le llama refracción o dispersión de la luz. La luz del sol está formada por los colores primarios y secundarios que es lo que vamos a ver a continuación.

Preguntas guía colores en la naturaleza

Actividades de desarrollo

- ¿Quién conoce los colores primarios? ¿Cuáles son?
Rojo, amarillo y azul
- ¿Por qué se les llama así? Estos colores no se pueden obtener a partir de la mezcla de otros colores.
- ¿Qué animales, frutas, plantas u otros objetos son de color rojo, azul o amarillo? (de manera natural)
amarillo: plátano, cáscara de las naranjas, algunas manzanas, algunas flores como el girasol
rojo: jitomates, rábanos, fresas, algunas manzanas, el interior de la sandía
azul: cielo, mar, ojos
- ¿Alguien sabe cuáles son los colores secundarios?
Naranja, verde y morado (violeta)
- ¿Por qué se les llama así?
Porque son colores que se obtienen a partir de la mezcla de los colores primarios
- ¿Cómo se forma el color naranja? Mezclando el rojo con el amarillo
- ¿Cómo se forma el color verde? Mezclando el azul con el amarillo
- ¿Cómo se forma el color morado (violeta)? Mezclando el rojo con el azul.

Nota: cada vez que contestan las preguntas sobre los colores secundarios en sus platos hacen la mezcla de esos colores.

- ¿Qué animales, plantas, frutas, alimentos u objetos sean de color naranja, morado o verde?
Morado: uvas, ciruelas, zarzamora
Verde: chícharos, calabazas, chayotes, aguacate, brócoli, berros, cilantro, perejil, limones
Naranja: interior de la papaya

Actividades de cierre (recapitulación)

Antes de que comiencen a iluminar el dibujo hay que explicar a los niños que existen algunos entornos (hábitats), como la selva, aves u otros animales en donde observamos los colores primarios y secundarios: por ejemplo: una guacamaya, un tucán o un pavo real.

- ¿Creen que exista algún animal, planta, alimento u objeto que tenga tanto los colores primarios como los secundarios?
Aves coloridas: la guacamaya y el tucán
Hábitats: La selva

Autor: Luz Elena Moncayo Gómez

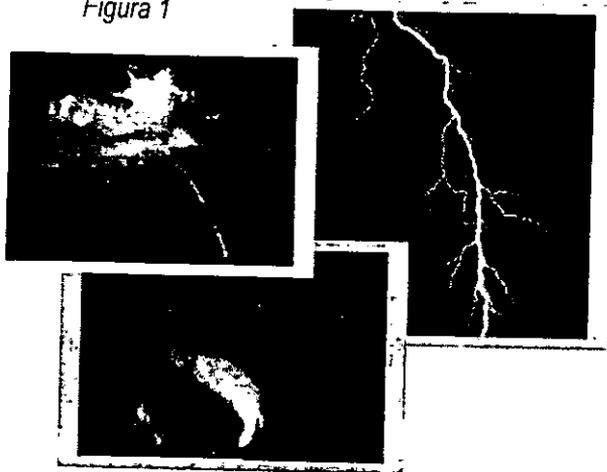


Subdirección de Educación No Formal

Colores en la naturaleza

En solamente 15 minutos el sol irradia tanta energía sobre la tierra como la que la humanidad entera consume en un año. Si pudiéramos aprovechar solamente un 10% de esta energía con eficiencia, las necesidades del mundo quedarían resueltas con solo un área equivalente al Reino Unido. La luz visible es una de las dos formas de energía radiante que nuestros sentidos pueden percibir directamente (*figura 1*) (la otra fuente es la energía calórica infrarroja) Imagina que el ojo humano puede percibir a 30 cm una fuente de luz de la milésima parte de una vela.

