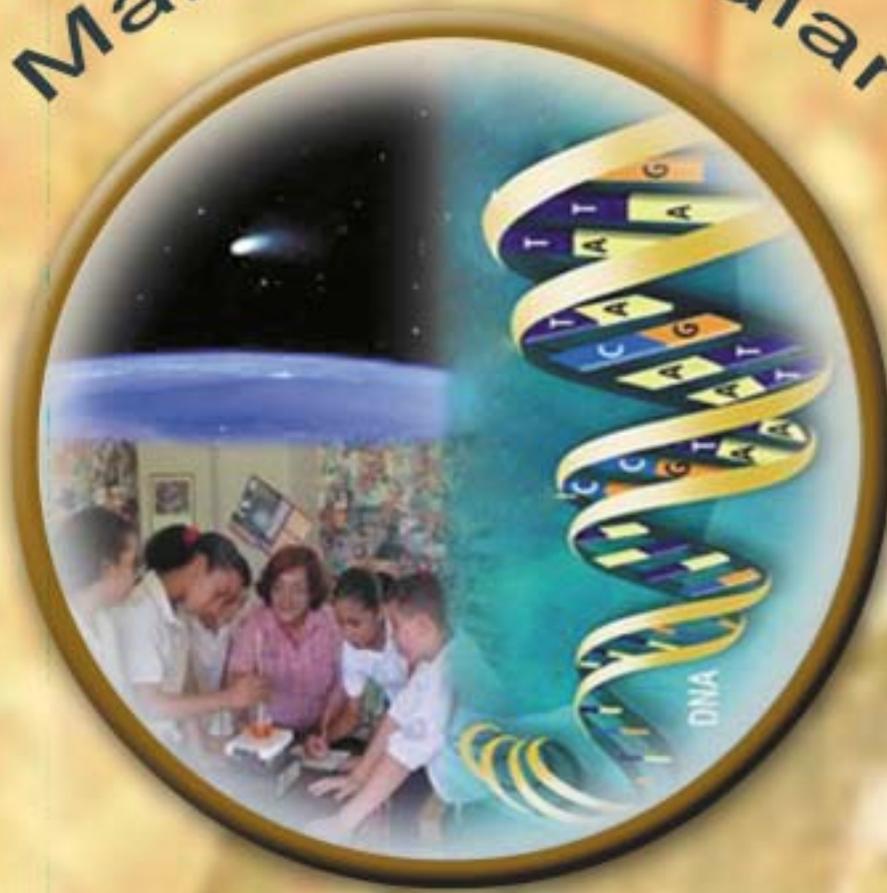




INDEC

Instituto Nacional para el Desarrollo Curricular

Marco Curricular



Programa de Ciencias



Estado Libre Asociado de Puerto Rico
Departamento de Educación



ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO
Departamento de Educación
Subsecretaría para Asuntos Académicos
Secretaría Auxiliar de Servicios Académicos

MARCO CURRICULAR DEL PROGRAMA DE CIENCIAS



Instituto Nacional para el Desarrollo Curricular
(INDEC)

2003

Derechos reservados
Conforme a la ley
Departamento de Educación

NOTIFICACIÓN DE POLÍTICA PÚBLICA

El Departamento de Educación no discrimina por razón de raza, color, género, nacimiento, origen nacional, condición social, ideas políticas o religiosas, edad o impedimento en sus actividades, servicios educativos y oportunidades de empleo.

NOTA ACLARATORIA

Para propósitos de carácter legal en relación con la Ley de Derechos Civiles de 1964, el uso de los términos maestro, director, supervisor, estudiante y cualquier otro que pueda hacer referencia a ambos géneros, incluye tanto al masculino como al femenino.

JUNTA EDITORA

Dr. César A. Rey Hernández
Secretario

Dra. Carmen A. Collazo Rivera
Secretaria Asociada Ejecutiva

Dr. Pablo S. Rivera Ortiz
Subsecretario para Asuntos Académicos

Sra. Ileana Mattei Látimer
Subsecretaria de Administración

Dra. Myrna Fúster Marrero
Directora
Instituto Nacional para el Desarrollo Curricular

Dr. José A. Altieri Rosado
Secretario Auxiliar de Servicios Académicos

Prof. María Elena Morán
Directora
Programa de Ciencias



MENSAJE

La Educación, y por consiguiente la escuela, ocupa un lugar fundamental en el mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad puertorriqueña. Para construir un país mejor necesitamos jóvenes que posean una educación sólida, producto de su formación al amparo de un sistema educativo de alta calidad. En este contexto afirmamos que, en buena medida, el Puerto Rico del futuro depende de las capacidades, los talentos y las facultades de los niños y jóvenes de hoy.

Es, principalmente, en la escuela donde los niños y los jóvenes pueden desarrollar su potencial y sus capacidades, y adquirir el conocimiento, el espíritu crítico y los valores que les permitirán construir una sociedad solidaria, profundamente democrática e integradora. En consecuencia, desde esta perspectiva, la escuela es un espacio vital en el cual se cultivan el respeto por la justicia, la tolerancia y el desarrollo de la cultura de paz a la que todos aspiramos. Esta convicción es la que nos motiva a unir esfuerzos para mejorar la calidad de la enseñanza que ofrece nuestro sistema educativo.

En el marco de este compromiso, hemos desarrollado el Proyecto de Renovación Curricular, con la certeza de que el currículo es la herramienta fundamental de la educación para lograr nuestros objetivos más preciados. Este Proyecto es el resultado de un proceso de reflexión, análisis y discusión de más de dos años de duración, en el que participaron maestros de nuestro sistema e importantes personalidades de la comunidad académica del País. Es pertinente señalar, además, que en una de las etapas de revisión de los documentos que aquí te presentamos, participaron padres y estudiantes de nuestras escuelas. Sus nombres y escenarios de trabajo quedan consignados en estas páginas, en reconocimiento a su valiosa aportación.

El documento **Proyecto de Renovación Curricular: Fundamentos Teóricos y Metodológicos** contiene los principios filosóficos y psicológicos sobre la naturaleza de la educación y los diferentes aspectos del proceso educativo formal, así como los principios filosóficos, científicos y valorativos en los que se fundamenta la elaboración del currículo para la escuela puertorriqueña. En el contexto de estos principios, los diferentes programas académicos han elaborado su **Marco Curricular**. Este documento contiene la misión y las metas, así como el currículo básico de cada programa. Esperamos que la comunidad educativa, en especial los maestros de nuestro sistema, encuentren en este trabajo las orientaciones que les permitan organizar e innovar su práctica educativa.

Revisar y renovar el currículo de la escuela puertorriqueña es un verdadero reto. Lo asumimos con plena conciencia y responsabilidad de que ese reto extiende sus raíces hasta la misma médula de nuestro devenir como pueblo. Ante las nuevas generaciones, queremos responder valiente y profundamente.

No obstante, sin la participación de las familias, las instituciones comunitarias, religiosas, sociales y políticas sería imposible realizar integralmente esta tarea. La responsabilidad, en última instancia, es de todos. Podremos alcanzar el éxito en la medida en que unamos nuestras voluntades para que germine en nuestros corazones la firme convicción de que "Educación somos todos".

César A. Rey Hernández, Ph. D.
Secretario
octubre 2003

COLABORADORES

El primer comité de trabajo se constituyó con maestros de todos los niveles del sistema público y profesores del nivel universitario. Estaba compuesto por los siguientes miembros que aparecen en orden alfabético:

Héctor Joel Álvarez

Departamento de Programas y Enseñanza
Facultad de Educación
Universidad de Puerto Rico, Río Piedras

Acenet Bernacet

Asesora
Departamento de Educación

Carmen M. Estronza

Maestra del Nivel Secundario
Escuela Julio Víctor Guzmán, San Germán

Frances Figarella

Coordinadora de Diseminación PRSSI
Universidad de Puerto Rico, Río Piedras

Nereida Montalvo

Técnico de Currículo
Departamento de Educación

Luz M. Pagán

Coordinadora del Instituto
Universidad de Puerto Rico, Río Piedras

Myrna Robles

Maestra de Nivel Secundario
Escuela Luis Palés Matos

Luisa Rodríguez de Barreto

Maestra de Nivel Secundario
Escuela Francisco Oller

María Sanabia

Coordinadora de Ciencias PRSSI
Escuela Sotero Figueroa, Río Piedras

Betty Vega

Maestra de Nivel Elemental
Coordinadora PRSSI

Teresa Vega

Especialista de Currículo
Departamento de Educación

Iris Vélez

Coordinadora de School To Work
Profesora de Física
Colegio Tecnológico de San Juan

COLABORADORES

El segundo comité de trabajo se constituyó con maestros de todos los niveles del sistema público. Estaba compuesto por los siguientes miembros que aparecen en orden alfabético:

David Bahamundi

Nivel Superior, Física
Escuela Petra Mercado, Humacao

Bellanira Borrero

Nivel Intermedio, Física
Escuela Generoso Morales, San Lorenzo

Awilda Font

Nivel Intermedio, Biología
Escuela Agustín Cabrera, Carolina

Luz Hernández

Nivel Elemental
Escuela Llanos del Sur, Ponce

Myrna López

Nivel Superior, Biología
Escuela Benito Cerezo, Aguadilla

Luz M. Martínez

Nivel Elemental
Escuela José de Diego, Las Piedras

Marta Molina

Nivel Superior, Biología
Escuela Luis Muñoz Marín, Barranquitas

Daritzia Nieves

Nivel Elemental
Escuela Celso González Vaillant, Loíza

María de los A. Ortiz

Nivel Superior, Química
Escuela Áurea Quiles, Guánica

Nayda Soto

Nivel Superior, Física
Escuela Francisco Mendoza, Isabela

Elizabeth Pabón

Nivel Elemental
Escuela Manuel Agosto Lebrón, Canóvanas

Carmen Reyes

Nivel Intermedio, Ciencias Terrestres
Escuela Rafael Pont Flores, Aibonito

Margaret Ríos

Nivel Elemental
Escuela Fermín Delgado, Naguabo

Yolanda Ramos

Nivel Superior, Física
Escuela Juan Suárez Pelegrina, Aguadilla

Enid Rodríguez

Nivel Superior, Química
Escuela Pedro Albizu Campos, Toa Baja

Daisy Sánchez

Nivel Intermedio, Ciencias Físicas
Escuela Ramón Rodríguez, Hormigueros

Claribel Torres

Nivel Superior, Biología
Escuela Luis Muñoz Marín, Yabucoa

Zulma Torres

Nivel Superior, Química
Escuela Catalina Morales de Flores, Moca

Gladys Valentín

Nivel Intermedio, Biología
Escuela Luis Muñoz Marín, Arecibo

COLABORADORES

CONVERSATORIO EN TORNO AL PROYECTO CURRICULAR

17 de enero de 2003

Universidad del Este

Elizabeth Pabón

Nivel Elemental

Escuela Manuel Agosto, Canóvanas
Región Educativa, Fajardo

Edia Rivera

Nivel Elemental

Escuela Francisco Matías Lugo, Carolina II
Región Educativa, San Juan

Linda Clark

Nivel Elemental

Escuela Elemental UPR, San Juan III
Región Educativa, San Juan

Bellanira Borrero

Nivel Intermedio

Escuela Generoso Morales, San Lorenzo
Región Educativa, Humacao

Daisy Sánchez

Nivel Intermedio

Escuela Ramón Rodríguez Díaz, Hormigueros
Región Educativa, Mayagüez

Carmen M. Estronza

Nivel Intermedio

Escuela Julio Víctor Guzmán, San Germán
Región Educativa, San Germán

Enid Rodríguez

Nivel Superior

Escuela Pedro Albizu Campos, Toa Baja
Región Educativa, Bayamón

Clara Abad

Nivel Superior

Escuela Pablo Colón Verdecía, Barranquitas
Región Educativa, Morovis

Javier González

Nivel Superior

Escuela Francisco Zayas, Villalba
Región Educativa, Ponce

Egda Morales

Nivel Superior

Escuela Gabriela Mistral, San Juan II
Región Educativa, San Juan

COLABORADORES

PROFESORES UNIVERSITARIOS INVITADOS

Dr. William Arias

Universidad Interamericana de Puerto Rico
Recinto Metropolitano

Dra. Álida Ortiz

Profesora Retirada
Universidad de Puerto Rico
Recinto de Humacao

Dra. Mildred Huertas

Sistema Universitario Ana G. Méndez
Universidad del Este

Dra. Agnes Dubey

Universidad Interamericana de Puerto Rico
Recinto Metropolitano

COLABORADORES

LISTA DE MAESTROS PARTICIPANTES EN EL CONVERSATORIO PARA INICIAR EL PROCESO DE EVALUACIÓN DEL MARCO CURRICULAR

3 de Septiembre de 2003

Escuela Josefa Vélez Bauzá, Distrito Escolar de Peñuelas

Lisette Ortiz

Nivel Elemental
Escuela Imbery, Barceloneta
Región Educativa, Arecibo

Ana Rosa Rosado

Nivel Elemental
Escuela Juanita Ramírez, Florida
Región Educativa, Arecibo

Bethzaida Colón

Nivel Elemental
Escuela Josefa Rivera, Manatí
Región Educativa, Arecibo

Nilka Lamberti

Nivel Elemental
Escuela Ana Pagán, Hormigueros
Región Educativa, Mayagüez

Mariluz Morales

Nivel Elemental
Escuela Franklin D. Roosevelt, Mayagüez
Región Educativa, Mayagüez

Ana Velázquez

Nivel Elemental
Escuela Franklin D. Roosevelt, Mayagüez
Región Educativa, Mayagüez

Marisol Cruz

Nivel Elemental
Escuela Concordia, Mayagüez
Región Educativa, Mayagüez

Brenda Torruella

Nivel Elemental
Escuela Pedro Albizu Campos, Juana Díaz
Región Educativa, Ponce

Luz Hernández

Nivel Elemental
Escuela Llanos del Sur, Ponce I
Región Educativa, Ponce

Marta A. Almodóvar

Nivel Elemental
Escuela Eugenio María de Hostos, Ponce II
Región Educativa, Ponce

Albert Pérez

Nivel Elemental
Escuela Martín G. Brumbaugh, Santa Isabel
Región Educativa, Ponce

Victoria Alemán

Nivel Intermedio
Escuela Mariano Feliú Balseiro, Bayamón
Región Educativa, Bayamón

Normitza Sepúlveda

Nivel Intermedio
Escuela Andrés Soto, Yabucoa
Región Educativa, Humacao

Cruz M. Lugo

Nivel Intermedio
Escuela Juan Serrallés, Ponce
Región Educativa, Ponce

Magali Estronza

Nivel Intermedio
Escuela Julio V. Guzmán, San Germán
Región Educativa, San Germán

Carmen Rivera

Nivel Intermedio
Escuela Manuel Elsaburo, San Juan I
Región Educativa, San Juan

COLABORADORES

Elliot López

Nivel Superior

Escuela Juan Ponce de León, Florida
Región Educativa, Arecibo

Sandra Madera

Nivel Superior

Escuela Francisco García, Guayama
Región Educativa, Caguas

Cielo Mártir

Nivel Superior

Escuela Pedro Perea Fajardo, Mayagüez
Región Educativa, Mayagüez

Zulma Torres

Nivel Superior

Escuela Catalina Morales, Moca
Región Educativa, Mayagüez

María de los A. Ortiz

Nivel Superior

Escuela Áurea Quiles, Guánica
Región Educativa, San Germán



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Qué y para qué el Marco Curricular	1
Propósitos del Marco Curricular	1
Alcance y uso del Marco Curricular	3
MISIÓN Y METAS DEL PROGRAMA DE CIENCIAS	5
Valores y Necesidades Educativas de los Estudiantes y la Sociedad Puertorriqueña y su Relación con el Estudio de las Ciencias Naturales	5
Misión del Programa de Ciencias con Relación a los Valores y Necesidades de los Estudiantes.....	9
Metas a Alcanzar para Cumplir con la Misión y Satisfacer los Valores y las Necesidades	10
LA EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA	12
La Perspectiva Interdisciplinaria de las Ciencias de la Naturaleza y su Relación con el Programa de Ciencias	12
La Construcción del Conocimiento desde la Perspectiva de las Disciplinas en el Programa de Ciencias	15
Estructura Conceptual, Procesos y Actitudes de las Disciplinas y su Importancia para el Logro de las Metas del Programa de Ciencias	17
Concepto y Enfoque de la Asignatura	18
CONTENIDOS DEL PROGRAMA DE CIENCIAS	20
Objetivos Generales de Aprendizaje.....	20
Objetos (Fuentes) para el Estudio del Contenido	21
Estándares de Contenido de la Asignatura	23
La Integración Curricular	23
LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	24
Principios de Aprendizaje y Desarrollo Derivados de la Investigación.....	24
Principios de Enseñanza Pertinentes Derivados de la Investigación Educativa y la de Práctica Docente	27
Estrategias y Metodología de Enseñanza Cónsonas con los Principios Establecidos Anteriormente	30
Integración de la Tecnología en la Enseñanza de Ciencias.....	41
El Rol del Docente y del Educando en la Pedagogía Cognoscitiva	43
EL PROCESO DE “ASSESSMENT” EN EL PROGRAMA DE CIENCIAS NATURALES	45
Los Propósitos del “Assessment”	45
Principios del “Assessment”	46

El “Assessment” en Ciencias	47
Principios Éticos que Rigen el “Assessment”	51
Técnicas de “Assessment” que se Recomiendan en Ciencias	51
REFERENCIAS	54
APÉNDICE A EL DESARROLLO HISTÓRICO DE LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS EN PUERTO RICO	62
APÉNDICE B LOS PROCESOS DE LA CIENCIA	67
APÉNDICE C SINOPSIS DE LOS ESTÁNDARES DE CONTENIDO	84
APÉNDICE D CONCEPTOS ESENCIALES EN CADA NIVEL	100
APÉNDICE E MODELO DE ESTRUCTURA DE UNA UNIDAD INTEGRADA EN CIENCIAS	106
HOJA DE EVALUACIÓN DEL DOCUMENTO	108



INTRODUCCIÓN

... Qué y para qué el Marco Curricular

El Marco Curricular es el documento que recoge los principios filosóficos, fundamentos, enfoques y currículo básico de cada programa de estudio, desde kindergarten a duodécimo grado. Presenta una visión integrada del currículo del programa, que incluye: la visión y la misión, las metas, el área de estudio por niveles, la organización, amplitud y secuencia del contenido, así como recomendaciones generales sobre estrategias y métodos de enseñanza y los criterios de evaluación. Esboza, en términos generales, el currículo de cada nivel, enmarcado en los fundamentos teóricos que lo sostienen.

El currículo, visto desde esta perspectiva, consta de tres dimensiones: a) el contenido (conceptos y destrezas y actitudes) para ser desarrollado, que está incluido en gran medida en los materiales utilizados; b) la metodología de enseñanza (estrategias, métodos y técnicas), enmarcada en las teorías modernas de aprendizaje que establecen al estudiante como el centro y constructor de su conocimiento; c) el proceso de “assessment”, enmarcado en las teorías cognoscitiva, humanista y sociológica del aprendizaje, así como en los hallazgos recientes de las neurociencias.

... Propósitos del Marco Curricular

El Marco Curricular tiene cuatro propósitos fundamentales. Éstos son:

1. **Establecer la misión, metas, enfoques, objetivos, contenidos y estrategias de enseñanza y de aprendizaje de los programas de estudio.**

Todos los programas de estudio del Departamento de Educación se fundamentan en su misión y en las metas que procuran alcanzar a través del estudio de sus asignaturas. La misión y las metas de cada programa se fundamentan en los valores y necesidades educativas del estudiante, enmarcadas, a su vez, en las necesidades de la sociedad puertorriqueña. Estas metas se operacionalizan en el salón de clases a través del currículo de cada programa: los contenidos específicos (por nivel) que se expresan a través de los objetivos establecidos por el programa. La selección y la organización del contenido responden a enfoques y concepciones asumidos por el programa, y se reflejan en los métodos de enseñanza y en los modos de evaluar el aprendizaje.

2. Guiar la elaboración del currículo en sus diversos niveles de concreción.

El currículo de los diferentes programas de estudio se estructura en diferentes niveles de concreción: desde lo más general, lo que se estima como esencial de cada disciplina para todos los estudiantes, hasta su nivel más específico, como lo es el diseño instruccional. Este último es el que hace el maestro, quien en última instancia determina día a día lo que se enseña en el salón de clases. En este sentido, el Marco Curricular es el documento que sirve de base y marco de referencia para la elaboración del currículo en los diferentes niveles de concreción.

3. Guiar el desarrollo de investigaciones y la evaluación de la efectividad del currículo y del aprovechamiento académico.