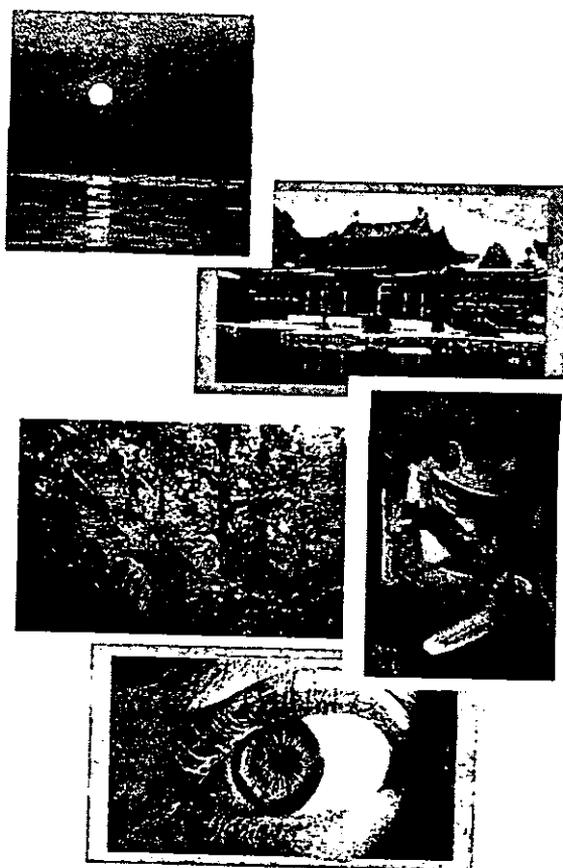
Figura 1



La luz es la única fuente de color que existe. ¿Cómo puede ser esto posible? Acaso no logra la naturaleza una infinita variedad de tonos, un mundo lleno de color; la respuesta está en la relación de tres elementos: primero en la luz como fuente de todo color, enseguida la materia que reacciona al color y en tercer lugar el ojo que es quien percibe el color y permite al cerebro recomponerlo (*figura 2*). Si alguno de nosotros poseyera un automóvil de color azul, azulchiclamino en las noches este auto se verá gris,

pero el propietario *seguirá afirmando que es azul y si además solo lo condujera en una caverna donde solo existe penumbrasería el único que sabría el color "real" del automóvil.

Figura 2



Quien descubrió que la luz es una mezcla de colores fue Sir Isaac Newton en 1666, no fue él el primero en ver dividir la luz blanca, esto incluso ocurre en otros medios, como al formarse el arco iris que es el espectro formado al refractarse la luz solar en las gotitas de agua suspendidas en el aire (*figura 3*), pero sí fue el primero comprender

* Autor: Luz Elena Moncayo Gómez

que la luz esta formada por rayos con diferente longitud de onda o color de luz que cruzan el prisma con diferentes velocidades (figura 4). Para demostrarlo simplemente colocó otro prisma que reuniera a los rayos dispersos y obtuvo otra vez un rayo de luz blanca. Fue un duro golpe para la ciencia de aquellos años, porque las teorías vigentes indicaban que los colores se obtenía mezclando pigmentos; incluso para el hombre moderno el color le es difícil de entender: la luz es la fuente de todo color y los pigmentos son simples reflectores absorbentes y transmisores de color. Cuando pedimos a un artista que nombre a los colores que mezclados en la proporción debida produzcan cualquier otro color dirá: rojo, amarillo y azul, a estos colores les llamaremos colores primarios. Los colores que se producen a partir de la mezcla de los primarios se les denomina colores secundarios. Entonces, combinando dos colores primarios como el rojo y el azul obtendremos el violeta (magenta). Si mezclamos el amarillo y rojo obtendremos el naranja y si mezclamos el amarillo y el azul obtendremos el verde. Al mezclar los tres colores primarios (en la misma proporción) obtendremos el blanco.

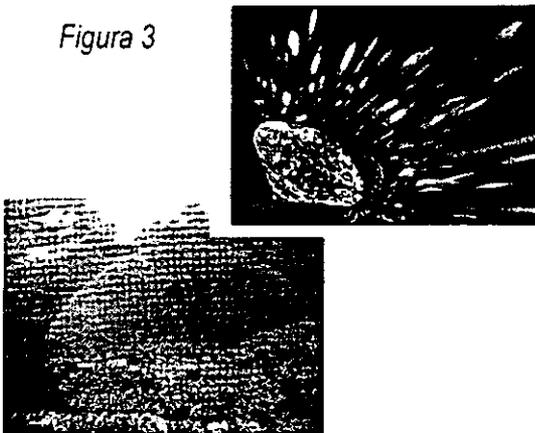
Figura 4



La luz de muchas fuentes, como la del sol, se observa de color blanco. Cuando una luz blanca atraviesa un prisma se separa en un espectro de diferentes colores. El prisma refracta la luz de diferentes colores en distintos ángulos.

El comportamiento de los colores lo conocemos bien, midiendo el grado de refracción de cualquier color que se mueva por un medio transparente determinamos con un espectrofotómetro el color exacto de cualquier superficie o en términos de longitud de onda que refleja, calculamos con precisión la intensidad de cualquier fuente de luz.

Figura 3



Cuando un rayo de luz pasa de un medio transparente, como el aire, a otro, como el vidrio o el agua, éste se inclina con otra dirección. Esta inclinación es llamada refracción. Este fenómeno ocurre de manera natural cuando se forma el arco iris en un día soleado. Lo que se observa es el espectro solar. El orden de los colores es violeta, azul, verde, amarillo, naranja y rojo.*

Sin embargo la percepción del color por el ojo humano no puede clasificarse con la precisión con que se describe la luz; la visión misma tiene sus propias leyes y estas mismas varían de una persona a otra. Para describir "lo que se ve" se recurre a palabras inexactas como: matiz, brillantes y saturación. El matiz da nombre al color rojo, azul, etc., está relacionado con la longitud de onda. El grado de brillantez es la manera de expresar si el color es vivo u opaco y describe su fuerza aparente. La saturación se refiere a la pureza o riqueza de un color, es decir la cantidad de blanco que parece haber en la mezcla.