El currículo escolar tiene como función primordial lograr que los estudiantes aprendan. El aprendizaje del estudiante ocurre en tres dimensiones del desarrollo humano, a saber: conocimiento, destrezas y valores y actitudes. Estas áreas del desarrollo del conocimiento constituyen el aprovechamiento académico del estudiante. Por esta razón, podemos medir la efectividad del currículo midiendo el aprovechamiento académico. Además, los procesos de aprendizaje y de enseñanza, en todas sus dimensiones, pueden ser objeto de investigación sistemática. En ambas instancias, este Marco Curricular ofrece los criterios fundamentales relacionados al marco teórico y filosófico en los cuales se debe basar la investigación de los procesos educativos.

4. Orientar los procesos de preparación de maestros y desarrollo de facultad en servicio para la asignatura.

El desarrollo de una educación de excelencia en el país depende, tanto de los maestros que están en servicio como de los futuros maestros que se están formando en las universidades, en los diferentes programas de preparación de maestros. Es importante que estos programas estén, de alguna manera, en armonía con el perfil del profesional que requiere el Departamento de Educación en términos de contenido, destrezas de enseñanza y, además, valores y actitudes propios de la profesión. Es importante, a su vez, que el maestro que se reclute sea capaz de transferir al salón de clases las teorías modernas relacionadas con los procesos de enseñanza y de aprendizaje. El Marco Curricular provee las guías necesarias para que los programas de preparación de maestros preparen a los profesionales que se necesitan en las diferentes disciplinas de nuestro programa curricular.

... Alcance y uso del Marco Curricular

El Marco Curricular no es una guía curricular, tampoco es un currículum como tal. Es un documento que da los parámetros de referencia a los que tienen diferentes responsabilidades en las diversas fases del desarrollo curricular: los técnicos de currículum en la gestión de diseño, adaptación y evaluación curricular; los evaluadores en su función de determinación de pertinencia y eficacia, y los maestros, quienes hacen el trabajo fundamental en la implantación en el salón de clases. El trabajo que en estas diferentes fases se desarrolla procura, a su vez, alinear el currículum con los estándares de contenido y con los cambios e innovaciones educativas que desarrolla el Departamento de Educación. Además, va dirigido a que el maestro lo utilice al máximo en su diseño instruccional, pero sin procurar que el mismo sea prescriptivo; esto es, que ofrezca margen al trabajo creativo, original e innovador que el maestro pueda generar.

El Marco Curricular operacionaliza la implantación de un currículum basado en los Estándares de Excelencia de las materias. Provee al maestro criterios fundamentales para que se convierta en un diseñador instruccional que haga relevante el currículum en el proceso de enseñanza diario y en su contexto, pero sin abandonar el delineamiento general de las metas de la educación del país. De este modo, permitirá al maestro seleccionar, evaluar y/o diseñar su propio currículum (diseño instruccional) contextualizando el proceso de enseñanza a la realidad de aprendizaje de sus estudiantes. Esto es posible ya que el documento le provee los conceptos medulares de las disciplinas, las estrategias de enseñanza y las estrategias de “assessment” que podrá utilizar a fin de alcanzar los estándares establecidos por el Departamento de Educación para cada disciplina. Los técnicos de currículum tienen en este documento el marco teórico que debe dirigir y servir de referencia para la toma de decisiones en la elaboración del currículum. Es también muy importante para el cuerpo directivo del Departamento de Educación en sus respectivas funciones y para la comunidad en general, para evaluar las prácticas educativas implantadas en las escuelas públicas del país.

Este documento es de gran importancia para los profesores universitarios que están involucrados en los programas de preparación de maestros, ya que establece la política pública referente a las metas que procura alcanzar la educación puertorriqueña y al currículum que se requiere para lograr las mismas. Además, este documento establece de un modo claro el perfil del maestro que necesita el sistema educativo puertorriqueño. De este modo, sugiere, sin dictar pautas a las instituciones universitarias, las destrezas de enseñanza, las actitudes y, de un modo general, los contenidos que se requieren para cumplir con las metas del Departamento de Educación en sus respectivas áreas de estudio.

En fin, el Marco Curricular provee una visión clara de las metas y del marco teórico en el cual el Departamento de Educación fundamenta cada uno de sus programas. En este

sentido, contesta preguntas que, en gran medida, justifican la existencia de cada programa de estudio en el currículo escolar: ¿para qué se enseña y se aprende la disciplina?; ¿qué se enseña de esa disciplina?; ¿cómo se enseña y se aprende la disciplina? Se espera que los especialistas de currículo, los maestros, así como cualquier otro personal docente y administrativo del sistema, encuentren en este documento las bases que orientan su trabajo en las diferentes fases del quehacer curricular de un modo eficiente y a tono con los principios educativos que rigen el Departamento de Educación.



MISIÓN Y METAS DEL PROGRAMA DE CIENCIAS

Valores y Necesidades Educativas de los Estudiantes y la Sociedad Puertorriqueña y su Relación con el Estudio de las Ciencias ... Naturales

Los sistemas educativos del mundo occidental tienen un currículo que está basado en áreas académicas que se presentan como un programa de estudio que debe ser completado en un período de tiempo dado. Puerto Rico no es una excepción y nuestro currículo consta de una serie de materias que se diseñan como un currículo que es desarrollado durante trece años de estudio, dividido en tres niveles (elemental, intermedio y superior). Los proponentes de cualquier programa de estudios, deben preguntarse desde nuestra perspectiva dos preguntas importantísimas: a) ¿Qué aporta este programa al desarrollo del estudiante como individuo (sus necesidades) y en relación con las necesidades de la sociedad actual y futura? b) ¿Qué debe contener y a qué se le debe dar énfasis en el programa de estudio para satisfacer las necesidades del educando como individuo y como miembro de la sociedad?

Actualmente la sociedad puertorriqueña, al igual que otras sociedades del mundo, está pasando por un proceso de cambio dramático, debido a la transformación global de la economía, las relaciones de trabajo entre los miembros de la sociedad y los adelantos tecnológicos acelerados. Los sistemas educativos del mundo tienen que tener como misión primordial desarrollar a un individuo que sea capaz de insertarse productivamente en la sociedad. La relación entre el progreso tecnológico y la intervención humana se hace cada vez más patente, así como la necesidad de formar individuos con las destrezas en las tecnologías emergentes que sean capaces de manejar los aspectos económicos de un modo innovador (UNESCO, 1996), pero al mismo tiempo que sean capaces de sentirse realizados como seres humanos. La carrera económica y tecnológica de la humanidad ha tenido un efecto deshumanizante de acuerdo a muchos autores (UNESCO, 1996). Es difícil imaginar cómo será la sociedad y el mundo económico que estará viviendo un estudiante que comience en este año a cursar el primer grado. Más difícil aún es especular qué destrezas y conocimientos se necesitarán para ese entonces. Sin embargo, es sumamente importante que pensemos en ese escenario y planifiquemos una educación que satisfaga las necesidades de nuestros estudiantes en el tiempo presente y que los prepare para enfrentarse al mundo del futuro. Esta agenda educativa parte de dos principios fundamentales: el educando tiene que ser educado proveyéndole los conocimientos y destrezas relacionados con el área del saber específica; además, se deben proveer las herramientas para que los estudiantes sean mejores seres humanos, capaces de vivir utilizando los principios de paz, de justicia y de dignidad humana.

En el Programa de Ciencias, se han identificado cinco necesidades esenciales de nuestros estudiantes y de la sociedad que hacen pertinente el estudio de las ciencias naturales y que validan la presencia de este Programa de estudios en la escuela puertorriqueña. A continuación se detallan las mismas proveyendo la justificación para cada una de ellas.

1. La conservación del ambiente y nuestros recursos naturales.

El desarrollo urbano promueve un desparramiento desmedido de construcciones para viviendas, centros comerciales y redes viales, que está destruyendo los ecosistemas —principalmente los de bosques— y las cuencas hidrográficas de nuestro país a un ritmo acelerado. Una gran cantidad de especies, tanto de plantas como de animales están desapareciendo en el mundo entero por los efectos de la destrucción de su hábitat. En Puerto Rico, por ser una isla, este efecto es mayor. Actualmente tenemos una gran cantidad de especies de plantas y animales en peligro de extinción (Miner, E. 1999, Departamento de Recursos Naturales) y la destrucción del ambiente continúa. El efecto en las cuencas hidrográficas lo sentimos cada vez que tenemos un período de sequía. Los ríos no cargan ya el mismo volumen de agua debido en parte a un nivel alto de evaporación y a la gran sedimentación como consecuencia de la deforestación masiva que se ha producido en sus cuencas. La destrucción continua del ambiente atenta contra la vida de otros seres vivientes y aun de nuestra propia vida. Es necesario concienciar a los estudiantes sobre estos aspectos de modo que sean portavoces y actores de acciones requeridas para proteger el ambiente.

2. El desarrollo de la tecnología actual requiere un ciudadano que posea un conocimiento tecnológico que lo capacite para ser responsable consigo mismo y eficaz en el mundo del trabajo.

Los cambios acelerados en los adelantos científicos y tecnológicos, y su relación con la economía de los países, han cambiado aspectos esenciales de nuestra sociedad. La relación de producción, así como los productos mismos en la red de producción, han cambiado mucho en los últimos 20 años (UNESCO, 1996). La línea de producción típica, en donde los trabajadores hacían una operación automática, ya prácticamente no existe. Actualmente se requiere que los obreros, debido al incremento de la complejidad y sofisticación de los equipos y a la reestructuración de las compañías cuyo énfasis se centra en la calidad, tomen iniciativas, piensen críticamente y solucionen problemas (Reigeluth, C.M. 1999). La tecnología ha entrado en nuestras vidas de un modo sin precedentes históricos. La tecnología de computadoras está en todos los aparatos e instrumentos de diversión, transportación y de trabajo. Las transacciones económicas en el ámbito

mundial dependen de la tecnología de la computadora. La salud y todos los servicios de asistencia social están montados y desarrollados a través de esta tecnología. Se espera que las personas educadas no sólo entiendan la tecnología actual, sino que sean capaces de aprender nuevas tecnologías rápidamente. A las futuras generaciones se les exigirá la habilidad de utilizar la tecnología de información del mismo modo que se ha exigido en nuestra generación saber leer y escribir (Walker, D., 1999). Es nuestra responsabilidad desarrollar en los estudiantes el conocimiento necesario para que entiendan la tecnología y puedan utilizarla adecuadamente, tanto en su uso individual, como colectivo.

3. El desarrollo de la ciencia y los adelantos científicos han tenido un gran impacto en muchas áreas de nuestras vidas, lo cual requiere que los estudiantes conozcan los conceptos y las destrezas de las ciencias, esto es, tengan cultura científica.

El rol de las ciencias aumenta cada día más en nuestra sociedad, pero no así el conocimiento científico de la ciudadanía en general (Nelson, G., 1999). El genoma humano, los alimentos transgénicos, la clonación de animales y humanos, los adelantos tecnológicos en la medicina, la contaminación ambiental, los mecanismos alternos de obtención de energía, el desarrollo de armamentos, la exploración espacial, entre otros, son sólo algunos aspectos que están relacionados con la salud, la religión, la ética, la economía y la política. Los estudiantes que están en la escuela superior actualmente ya tienen que tomar decisiones sobre diferentes aspectos que están relacionados con éstos y otros temas. Un estudiante que esté cursando actualmente su tercer grado tendrá derecho a votar dentro de diez años y no tenemos idea de cuán relacionados estén los temas planteados (y otros) con su vida cotidiana. La abstinencia de alcohol, de drogas ilícitas, de activarse sexualmente a edades tempranas, son, entre otras, decisiones que requieren la utilización adecuada de información científica. La decisión de ingerir o no productos transgénicos en la dieta, entender el uso de las huellas genéticas en casos judiciales, utilizar vacunas químicas en los alimentos, opinar sobre lo ético y lo moral en la concepción de los “bebés de probeta” y la clonación humana, de la quema de desperdicios sólidos para producir energía, y de la guerra bioquímica, son sólo algunas de las cuestiones a las que tienen que enfrentarse los ciudadanos actualmente y que requieren una amplia cultura científica. La toma adecuada de decisiones está relacionada con la validez del análisis que se haga y éste a su vez está ligado al conocimiento que se tenga sobre los asuntos a ser tratados. Para lograr que los estudiantes desarrollen una cultura científica es necesario que los estudiantes entiendan y apliquen los conceptos básicos de las ciencias. Por lo tanto, hay que darles la oportunidad de que utilicen los mismos en situaciones reales de la vida diaria, en las cuales ellos vean que es necesario y es ventajoso entender los

conceptos científicos para resolver la situación (Cobern, W. W., Gibson, A. T., & Underwood, S. A., 1995). El desarrollo de una cultura científica es en realidad educar para la vida (Cobern, W. W., Gibson, A. D., Underwood, S. A., 1995).

4. Una gran cantidad de asuntos relacionados a nuestra vida diaria requiere que los miembros de la sociedad posean el hábito de pensar científicamente.

Actualmente han proliferado las dietas para rebajar instantáneamente, las medicinas naturales que curan todos los males, la numerología, la astrología y por supuesto la pseudociencia. Este fenómeno ocurre a través de una propaganda masiva, a través de los medios de comunicación, en donde se alegan y se plantean resultados basados en supuestos datos de investigaciones. Algunas alegaciones inclusive hablan de datos científicos. La enseñanza de ciencias debe incluir de un modo sistemático el modo de pensar y razonar científicamente, partiendo de los datos y de la naturaleza empírica de la ciencia. En las ciencias naturales, la toma de decisiones se fundamenta en el análisis de los datos, siguiendo un proceso de validar los mismos y utilizándolos como la base para llegar a las conclusiones. Éste es el verdadero proceso de inquirir (Snell, V., Baurmgartner, L., Seaver, D., 2002). El hábito de pensar científicamente se nutre de los procesos de análisis y evaluación de los datos, y de la validez de las conclusiones como una derivación lógica de la relación entre los datos, los supuestos y las conclusiones. El desarrollo del pensar científicamente capacita al estudiante para lidiar con los planteamientos que alegan estar basados en las ciencias cuando en realidad no lo están. **Es evidente que el currículo de ciencias tiene ingerencia y pertinencia proveyendo algunas herramientas que capaciten a los estudiantes y a la sociedad en general para el análisis crítico de estos asuntos y la toma de decisiones de un modo racional.**

5. El quehacer científico debe promover respeto por la naturaleza y la vida, propiciando un ambiente de paz.

Como se planteó anteriormente, el conocimiento científico y tecnológico está prácticamente en todas las facetas de nuestra vida. La obtención del conocimiento científico es una empresa humana que no está exenta de los prejuicios y valores de los que la llevan a cabo. El desarrollo de la ciencia y la tecnología resulta en conocimiento que se puede utilizar con poder destructor tanto para la naturaleza como para el propio ser humano. En una sociedad, tanto el grupo que produce ciencia y tecnología como los políticos y la sociedad civil que permiten y promueven la utilización de éstas son responsables de los efectos positivos o negativos que se puedan alcanzar. La decisión de cómo utilizar un conocimiento determinado se basa en la libertad de escoger un curso de acción particular, y esta selección está basada en el sistema de valores éticos y morales, derivados de la cultura en la cuál

se está (Karmondy, E. J., 1990). Por ejemplo, actualmente, el uso de agentes bioquímicos para ser utilizados en una guerra, el desarrollo de pesticidas para ser utilizados masivamente para aumentar la producción agrícola, el discrimen contra personas que posean defectos genéticos para obtener seguros de salud, la utilización de células germinales obtenidas de fetos humanos para desarrollar tejidos u órganos que puedan ser implantados luego en personas con necesidad de éstos, son asuntos que tienen una dimensión ética y valorativa que no se debe obviar en un programa de estudios adecuado. El desarrollo de los aspectos éticos y valorativos de la utilización del conocimiento que se obtenga del quehacer científico son necesarios en nuestra sociedad para que se propicie realmente una educación para la paz.

• • • Misión del Programa de Ciencias con Relación a los Valores y Necesidades de los Estudiantes

Para el desarrollo del ser humano que se aspira, el currículo de ciencias debe proveer una educación de calidad que sea accesible para todos los estudiantes. Para atender efectivamente las necesidades de nuestros estudiantes, enmarcadas en nuestra sociedad, es necesario reformular el paradigma de la educación en ciencias. De un enfoque tradicional de mera transmisión de datos, con énfasis en la acumulación de información basada en la memorización, se debe pasar a un paradigma basado en la construcción del conocimiento, el pensamiento crítico y la solución de problemas. Se hace énfasis en el desarrollo de las destrezas de interpretación y análisis para la utilización adecuada del conocimiento, tomando en cuenta los valores éticos enmarcados en nuestra cultura.

Por esto el Programa de Ciencias tiene como misión fundamental contribuir a la formación de un ser humano que posea una cultura científica y un conocimiento tecnológico, que lo capacite para ser responsable consigo mismo, eficaz en el mundo del trabajo, a la vez que contribuya positivamente con la sociedad promoviendo el respeto por la naturaleza y la vida, propiciando un ambiente de paz. Es necesario que nuestros estudiantes sean ciudadanos útiles, que conozcan los conceptos y las destrezas de la ciencia y su integración con otras áreas del saber para enfrentar las demandas de la fuerza laboral de generaciones futuras en los aspectos tecnológicos y económicos, con el objetivo de mejorar la calidad de vida y formar un mundo mejor.

• • • Metas a Alcanzar para Cumplir con la Misión y Satisfacer los Valores y las Necesidades

Al concluir sus estudios en el Programa de Ciencias los estudiantes:

1. Demostrarán las cualidades, valores y destrezas que los identifican como ciudadanos que conservan el ambiente y nuestros recursos naturales al:
 - Reconocer la interdependencia entre todas las especies que habitan el planeta
 - Reconocer que el ambiente nos pertenece a todos los seres vivos, y asumir la responsabilidad de cuidarlo y protegerlo
 - Identificar las causas del deterioro ambiental y someter posibles soluciones al problema
 - Identificar y llevar a cabo acciones proactivas que produzcan resultados deseables para preservar el ambiente
 - Valorar la preservación del ambiente como algo necesario para la preservación de la vida misma.
2. Demostrarán poseer un conocimiento tecnológico, que los capacite para ser responsables consigo mismos y eficaces en el mundo del trabajo al:
 - Utilizar la tecnología efectivamente para obtener información y conocimiento que les sean útiles a ellos como individuos y que los capaciten para ser mejores seres humanos
 - Utilizar la tecnología de forma crítica, entendiendo que la tecnología es un medio que puede ser usada tanto de modo constructivo como destructivo
 - Demostrar dominio de las destrezas de la tecnología basada en la computadora, produciendo trabajos que utilizan esta tecnología de un modo eficaz
 - Reconocer el impacto de la tecnología en todos los aspectos de nuestra vida y evaluar el mismo de modo crítico.
3. Demostrarán dominio de los conceptos y las destrezas de las ciencias (cultura científica) al:
 - Utilizar los conceptos y principios científicos para analizar y entender temas relacionados con las ciencias en el diario vivir

- Aplicar los conceptos y principios científicos para mejorar la calidad de vida tanto individual como colectiva en asuntos tales como drogas, alcohol, alimentación y estilo de vida en general
 - Demostrar las destrezas de solución de problemas para resolver situaciones de la vida real que requieran información científica.
4. Mostrarán dominio del pensamiento científico al:
- Identificar qué son datos válidos para el análisis de una situación y qué son meras opiniones
 - Presentar datos que evidencien sus planteamientos al analizar problemas y situaciones que representen posibles conflictos con conocimientos folclóricos y pseudocientíficos
 - Utilizar argumentos que se sostengan en la lógica de la validez de las conclusiones a partir de los supuestos iniciales
 - Diseñar experimentos que muestren relación de causa y efecto.
5. Demostrarán entendimiento de que las ciencias son el producto de los humanos y que parte fundamental de las mismas son los valores éticos y morales, de modo que se promueva el respeto por la naturaleza y la vida, propiciando un ambiente de paz al:
- Identificar usos positivos y negativos del conocimiento científico a través de la historia humana
 - Identificar y aplicar los valores éticos de justicia, verdad y honestidad intelectual, inherentes a las ciencias naturales, y analizar las consecuencias de la carencia de éstos en el proceso de investigación científica
 - Entender que las ciencias naturales utilizan una metodología específica para obtener conocimiento y que existen otros modos válidos para obtener conocimiento
 - Comprender que el desarrollo científico y tecnológico se da en un contexto histórico-cultural, que hasta cierto punto lo define y determina, y que la utilización del conocimiento adquirido está atado a los valores y principios éticos de la sociedad en la que se dan.

El logro de las metas del Programa de Ciencias se concibe como un proceso a largo plazo a medida que los estudiantes pasan por los diferentes niveles. Sin embargo, el logro de las metas depende de lo que ocurra en cada año de estudio. El currículo debe proveer las herramientas y los mecanismos necesarios para que éstas se vayan logrando a lo largo del proceso educativo.