Estas relaciones no son obvias, simples ni directas, veamos: el amarillo que parece un color brillante en realidad no lo es; el matiz podemos cambiarlo variando la longitud de onda, también podemos cambiarlo alterando el grado de saturación o aumentando (o disminuyendo) la intensidad de luz. Variar la saturación es posible

* Autor: Luz Elena Moncayo Gómez

alterando la mezcla de longitudes de onda, incrementando la intensidad o cambiando el matiz (el estudio de estas relaciones físicas no solo compete a los físicos, también a los fisiólogos y a los psicólogos.) Solo tres colores del espectro luminoso permanecen constantes aunque varíe la intensidad estos son el azul (475), el verde (505) y el amarillo (575 milimicrón); sin embargo no se sabe exactamente porqué la mezcla de luz roja y luz verde producen el amarillo, quizá sea la forma en que el ojo del hombre calcula la mezcla: rojo (720) + verde (505) = amarillo (600 milimicrones o la millonésima parte de un milímetro) que es el promedio.

En la amplia banda de las ondas electromagnéticas, que van desde los cortísimos rayos gamma hasta las kilométricas ondas de radio, las únicas ondas visibles para el ojo humano ocupan la estrecha franja de los 400 a los 700 milimicrones (un milimicron es la millonésima de un milímetro).

Los mejores productores de colores de espectro luminoso son: prismas (vidrios, diamantes, gotas de agua), películas muy delgadas (vinilos, burbujas de jabón, capas aceitosas) y superficies finamente surcadas (los discos LP, discos compactos). Se valen de su estructura para hacer salir el espectro luminoso y poner de manifiesto sus diferentes longitudes de onda (Figura 5).

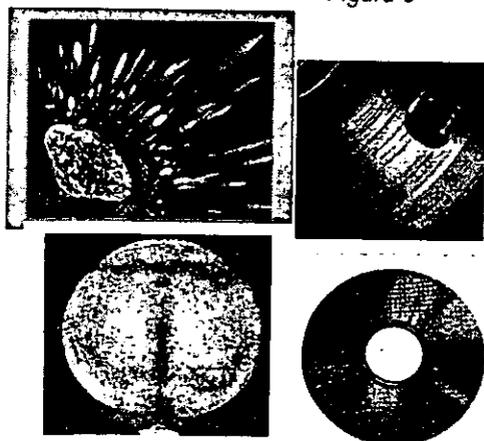


Figura 5

Las diversas teorías de la cromatografía tienen algo en común: el descubrimiento de Newton de que la luz solar es una luz blanca que contiene todos los colores del espectro (Figura 6). Newton tenía 23 años cuando realizó este experimento que demostraba que un objeto tomaba su color al absorber solo ciertos colores del espectro luminoso y reflejando otros.

Figura 6
Espectro solar



La radiación del sol es fotografiada usando un espectrofotómetro y es analizada a través del espectrofotógrafo.

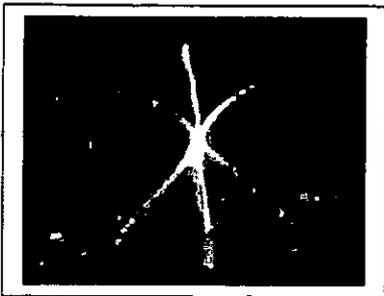
Tomas Young quien respondió a las "interrogantes" de Newton, publicadas en 1704, donde daba a entender que la retina del ojo quizá contuviera innumerables receptores de la luz, reaccionando cada uno al estímulo de determinado color. En 1801, Young desarrolló una notable hipótesis (de escasas 300 palabras) y revolucionarias ideas en las que exponía que existen sólo tres clases de receptores y cada uno reaccionaba a alguno de los tres colores principales (azul, verde y rojo) que combinados podían producir todos los demás colores, incluso el blanco. Esta teoría llamada tricolor o tricromática de Young fue corregida posteriormente (a mediados del siglo XIX) por Hermann Von Helmholtz aclarando que los tres tipos de receptores reaccionaban si a todos los colores, pero en diversos grados y que era la sensación "total" recibida por el cerebro la que determinaba los colores efectivamente vistos. *

* Autor: Luz Elena Moncayo Gómez

Resta de colores

Todos los objetos visibles emiten luz de dos maneras posibles, uno como fuentes de luz, los otros por reflejo de luz. Estos, los *que no emiten luz poseen color gracias a un proceso llamado "sustracción de color": Cuando la luz blanca incide en ellos absorben algunos colores y reflejan otros. Así, un rubí es rojo porque absorbe todos los colores de la luz del sol excepto el rojo que es el que refleja, por lo tanto, es el que observamos. Lo mismo ocurre con el pasto (figura 7).

Figura 7



Ya veíamos como sumando colores primarios por parejas obteníamos los colores secundarios; por sí mismos cada uno sustrae solo uno de los colores de la luz blanca (violeta, azul, verde, amarillo, naranja, rojo). El color que se ve es debido a que el cerebro suma los otros dos colores. Al sumar los tres colores secundarios obtendremos el color negro; El color blanco no puede obtenerse por sustracción de la luz, es por ello que las tintas y las pinturas de colores no pueden mezclarse para conseguir el blanco.

Los objetos transparentes dejan pasar la luz sin que se perciba ninguna dispersión de sus rayos. El resultado es una imagen clara de lo que se encuentra al otro lado del objeto. Los objetos transparentes son muy comunes en la naturaleza: agua pura, algunos aceites naturales y cristales de minerales (figura 8). Los son más en nuestra vida cotidiana: cristales, utensilios, plásticos, pero a parte del vacío no hay nada que sea

completamente transparente, la sustancia atravesada por la luz absorbe algo, cuanto más gruesa sea más absorberá. Justo debajo de la superficie del agua del mar parece transparente pero a los primeros 50 metros la luz roja es absorbida, en aguas muy claras el verde puede alcanzar hasta 150 metros y finalmente las luces azules y violetas pocas veces llegan a más de 200 metros.

Figura 8



Bibliografía:

1. Burnie D. (1997). *Luz*. Descubre la asombrosa historia de la luz desde los mitos solares hasta los descubrimientos ópticos. Biblioteca de Ciencia Ilustrada. Fernández Editores S.A., en colaboración con el Museo de Ciencias de Londres: México.
2. Dávalos M (Dir.); Álvarez Franco M. (Trad.). (1980). *Luz y Visión*. Colección Científica. Amsterdam: Time-Life Books B.V. Segunda edición, tercera reimpresión.
3. *Microsoft® Encarta® 98 Encyclopedia*. © 1993-1997 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