LA EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA

... La Perspectiva Interdisciplinaria de las Ciencias de la Naturaleza y su Relación con el Programa de Ciencias

Las Ciencias Naturales se distinguen porque la búsqueda y construcción del conocimiento ocurre utilizando una metodología muy particular. Se caracterizan tanto por su producto (conocimiento científico) como por el proceso (modo de obtener conocimientos). El estudio de las Ciencias Naturales como una actividad intelectual y social facilita la identificación de problemas y preguntas relacionadas con los fenómenos naturales, definiendo y formulando soluciones que se pueden someter a prueba. Por medio de esta actividad, los investigadores añaden conocimientos a los que ya existen, ayudando de este modo a que los individuos conozcan con mayor profundidad la naturaleza. Las aplicaciones de estos nuevos conocimientos pueden generar cambios de orden social y cultural, y tener una relación directa con el mejoramiento de la calidad de vida de los seres humanos.

Las Ciencias Naturales constan de dos grandes grupos: las ciencias físicas (incluyen química, física, y ciencias relacionadas), que investigan los aspectos físicos de la naturaleza, y las ciencias biológicas (incluyen todas las ramas de la biología y ciencias relacionadas), que investigan todo lo referente a los seres vivos. Por su naturaleza interdisciplinaria, las Ciencias Naturales proveen un marco de estudio al Programa de Ciencias, en el que el educando estudia todos los aspectos físicos del ambiente, los aspectos biológicos y a él mismo. Desde esta perspectiva, el programa es único ya que el aprendiz mismo es sujeto de estudio. Cada una de las cinco áreas de necesidades identificadas anteriormente puede ser atendida en el estudio de una o más de las ciencias que aportan al contenido curricular del Programa de ciencias.

Atributos de las ciencias de la naturaleza

La ciencia posee ciertos atributos o características que la distinguen de otras formas de buscar y producir conocimiento. En términos generales, estas características son parte esencial de lo que se conoce como metodología científica. A continuación detallamos éstas y proveemos una breve explicación de las mismas.

1. **Empírica:** Se basa en la observación. Tanto para identificar los problemas para ser estudiados como para efectuar los experimentos, la observación es esencial. La

observación se ha extendido más allá de los sentidos utilizando instrumentos que van desde una simple lupa hasta instrumentos altamente sofisticados, tal como un radio telescopio. Cuando un científico o grupo de científicos, que estén trabajando en algún problema, reportan haber hecho unas observaciones particulares, éstas tienen que ser confirmadas por científicos independientes para ser aceptadas como tales. Cuando las observaciones que se han realizado de un fenómeno se confirman, se convierten para la comunidad científica en hechos o datos sobre los cuales se desarrollan las hipótesis, los supuestos, los principios y las teorías. Ninguna observación se acepta con absoluta certeza, si no se cuenta con suficientes verificaciones de los miembros de la comunidad científica.

2. **Corroborable:** Debido a que las observaciones pueden ser corroboradas por un grupo independiente de investigadores, las inferencias y conclusiones que se derivan de éstas pueden ser sometidas al escrutinio y a la crítica de los pares. Es en esta característica que reside cierto grado de objetividad, ya que las observaciones y lo observado pueden ser definidos fuera de la subjetividad individual. Tanto las definiciones de lo observado y las observaciones son aceptadas por un grupo de científicos y por ende se pueden identificar en la naturaleza por científicos independientes.
3. **Razonamiento lógico deductivo:** Las explicaciones, inferencias e interpretaciones que se formulan a partir de los datos obtenidos de algo que se observa, ya sea por diseño experimental o por observación del fenómeno en la naturaleza, se analizan siguiendo la lógica del pensamiento científico (que se basa en la evidencia) y el análisis matemático. Estas explicaciones o hipótesis sugieren experimentos que se pueden realizar, en muchos casos utilizando controles muy específicos y sometiendo a prueba (empírica) las ideas que tenemos. De este modo las teorías y principios se fundamentan en pruebas empíricas ya sean obtenidas de la naturaleza directamente o del diseño y realización de un experimento o derivadas del pensamiento lógico matemático.
4. **Dinámica:** El conocimiento científico no es absoluto. Las investigaciones y el desarrollo tecnológico permiten que se refinen las observaciones o que se realicen observaciones totalmente nuevas produciendo nuevas interpretaciones, conocimientos y principios. La realidad y aun los datos pueden ser reinterpretados y de este modo se pueden descartar principios y hasta teorías científicas que ya no son útiles.
5. **Histórica:** El conocimiento que emerge del quehacer científico es histórico porque el conocimiento del pasado sienta las bases para el actual y éste, a su vez, para el futuro. Cada cultura ha utilizado su conocimiento para explorar preguntas fundamentales, enfrentar retos y satisfacer las necesidades humanas. La ciencia se ha desarrollado a base del cúmulo del conocimiento adquirido en contexto de las

culturas y las civilizaciones. Por otro lado, la ciencia del momento no se da aislada del contexto histórico cultural, sino que es afectada por éste y por ende afectará la ciencia del futuro.

Ciencia y tecnología

El debate que plantea la dicotomía entre ciencia y tecnología se ha desarrollado por muchos años (Sánchez-Ron, J. M., 2000). Este documento no es el lugar y tampoco tenemos el espacio para discutir a fondo el mismo. Para efectos de este documento tomaremos una posición más bien neutral sobre el mismo en la medida que esto sea posible. Desde una perspectiva general, la ciencia (en su manifestación más pura) y la tecnología persiguen propósitos diferentes. Sin embargo, están íntimamente relacionadas. La investigación científica depende, en muchas ocasiones, de los adelantos tecnológicos y éstos, a su vez, dependen de la investigación científica. De hecho, se hace investigación para producir artefactos tecnológicos que a su vez nos faciliten la investigación. Un excelente ejemplo de esto es el desarrollo del microscopio electrónico. Luego que se desarrollaron los lentes— y el subsiguiente descubrimiento del mundo microscópico —se desarrolló toda una investigación, para cada vez lograr mejores imágenes del mundo microscópico hasta llegar al microscopio electrónico de barrido y aun a microscopios más sofisticados como el microscopio electrónico de túnel.

El inquirir científico está dirigido por el deseo de entender el mundo natural. La ciencia, por su naturaleza, esencialmente la ciencia básica o pura, ofrece respuestas a preguntas que no necesariamente tienen una influencia directa sobre la sociedad. Por otro lado, la tecnología, por su naturaleza, afecta directamente a la sociedad porque está guiada por el interés de satisfacer las necesidades y aspiraciones humanas. Un ejemplo de esto, son los adelantos tecnológicos en el mundo de la medicina, desde los rayos láser hasta las drogas y otros medicamentos y la aplicación de la biotecnología y la ingeniería genética para curar enfermedades, el desarrollo de la agricultura y hasta la investigación criminal.

Las Ciencias Naturales y el Programa de Ciencias

El Programa de Ciencias del Departamento de Educación se nutre de la naturaleza interdisciplinaria de las Ciencias Naturales. Además, se integra de un modo sistemático la tecnología como parte importante del programa de estudios. Se presenta un programa de estudios que se divide en tres niveles: elemental, intermedio y superior. En el nivel elemental, se utiliza un enfoque interdisciplinario por año donde los estudiantes aprenden conceptos y destrezas relacionadas con todas las disciplinas de las ciencias naturales cada año. En el nivel intermedio, se utiliza el enfoque de especialización y cada año se estudian los conceptos relacionados con una disciplina en particular, sin que esto signifique la

negación a la integración de los conceptos pertinentes de otras disciplinas. Este mismo enfoque ocurre en el nivel superior.

El estudio de la naturaleza con sus componentes físicos y biológicos, el modo de pensar científicamente, así como el impacto del desarrollo científico y tecnológico en la sociedad, son aspectos esenciales del programa de estudios ofrecidos por el Departamento de Educación en todos los niveles. De este modo atendemos las necesidades identificadas de nuestros estudiantes y descritas anteriormente.

• • • La Construcción del Conocimiento desde la Perspectiva de las Disciplinas en el Programa de Ciencias

La enseñanza de ciencias, además de atender los conceptos y destrezas inherentes al programa curricular, debe considerar los asuntos sociales, éticos y morales de la actualidad relacionados con la ciencia y la tecnología. Es importante que el estudiante logre el entendimiento y la concienciación de esos asuntos desde diferentes perspectivas. El currículo debe proveer a los estudiantes las experiencias que ofrezcan la oportunidad de exponer sus puntos de vista sobre asuntos controversiales relacionados con la ciencia y la tecnología. Algunos de los asuntos que se pueden considerar son: la conservación del ambiente, la ingeniería genética, la experimentación con animales vertebrados, el derecho a la vida, el uso de pesticidas, el uso y abuso de drogas y alcohol, el control de la natalidad y las enfermedades de transmisión sexual, el uso de cantidades multimillonarias para la investigación espacial, el desarrollo armamentista por las naciones, la dominancia tecnológica de los países industrializados, entre otros. La concienciación y el manejo de esos asuntos le facilitan al estudiante tener participación proactiva en beneficio individual y colectivo en la sociedad.

El desarrollo de los conceptos y destrezas de los diferentes campos de las ciencias naturales aportarán al desarrollo de una cultura científica, necesaria en nuestra sociedad de modo tal que capaciten al estudiante para resolver problemas. Por otro lado, el desarrollo de una cultura científica requiere que el estudiante establezca y entienda la interrelación entre la ciencia y la tecnología en la sociedad, respecto a las actividades humanas en áreas como la agricultura, la industria, aspectos sociales, tales como medicina y salud, entre otros. Se supone que la actividad tecnológica utilice el conocimiento generado por la ciencia con el propósito de mejorar la calidad de vida y el desarrollo de la sociedad en general. El uso de la tecnología y la ciencia en la sociedad traen como consecuencia situaciones con consideraciones éticas relacionadas con diferentes aspectos de esa sociedad.

La construcción del conocimiento científico en el programa de ciencias toma en consideración el hecho de que las Ciencias Naturales no son sólo un campo de conocimientos, sino que el modo de obtener este conocimiento a través de una serie de

procesos es parte importante de éstas. Esto es por lo que los procesos de las ciencias son parte importante del currículo del Programa de Ciencias. El currículo debe proveer para que el estudiante se familiarice con la empresa científica y pueda comprender sus posibilidades y sus límites. Para este propósito, el Programa de Ciencias ha organizado los procesos característicos de la gestión científica, de tal forma que se asegure su desarrollo desde el kindergarten hasta el duodécimo grado. Los procesos son operaciones mentales (cuyo resultado se puede observar por la ejecución de los estudiantes) que son parte del proceso de inquirir. También incluyen las operaciones características de la obtención, análisis y presentación de datos durante una investigación. El desarrollo de los procesos conlleva la evaluación de la ejecución de las destrezas inherentes a éstos.