Materia d'actico

Activitat manual

Disco de Newton

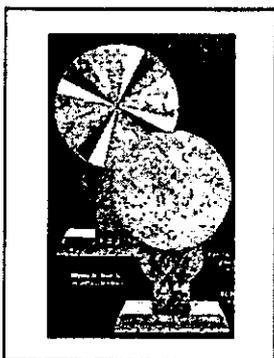


Lámina A

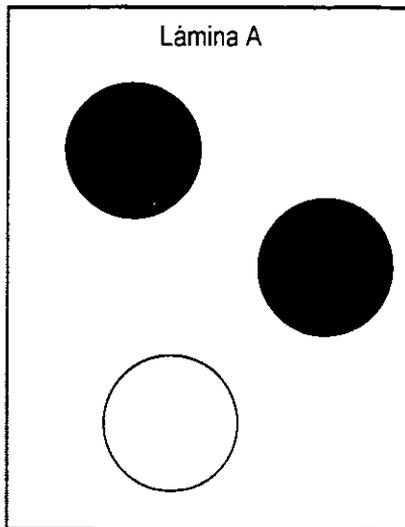
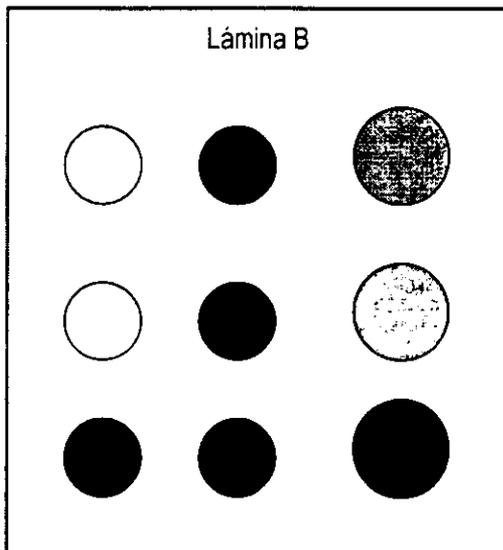
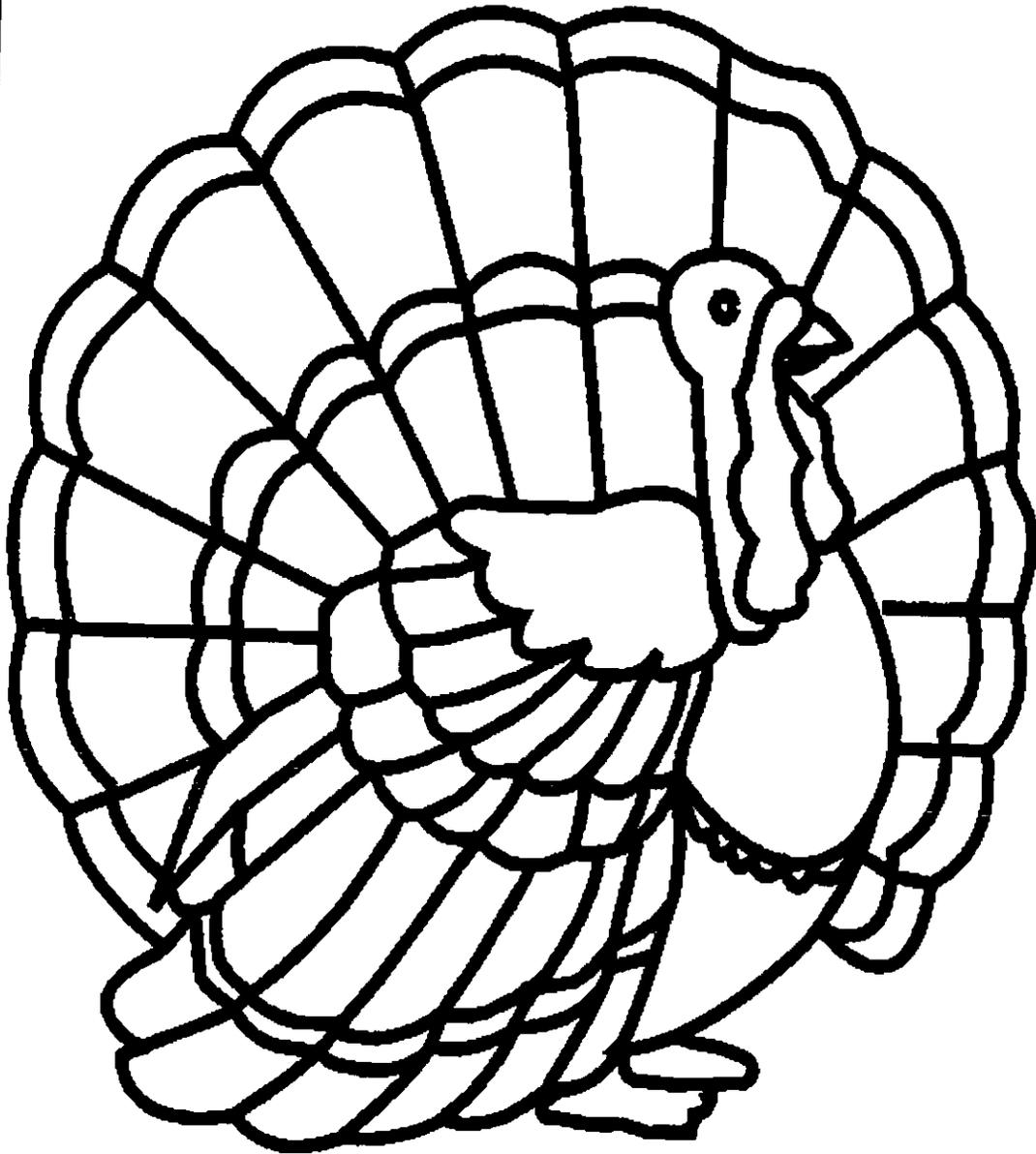


Lámina B



Colores en la Naturaleza



Subdirección de Educación No Formal



Diseño Gráfico: Laura Alicia Escalante Aguilar

Calzres en la Naturaleza

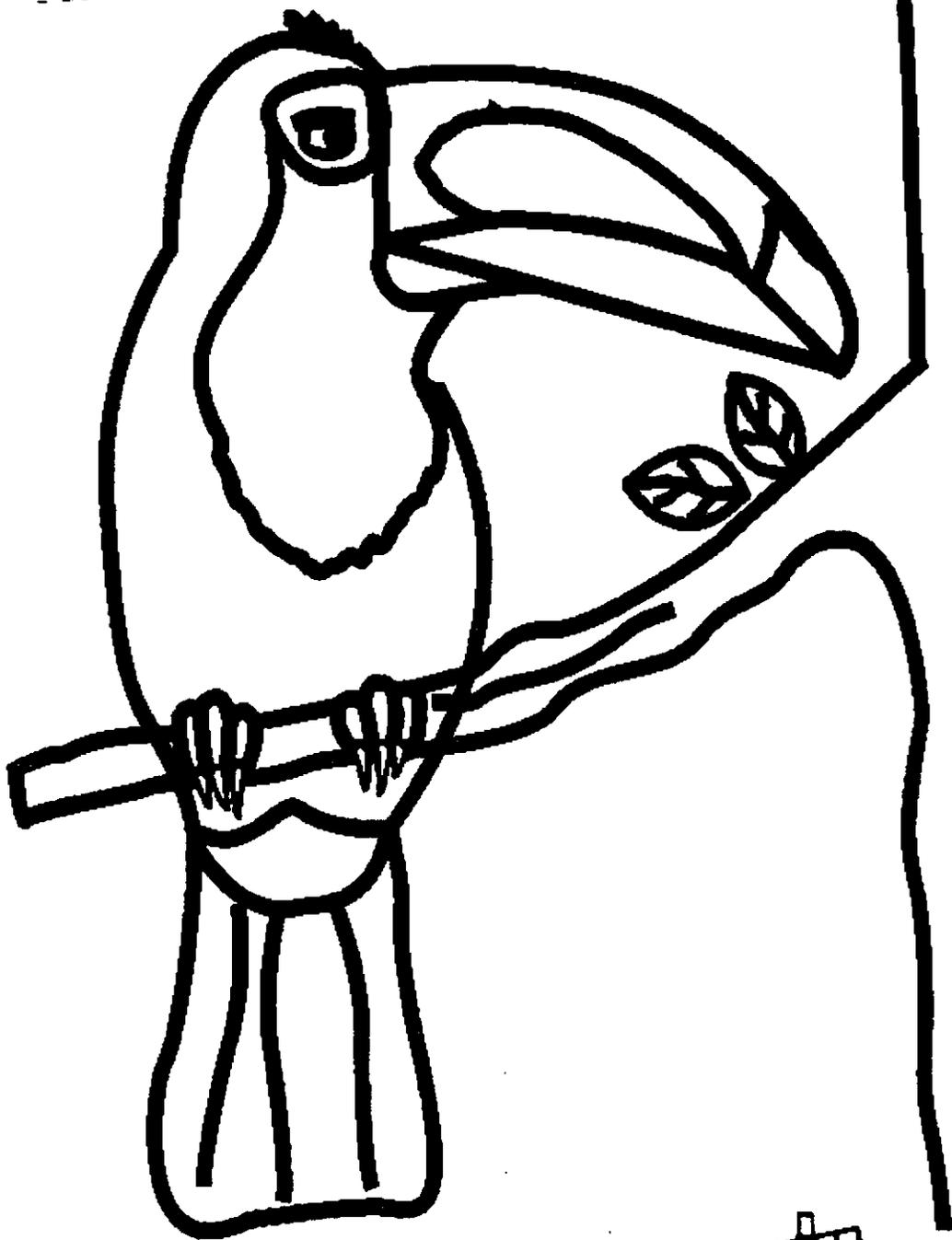


Subdirección de Educación No Formal



Diseño Gráfico: Laura Alicia Escalante Aguilar

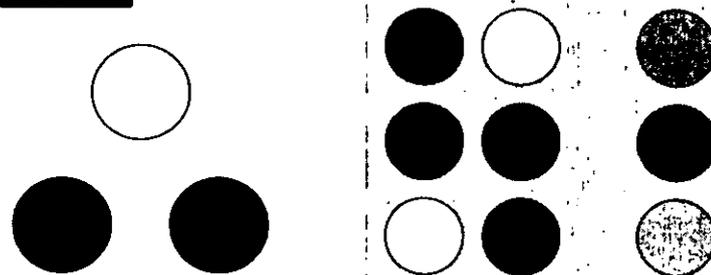
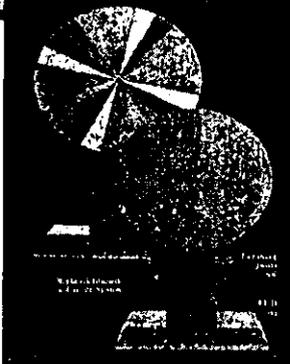
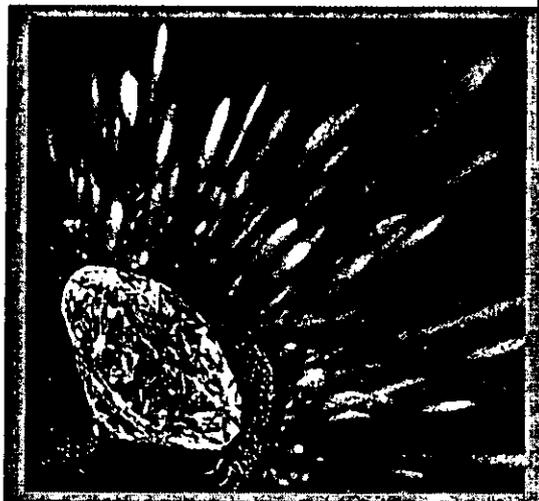
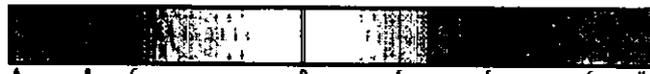
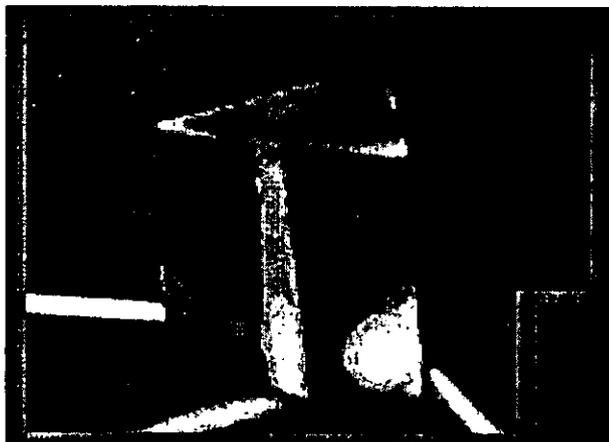
Colores en la Naturaleza