Los procesos son fundamentales para la enseñanza de ciencias y son herramientas esenciales para lograr el conocimiento del mundo real (Self, C. C.; Nally, M. A. y D. Self., 1989). Éstos son parte del razonamiento lógico y sistemático, necesario para desarrollar el contenido curricular. El individuo que posee una cultura científica utiliza los procesos de la ciencia en la solución de problemas y en la toma de decisiones. Es importante señalar que algunos de estos procesos no son exclusivos de las ciencias naturales ni del Programa de Ciencias, sino que son parte de todo razonamiento lógico y sistemático utilizado en todas las disciplinas y programas. Sin embargo, la investigación científica los utiliza de un modo sistemático y por ende el Programa de Ciencias le da mucha importancia al desarrollo de los mismos.

Los procesos distintivos de la actividad científica que el Programa de Ciencias aspira a desarrollar se clasifican en básicos e integrados. Los procesos básicos son los esenciales y fundamentales y nos sirven de base para desarrollar los procesos más complejos. Éstos son: **observación, clasificación, formulación de inferencias, predicción, medición, comunicación y uso de relaciones de espacio y tiempo**. Los procesos integrados o complejos son aquellos que conllevan mayormente el uso de los niveles más altos del pensamiento y que están estrechamente interrelacionados con el conocimiento y desarrollo de los básicos. Éstos son: **formulación de modelos, interpretación de datos, formulación de definiciones operacionales, definición del problema, formulación de hipótesis y experimentación** (vea Apéndice B).

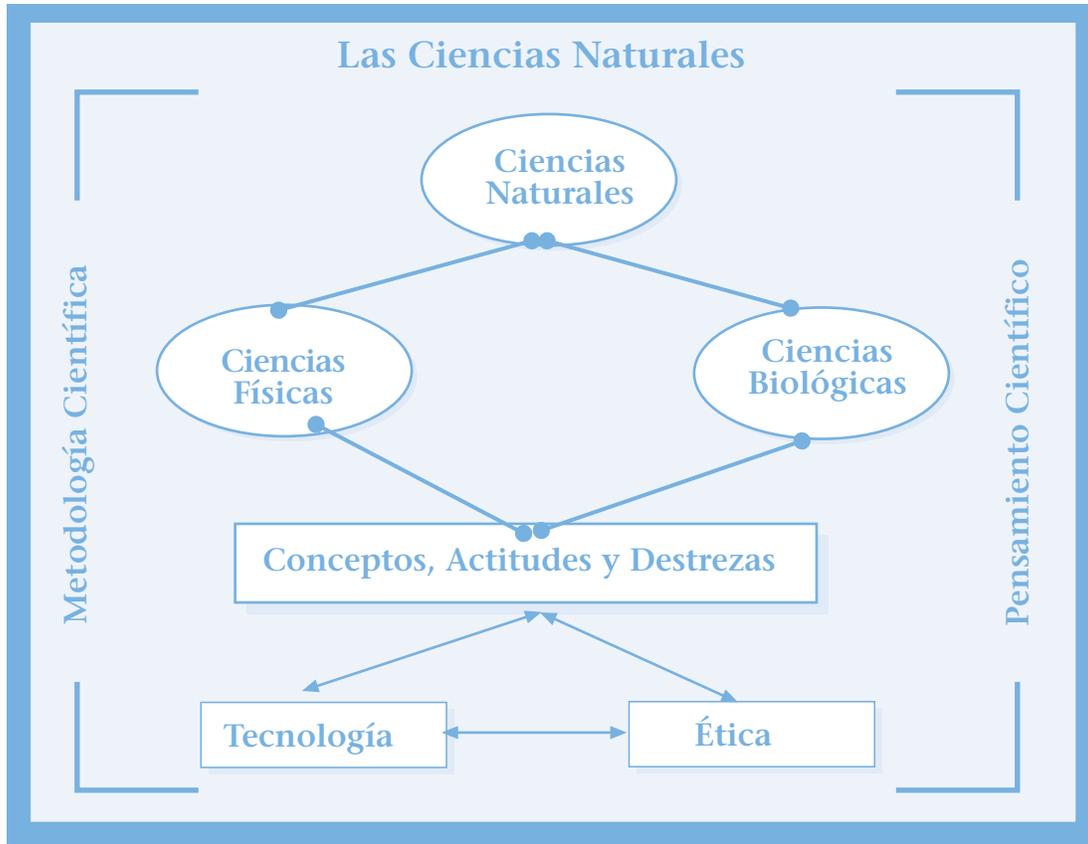
Por último, pero no menos importante, es la relación que existe entre el entendimiento de las ciencias naturales y el desarrollo del pensamiento científico; esto desarrolla en los estudiantes el modo de pensar científicamente. El desarrollar el modo de pensar

científicamente se ve desde la perspectiva del Programa como una necesidad, según explicado anteriormente. El entendimiento de las ciencias naturales tiene en su centro el pensamiento científico. Esto implica un modo particular de analizar y entender el mundo que nos rodea, es una particular visión que envuelve una lógica y metodología de análisis particular que requiere sustentar los planteamientos y argumentos con la evidencia, y que evalúa la argumentación basándose en las conexiones lógicas entre la evidencia y los postulados derivados de ésta.

• • • Estructura Conceptual, Procesos y Actitudes de las Disciplinas y su Importancia para el Logro de las Metas del Programa de Ciencias

El contenido esencial (los conceptos, las destrezas y los valores) es obtenido de las diferentes disciplinas que constituyen las ciencias naturales; el proceso de obtener el quehacer científico se da dentro de unas disciplinas que por su naturaleza epistemológica delimita el campo del conocimiento en los cuales se investiga, siendo, por definición, la naturaleza. Por lo tanto, los conceptos actitudes y destrezas inherentes a las ciencias naturales pertenecen al mundo físico en el sentido más amplio. Por otro lado, el ser humano, que es quien investiga y busca el conocimiento, ha diseñado una metodología fundamentada principalmente en argumentos filosóficos y lógicos, con unas características particulares para obtener el mismo. Esto ha producido y desarrollado un modo de pensar y una peculiar cosmovisión de la naturaleza. Un producto, en ocasiones de modo paralelo, del desarrollo científico, es la tecnología. Ésta es parte esencial del desarrollo científico. Por último, la ciencia, como un proceso humano, requiere de valores éticos, que son necesarios para el desarrollo de la misma, tanto en su metodología como en la aplicación del conocimiento logrado. Esta estructura de las ciencias naturales debe reflejarse de un modo sistemático y consciente en los currículos de ciencias utilizados, de modo que cada componente aporte en satisfacer las metas esbozadas anteriormente.

El siguiente diagrama ilustra la estructura de las Ciencias Naturales relacionadas con el Programa de Ciencias. El mismo resume de modo esquemático lo que se ha planteado hasta el momento en esta sección.



• • • Concepto y Enfoque de la Asignatura

El Programa de Ciencias no ve el estudio de las ciencias naturales como un fin en sí mismo, sino como un medio para aportar en el desarrollo del estudiante como un ser humano cabal e integral. Desde esta perspectiva, el Programa de Ciencias, no sólo hace énfasis en el conocimiento científico, sino que las actitudes y valores, así como las destrezas y los aspectos éticos relacionados a las ciencias naturales, forman parte integral del proceso de enseñanza que debe ocurrir en el salón de clases (vea diagrama arriba). Es importante clarificar que la enseñanza de ciencias, vista desde la perspectiva del Programa de Ciencias, no es equivalente a la enseñanza de la disciplina (química, física o biología).

El Programa de Ciencias no pretende crear científicos, sino ciudadanos que puedan resolver problemas y pensar científicamente en las situaciones del diario vivir. En este planteamiento hay diferencias fundamentales epistemológicas y de propósitos entre aprender y enseñar ciencias para formar científicos y la enseñanza de ciencias para atender las necesidades de nuestros estudiantes reseñadas arriba.

Por otro lado, vemos al educando como el gestor de su propia educación y desarrollo como individuo. Desde esta perspectiva y respondiendo a las necesidades de nuestros

estudiantes, se concibe el Programa como el medio para desarrollar un estudiante que sea capaz de utilizar el conocimiento científico y las destrezas inherentes al mismo para solucionar problemas tomando en cuenta las dimensiones valorativas y éticas. Por lo tanto, las preguntas: ¿ciencia para qué?; ¿cuáles son los posibles efectos de los adelantos científicos y tecnológicos en nuestra sociedad?; ¿cuáles son las dimensiones éticas de este desarrollo tecnológico o científico?, deben estar continuamente en discusión en el salón de clases.

CONTENIDOS DEL PROGRAMA DE CIENCIAS

... Objetivos Generales de Aprendizaje

Los siguientes objetivos generales (derivados de las necesidades y metas) no representan de modo alguno los únicos que un currículo de ciencias para determinado nivel deba desarrollar y lograr. Más bien, éstos son los objetivos que consideramos esenciales y que a la luz de las necesidades identificadas de nuestros estudiantes no deben faltar en ningún currículo que esté fundamentado en este Marco Curricular.

1. De conocimiento.

El estudiante:

- Explica los conceptos científicos adecuadamente para el nivel en el que se encuentra.
- Utiliza los conceptos, principios y generalizaciones de las ciencias naturales en diferentes contextos para solucionar problemas.
- Aplica el conocimiento científico para interpretar y analizar situaciones de la vida diaria.
- Entiende la relación de interdependencia que existe entre ciencia y tecnología.
- Entiende que la actividad científica ocurre en un contexto histórico y social.
- Comprende que el modo de obtener el conocimiento en las ciencias naturales es tan importante como el conocimiento mismo.

2. De procesos y destrezas.

El estudiante:

- Utiliza los procesos básicos y complejos de las ciencias naturales adecuadamente en los diferentes contextos de las ciencias naturales.
- Utiliza la metodología científica como una herramienta para resolver problemas tanto en el contexto de las ciencias naturales como en el contexto de problemas de la vida real.
- Utiliza el modo de pensar científicamente para analizar situaciones del diario vivir.
- Utiliza la tecnología para facilitar su propio proceso de aprendizaje.