Subdirección de Educación no Formal



Diseño Gráfico: Laura Alicia Escalante Aguilar



Autor: Luz Elena Moncayo Gómez



Subdirección de Educación no Formal

GUIÓN PARA LOS ACETATOS DEL TALLER DE COLORES

FIGURA 1 - Isaac Newton

FIGURA 2 - Prisma

FIGURA 3 - Espectro solar

FIGURA 4 - Diamante (gema)

FIGURA 5 - Arcoiris

FIGURA 6 - Disco de Newton

FIGURA 7 y 8 - Colores primarios y secundarios

FIGURAS 1 Y 2

Isaac Newton

Los trabajos de **Isaac Newton (1642-1727)** han dominado el terreno de la física durante casi doscientos años. Publicó dos de los **tratados científicos** más importantes que se han escrito: **Principia (1687)** que explicaba las leyes del movimiento y la teoría de la gravitación y **Optiks (1704)** que hablaba de la luz. En 1703 fue presidente de la Royal Society un "club" científico de prestigio formado en 1662. Newton era un científico brillante e independiente, aunque un poco difícil de tratar.

La luz se divide

En 1665 la peste negra se desencadenó en el sur de Gran Bretaña. Aunque la universidad de Cambridge cerró, un joven estudiante llamado Isaac Newton continuó sus estudios allí y en su casa. Este periodo de trabajo intenso le convertiría en una de las mayores figuras de la Ciencia. Newton hizo experimentos con un prisma y vio cómo éste desviaba la luz. Observó que la luz de distintos colores se desviaba con distintos ángulos. Decidió **investigar qué ocurría cuando la luz del día pasaba por un prisma y era proyectada sobre una pantalla**. Empezó con luz procedente de un agujero circular en las contraventanas. Esto producía una imagen alargada del sol, con un borde azul en la parte superior y un borde rojo en la inferior. Cuando hizo pasar la luz a través de una pequeña hendidura en lugar de un agujero, vio una **banda multicolor** llamado **espectro**. A partir de este y otros experimentos Newton concluyó que **la luz blanca es una mezcla de muchos colores**. Su prisma **refractaba o desviaba cada color en un ángulo diferente y los hacía extenderse o "dispersarse"**, haciéndolos visibles.

Autor: Luz Elena Moncayo Gómez



Subdirección de Educación no Formal

FIGURAS 3 Y 4

Experimentos con el prisma de Newton

"En una habitación oscura, junto a un agujero circular ... hecho en una contraventana coloqué un prisma de cristal..." Así empieza uno de los capítulos del *Optiks* de Newton, un libro que describe sus experimentos con la luz y el color. Newton no se limitó a dispersar la luz blanca en su espectro, sino que la combinó después e investigó los diferentes colores que producían los prismas. En su **experimento crucial la luz blanca es dividida por un prisma y forma un espectro**. El espectro incide sobre una pantalla con una pequeña hendidura que sólo deja pasar un color. Esta luz pasa de nuevo por otro prisma, que la desvía en un cierto ángulo, pero no la divide en otros colores. Newton concluyó de esto que los colores se encuentran en la luz blanca no nos producidos por el prisma.

Gemas brillantes

Un **diamante tallado** actúa como si fuera una **colección de prismas**. Cuando pasa la luz a través del diamante los colores se **dispersan** y se **reflejan** hacia fuera. El ángulo de cada faceta o cara de la gema está especialmente calculado para que el diamante tenga ese "fuego".

FIGURA 5

Colores en el cielo

Newton habló de los **colores del arcoiris** en su libro *Optiks*. Sabía que la **refracción** tenía algo que ver y que este fenómeno debía ocurrir cuando la luz del Sol pasa a través de gotas de agua. No fue Newton el primero en sugerir esto. El filósofo francés René Descartes fue la primera persona que desveló los misterios del arco iris. Newton calculó con precisión la dispersión que sufre la luz del Sol y observó que a veces se pueden producir dos arco iris.

Autor: Luz Elena Moncayo Gómez



Sudirección de Educación No Formal

FIGURA 5

Refracción

Cuando un rayo de luz pasa de un medio transparente, como el aire, a otro como el vidrio o el agua, éste se inclina con otra dirección. Esta inclinación es llamada refracción. La cantidad de la refracción depende de la longitud de onda de la luz. Esto ocurre cuando se forma el arco iris en un día soleado. Lo que se observa es el espectro solar. El orden de los colores es violeta, azul, verde, amarillo, naranja y rojo. Es posible observar el fenómeno de refracción cuando colocamos un objeto dentro de un vaso de agua. Parecerá que cambia su forma debido a que los rayos de luz se desvían al volver del agua al aire.

El espectro

El espectro, como la serie de colores del arco iris, está compuesto, en orden, por los siguientes colores: violeta, azul, verde, amarillo, naranja y rojo. Estos colores son producidos por la separación de la luz compuesta (la luz blanca) en sus componentes de color. El arco iris es un espectro natural producido por un fenómeno meteorológico. Un efecto similar puede ser producido pasando la luz del sol a través de un prisma de vidrio. La primera correcta explicación del fenómeno fue realizada en 1666 por el matemático y físico inglés Isaac Newton.

El arco iris

El arco iris se forma cuando el sol brilla a través de gotas de agua (los rayos de luz inciden sobre las gotas de agua). Estas gotas reflejan y refractan la luz, desplegándola (dispersándola) en su espectro.

La luz se refleja

Cuando un rayo de luz choca con un espejo sale "rebotado" hacia atrás, es decir, se refleja. Esto mismo puede observarse en la superficie de un estanque. Si la superficie del agua está en calma, la luz se refleja de manera ordenada y la imagen es clara. Si el viento ondula la superficie, la luz se refleja en muchas direcciones y en lugar de una imagen clara lo que se ve es un revoltijo de luz dispersa. Se sabe que el matemático griego Euclides llegó a entender cómo se refleja la luz. Hacia el 3000 a.c. había investigado este fenómeno al igual que otros científicos griegos seguidores suyos. Pero no fue hasta después de 1100 cuando Alhazen, un científico árabe, formuló con exactitud la ley que describe lo que ocurre a un rayo de luz cuando choca con una superficie que lo devuelve hacia atrás.



Sudirección de Educación No Formal

FIGURA 5

Ampliando el fenómeno de refracción

La refracción es una inclinación que sufre un rayo de luz cuando esta pasa de un tipo de material a otro. Esto se debe a que la luz viaja a diferentes velocidades en diferentes materiales, lo que debe cambiar la velocidad en el límite (frontera) entre los dos materiales. Si un rayo de luz golpea este límite en el ángulo, entonces la luz sobre el lado del rayo que golpeó primero será forzada a disminuir la velocidad antes de que la luz golpee sobre el otro lado el nuevo material. Esto hace que el rayo se refracte en el límite (frontera). La luz rebotada en un objeto debajo del agua, por un instante, viaja primero a través del agua y entonces a través del aire podrá alcanzar el ojo del observador. De ciertos ángulos un objeto que es parcialmente sumergido aparece inclinado cuando entra al agua porque la luz debajo del agua está siendo refractada.

FIGURA 6, 7 Y 8

El disco de colores de Newton

Isaac Newton ideó un disco especial para mostrar el principio por el cual los colores se mezclan. El esquema muestra una réplica del siglo XIX, la que está pintada con seis colores diferentes repetidos cuatro veces. Si la rueda gira a más de 100 revoluciones por minuto el ojo no puede distinguir los colores individuales. El cerebro suma los seis colores y percibe uno nuevo. Marrón claro en este caso.

Mezcla de primarios

Si focos de colores primarios: rojo, azul y verde- se superponen en un área los ojos perciben una mezcla de colores que el cerebro interpreta como un solo color. En el centro los tres colores dan uno solo: el blanco (es puro sólo si los tres colores primarios están equilibrados). En la superposición de dos colores primarios aparece un tercer color llamado secundario. Hay tres colores secundarios: cian, amarillo y magenta.

Autor: Luz Elena Moncayo Gómez



Sudirección de Educación No Formal