3. De actitudes y valores.

El estudiante:

- Reconoce la importancia del conocimiento científico y tecnológico para mejorar la calidad de vida.
- Identifica los valores de honestidad, objetividad y la ausencia de prejuicios, como valores necesarios para llevar a cabo investigaciones científicas de un modo adecuado.
- Reconoce que la ética es esencial para investigar y utilizar el conocimiento científico para beneficio de la humanidad.
- Analiza los adelantos tecnológicos y científicos del presente considerando las implicaciones positivas y negativas para el ser humano y el ambiente.
- Demuestra respeto por la vida con acciones específicas durante el desarrollo de los cursos.
- Demuestra que valora la conservación del ambiente para beneficio de todas las especies de organismos con acciones específicas durante el desarrollo de los cursos.
- Reconoce que los aspectos políticos, sociales y económicos que determinan hasta cierto punto la ciencia están regidos globalmente, esto es, que existe una interdependencia global en estos sistemas.

• • • Objetos (Fuentes) para el Estudio del Contenido

En términos amplios, la naturaleza, incluyendo al propio estudiante, son los objetos y fuentes de estudio en el Programa de Ciencias en todos los niveles. Los conceptos, destrezas y actitudes relacionadas con las áreas de contenido por nivel están especificados por las disciplinas. Utilizando las necesidades identificadas anteriormente como guía y basándonos en diferentes documentos y trabajos realizados sobre los conceptos que se deben desarrollar relacionados con las ciencias naturales (Los Estándares de Contenido en Ciencias, 1996; 2000), hemos esbozado los conceptos esenciales que deben estar contenidos en el Programa de Ciencias en los diferentes niveles. Los conceptos esenciales relacionados con las diferentes disciplinas de las ciencias naturales están especificados en términos generales en los Estándares de Contenido. Además, en el Apéndice D, se recogen los mismos. Por otro lado, los principios fundamentales de las ciencias están recogidos en los puntos focales de los estándares y los mismos se deben transferir de éstos a los currículos en los diferentes niveles.

Desde la perspectiva del desarrollo de la teoría cognitiva, vemos al estudiante como gestor de su proceso aprendizaje. Por lo tanto, el estudiante operará activamente sobre el contenido (conceptos, principios, generalizaciones, actitudes) en los diferentes niveles. Se espera que el estudiante se involucre activamente en investigaciones donde demuestre la utilización de los procesos y destrezas inherentes a las ciencias así como los hábitos de pensar científicamente. El currículo debe proveer las oportunidades a los estudiantes para que éstos desarrollen de un modo efectivo todas las dimensiones del conocimiento científico planteadas anteriormente. Se espera que los estudiantes construyan, simulen y resuelvan problemas utilizando la metodología científica adaptada al nivel correspondiente.

Aunque como puertorriqueños compartimos unas características sociales y culturales, el ambiente inmediato, en la comunidad y la escuela en que nos ubiquemos, provee a los estudiantes un contexto social y cultural particular. De modo similar los estudiantes están inmersos en un contexto físico que puede ser diferente al de los estudiantes en otras áreas de la isla. Este contexto tiene que ser tomado en consideración a la hora de desarrollar los currículos particulares. Por ejemplo, para los estudiantes que viven en un pueblo costero, cerca de una villa pesquera, el estudio de los aspectos ecológicos relacionados con el desarrollo deberá tomar en cuenta los ecosistemas costeros, la cultura y economía del lugar, mientras que los mismos conceptos estudiados en Barranquitas o cualquier otro pueblo al centro de la isla deberá tomar en consideración los usos del terreno de un modo adecuado y la preservación de los bosques. En otras palabras, la educación y el currículo tienen que ser contextuales al ambiente inmediato y mediato del estudiante.

Los seis temas transversales que permean el currículo son: 1) Identidad cultural, 2) Ética y civismo, 3) Lectura y escritura a niveles complejos del conocimiento, 4) Las artes, 5) Ambiente y ecología, 6) Dominio de una segunda lengua, el inglés; tres de ellos, a saber: 1) **Ética y civismo**, 2) **Lectura y escritura a niveles complejos del conocimiento**, 3) **Ambiente y ecología**, están inmersos de un modo natural en el currículo de ciencias. Los valores éticos y la convivencia con las demás especies y en particular con nuestros congéneres están directamente relacionados con el desarrollo de los valores de dignidad y respeto por la vida, presentes en el currículo de ciencias. Por otro lado, el desarrollo de los conceptos del área de ecología, así como la importancia de preservar y utilizar adecuadamente los recursos naturales, es un área central dentro de las ciencias biológicas desarrolladas en el currículo. Por último, el desarrollo de las destrezas altas de pensamiento se ven como una necesidad dentro del Programa cuando establecemos que nuestros estudiantes tienen que solucionar problemas y pensar científicamente. Queda establecido así que estos tres temas transversales deben aparecer de un modo sistemático y estructurado dentro del currículo y que el Programa de Ciencias dará énfasis a los mismos. Esto no quiere decir de ningún modo que los demás temas no se atenderán; los mismos se integrarán de acuerdo con la pertinencia y la oportunidad de hacerlo en los diferentes niveles.

... Estándares de Contenido de la Asignatura

Los estándares, tanto en los Estados Unidos como en Puerto Rico, definen y determinan hasta cierto punto lo que los maestros hacen en el salón de clases (Bodinar, N. J., 1995). El Marco Curricular está alineado y responde a los estándares. El contenido (conceptos, destrezas de contenido, principios, teorías, generalizaciones) que se recomienda en este Marco Curricular, está esbozado en el documento: **Estándares de Excelencia del Programa de Ciencias** (1996, 2000). Los estándares de contenido para la enseñanza de las ciencias en Puerto Rico, son integrados (vea sinopsis en el **Apéndice C**). A tono con los estándares, hemos identificado los conceptos esenciales que se deben desarrollar en cada nivel (**Apéndice D**). Éstos se señalan sólo a modo de sugerencia para que las personas encargadas de desarrollar o seleccionar el material curricular tengan aún más elementos de juicio para realizar su trabajo.

... La Integración Curricular

Los estándares de contenido en ciencias de Puerto Rico, como mencionamos anteriormente, son integrados. Esto implica que se favorece un enfoque integrado de la enseñanza de ciencias. Por lo tanto, es necesario el desarrollo de unidades curriculares integradas que promuevan el logro de los estándares de excelencia de ciencias. La integración curricular se ha planteado como una necesidad que ha sido relacionada tanto con el desarrollo cognitivo de los estudiantes como con la teoría curricular en sí misma (Damián, C., 2002; Van Scotter, P., Bybee, R. G. & Dougherty, M. J., 2000; Fogarty, R., 1993). Recomendamos la lectura del libro editado por Robin Fogarty, *Integrating the Curricula*, para la discusión sobre estos asuntos y la clarificación de los conceptos (Fogarty, R. 1993).

El **Apéndice E** presenta un ejemplo de una unidad integrada de ciencias. La misma va dirigida a personas tales como especialistas en currículo y grupos de maestros que tienen la encomienda como diseñadores de la instrucción (del proceso de enseñanza) de diseñar unidades curriculares. La unidad incluye la estructura con los elementos básicos que deben considerarse. Se hace énfasis en el contenido, los procesos y las destrezas de la ciencia, además de la integración entre las diferentes ramas de las ciencias, las matemáticas y la tecnología.

LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Principios de Aprendizaje y Desarrollo Derivados de la Investigación

Las teorías que enmarcan el aprendizaje: Conductista y Cognitiva

Los procesos de enseñanza y aprendizaje se dan enmarcados en la teoría del aprendizaje de los estudiantes que el docente crea y entienda, y que por lo tanto utiliza consciente o inconscientemente en el salón de clases. De modo similar, los materiales y estrategias de enseñanza a utilizarse dependerán de la teoría de aprendizaje seleccionada. A través de la historia, los filósofos, sicólogos, sociólogos, educadores y más recientemente los neurocientíficos, han desarrollado principios y teorías que interrelacionan el mundo físico, biológico, psicológico y social del educando con su aprendizaje. Estos planteamientos han llevado a los educadores, a través de la historia, a redirigir su enfoque sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje conforme al conocimiento de cómo el individuo aprende. Sin embargo, por razones que no discutiremos aquí, la transferencia de los resultados de la investigación sobre el aprendizaje a las escuelas de pedagogía y por ende a el salón de clases es muy lenta. Por otro lado, en los últimos 30 años, la educación norteamericana y, por ende, la de Puerto Rico, se han caracterizado por la implantación de tendencias educativas que son parte de una moda o de procesos de cambio poco reflexivos, que según se alega, están basados en las investigaciones. Durante la última mitad del siglo pasado y lo que va del presente, la educación en Puerto Rico ha sido enmarcada por lo general en dos teorías de aprendizaje: la teoría conductista y la teoría cognoscitiva del aprendizaje. El Programa de Ciencias Naturales no ha sido la excepción a esto.

En el 1913, John B. Watson apenas recién graduado, lanzó en Norte América la revolución conductista. Watson sostenía que la psicología debía dedicarse a estudiar el comportamiento de los individuos por ser éste observable y objetivo, y no estudiar las operaciones mentales. Él sostenía que la psicología vista de este modo es una ciencia natural puramente objetiva. Desde la perspectiva práctica de Watson, era posible condicionar los organismos, incluyendo los humanos, para lograr lo que uno deseara — incluyendo desarrollar miedo hacia algo— con sólo preparar o arreglar el ambiente de cierto modo. Él mismo experimentó con humanos para lograr estos efectos. Entre los exponentes más importantes del conductismo podemos mencionar a: Clark Hull, B. F. Skinner y E. L. Thorndike. Thorndike fue el responsable en gran medida de que la psicología en América del 1920 al 1950 fuera esencialmente conductista. Durante esta época, aun

los investigadores de la comunidad de psicólogos que tenían dudas sobre las ideas de Watson se adhirieron al programa de investigación experimental con animales. El cuidado de niños, el tratamiento de prisioneros, el proceso de enseñanza y muchas otras prácticas sociales, fueron dominadas por la teoría conductista del comportamiento (vea Gardner, H. 1985, para recuento histórico del desarrollo de ambas teorías).

En la Teoría Conductista se define el aprendizaje como un cambio en conducta que puede ser observado. Los conductistas sostenían que era imposible saber lo que estaba ocurriendo en la mente del individuo y, por lo tanto, rechazan cualquier teoría o hipótesis que considerara los procesos mentales del aprendizaje. Sostenían que, como no podíamos observar lo que ocurría en la mente, debíamos medir lo observable, o sea, la conducta. Los conductistas establecen que el aprendizaje ocurre como resultado de estímulos externos que provienen del ambiente. Según esto, la conducta que exhibe una persona, es la respuesta que se da como resultado de un estímulo del ambiente. Surge de aquí el principio de que si se refuerza de un modo positivo o negativo —de acuerdo con lo que pretendemos enseñar al educando—, el aprendizaje (la conducta) ocurre en la dirección que queremos. En términos generales, si queremos que la conducta se repita, le damos un refuerzo positivo; si queremos desalentarla, el refuerzo debe ser negativo. La teoría conductista parte del supuesto de que el estudiante no tiene conocimiento previo de lo que se le va a enseñar o lo que conoce no es importante para el nuevo aprendizaje. Siempre se puede modificar la conducta a tono con lo deseado por el educador. De acuerdo con este punto de vista, el aprendizaje es el conjunto de conductas reforzadas por estímulos y recompensas. Por lo tanto, la función del educador será la de crear asociaciones a través de la práctica con recompensas de refuerzo.

Mucho del comportamiento no se podía explicar basándose en los postulados de la Teoría Conductista. Para el 1950, la teoría conductista era ya atacada en sus fundamentos y actualmente no es más que una teoría de interés histórico, excepto por las aplicaciones que actualmente se siguen dando en varios contextos sociales incluyendo la educación. Los trabajos de Piaget y Vigotski (desconocido en Norte América) en Europa y Rusia, así como los trabajos de Miller y Bruner en Norte América, desencadenaron la revolución de la teoría cognitiva.

Piaget comienza su trabajo en la psicología de un modo extraño. Biólogo de profesión e interesado en los moluscos, aceptó un trabajo como “examinador” en el laboratorio de Theodore Simone, colega de Alfred Binet, desarrollador de las pruebas de IQ. Piaget se interesó en los tipos de errores que los niños cometían en los exámenes de inteligencia. Él es uno de los pioneros en estudiar los errores conceptuales de los niños y promueve la idea importantísima de que los estudiantes no son tabla rasa cuando entran a la escuela y que lo que ellos saben afecta lo que aprenderán. Piaget influyó de un modo

extraordinario el pensamiento de la última mitad del siglo pasado. Piaget propuso un marco del desarrollo del pensamiento en los niños para muchos dominios (Piaget, J. 1999). Desarrolló un paradigma brillante de experimentación observando a los niños mientras actuaban en tareas específicas. Aunque los planteamientos de Piaget no se sostuvieron totalmente al pasar del tiempo (la lógica propuesta para sustentar las etapas de desarrollo es inválida, las etapas mismas están bajo ataque, entre otros) su aportación a la psicología cognitiva es innegable.

Por su lado Vigostki plantea la **Teoría del Reconstruccionismo Social del Conocimiento**, añadiéndole dos aspectos esenciales al desarrollo cognoscitivo. Éstos son: la cultura y la interacción social. Este investigador hace énfasis en que a través de la historia, la cultura acumula conocimientos, desarrollando nueva tecnología. Estos conocimientos son internalizados por generaciones, a través de la relación con la cultura. Además, señala el papel que juega la interacción con el maestro, los pares y el grupo social, y la importancia de estos componentes en el aprendizaje. De acuerdo con su estudio, el niño tiene un potencial que podrá ser desarrollado en la medida que tenga la oportunidad de pasar por unas experiencias guiadas por los facilitadores que rodean al aprendiz. Los facilitadores son todas las personas que aportan, propician y guían el desarrollo intelectual, social y emocional del niño. Estas ideas han influenciado los procesos de enseñanza actual, destacando estrategias como el aprendizaje cooperativo, el método de inquirir y el de descubrimiento, así como el uso de los manipulativos en el salón de clases.

El movimiento cognoscitivo se nutre inicialmente del movimiento del Gestalt. A finales de la década del 1940, era obvio que las formas biológicas o psicológicas del conductismo no eran adecuadas. Los esfuerzos de la psicología Gestalt, así como los trabajos de Piaget, Bartlett y otros, marcaron el camino para abandonar el conductismo. El advenimiento de las computadoras y la teoría de información dieron el puntillazo final para el desarrollo pleno de la teoría cognitiva. Se desarrolló el modelo de proceso de información como el modelo de procesamiento de nuestro cerebro. La memoria se trató de modo similar a lo que ocurre en una computadora. Este modelo cae en desuso más adelante. Actualmente, el modelo cognitivo del aprendizaje es interdisciplinario y se nutre de áreas desde la psicología hasta las neurociencias. En términos generales, este modelo explica la mayoría de los fenómenos que ocurren en nuestra mente.

Desde el punto de vista del aprendizaje, la Teoría Cognitiva define el conocimiento como producto de la interacción del individuo y su ambiente. Éste es un proceso de asimilación y acomodo, en el que el aprendiz interpreta las experiencias educativas y las asimila a la luz del conocimiento que tiene. Luego, las incorpora, según fueron modificadas por los procesos interpretativos dentro de las estructuras del conocimiento. De esta forma, el educando construye su propio conocimiento. Dentro de estos procesos es importante darle sentido a la experiencia en términos del conocimiento previo. De acuerdo con los exponentes de la teoría, el conocimiento es construido a través de la experiencia personal,

mediante la acción intensa del estudiante. El conocimiento ocurre cuando el aprendiz trata de entender su mundo, construyendo sus propios significados y explicaciones.

De estos principios fundamentales, surge la visión constructivista, que enmarca la enseñanza en el Programa de Ciencias actualmente. En una experiencia de aprendizaje constructivista, el estudiante tiene la oportunidad de tomar conciencia de sus ideas previas, interactuar con los materiales didácticos, observar, descubrir y dar una explicación de lo observado. Luego somete a prueba sus explicaciones y por medio del análisis de los resultados, las confirma, modifica o abandona.

••• Principios de Enseñanza Pertinentes Derivados de la Investigación Educativa y la de Práctica Docente

Los aspectos teóricos mencionados antes son significativas en la enseñanza de las ciencias, predominando entre ellos los concernientes a la teoría cognitiva. De esta teoría se derivan los siguientes principios que deben enmarcar el proceso de enseñanza.

1. Actualmente, la enseñanza de ciencia desde la perspectiva cognoscitiva adopta los postulados del aprendizaje constructivista, estableciendo que los individuos no son recipientes pasivos de conocimiento, sino que son constructores activos de su propio conocimiento y de las estructuras del conocimiento. Perkins, (Perkins, D. 1999) citando a al filósofo D. C. Phillips, señala que el aprendiz tiene tres roles desde la perspectiva del constructivismo para que ocurra el aprendizaje. Éstos son: a) el aprendiz activo, que es quien adquiere el conocimiento y el entendimiento, b) el aprendiz social, que es quien construye el conocimiento y el entendimiento desde la perspectiva social, y c) el aprendiz creativo, que es quien crea y recrea el conocimiento y el entendimiento desde la perspectiva del aprendiz propiamente. La enseñanza de ciencia debe darse en forma que ayude a los estudiantes a estar más conscientes de sus propias estructuras de conocimiento, y a redefinir, modificar o sustituir estas estructuras. Hay un cúmulo de investigación que sostiene que los estudiantes que aprenden involucrándose de modo activo recuerdan más y entienden y pueden usar el conocimiento más eficientemente (Perkins, D., 1999). Además, el aprendizaje activo ayuda a los estudiantes a desarrollar su propia capacidad de aprender.
2. Al aplicar los principios constructivistas a las clases de ciencia, el conocimiento previo puede ser alterado. En un salón donde se apliquen los principios de la teoría cognitiva, del aprendizaje activo, los estudiantes continuamente están tratando

sus ideas y prácticas, viendo cuáles funcionan y cuáles son inadecuadas. Por tanto, el modelo que el estudiante construye en su mente es crucial para el entendimiento o no-entendimiento (Scherer, M., 1999). El maestro de ciencias debe dar atención a los conceptos erróneos que traen los estudiantes, ya que son determinantes en lo que se aprenderá (Driver, R., 1987; Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A., 1992; Duckworth, E., 1996; DiBiase, W. J, Mahler, J. & Melton, B. 2002; Maldonado, E., 2003; Talanquer, V., 2002). Éste debe proveerles experiencias apropiadas y enfrentarlos a estos conceptos, creando conflictos cognitivos que propicien un aprendizaje efectivo de las ciencias. Recibir información no es realmente aprendizaje; la información debe ser puesta en perspectiva, interpretada y relacionada con otro conocimiento que ya exista en las estructuras de memoria. Esto implica que lo que el estudiante trae en su mente es importante y afecta lo que aprende y cómo lo aprenderá. Hay que dar la oportunidad a los estudiantes para que se den cuenta de sus ideas preconcebidas sobre la explicación de un fenómeno. Se les debe dar la oportunidad para que sometan a prueba sus ideas y las contrasten con la explicación ofrecida por el currículo.

3. La ciencia es una actividad humana en la cual los problemas que tienen relación con los fenómenos naturales se identifican y definen, y se buscan soluciones, sometiendo a prueba las ideas. Los educandos son curiosos por naturaleza y aprenden ciencia del medio ambiente que los rodea con mucho entusiasmo.
4. El tipo de pregunta o problema que el estudiante se plantee y la forma como resuelva el problema depende del enfoque de la enseñanza. El maestro debe enfocar la enseñanza de forma que estimule la necesidad de pensar, cuestionar, observar, buscar respuestas y datos que lleven a formular hipótesis, a predecir, y que lo motiven a investigar (Krynock, K. & Robb, L., 1999).
5. La enseñanza y el aprendizaje efectivo en ciencia se llevan a cabo en un salón de clases que se convierta en un laboratorio continuo, por lo que allí se hace y por la acción que en él se genera. Los estudios realizados y la experiencia demuestran que la enseñanza en ciencias puede resultar poco efectiva si las estrategias y los métodos instruccionales no logran este cambio de actitudes. La necesidad de nuevas estrategias hace posible que se conciba el aprendizaje de la ciencia como una construcción de conocimientos que se fundamentan en el conocimiento previo y en la búsqueda de datos, a través de la experimentación. Cuando los maestros hacen énfasis en las estrategias de aprendizaje, los estudiantes ganan un mayor control de su propio aprendizaje (Holloway, J. H., 2000).

Durante los pasados diez años se ha llevado en Puerto Rico una reforma en las áreas de ciencias y matemáticas. La experiencia que hemos tenido en Puerto Rico por estos diez años con el Programa de la **Iniciativa Sistémica para la Reforma en Ciencias y Matemáticas** (PRSSI por sus siglas en inglés) nos ha permitido establecer y corroborar con los resultados del Programa los siguientes principios relacionados con la enseñanza de ciencias y matemáticas:

- Todos los estudiantes tienen la capacidad de aprender ciencias y matemáticas, aunque a diferente ritmo.
- El currículo debe organizarse conceptualmente, tomando como base los conceptos científicos y matemáticos fundamentales.
- El currículo debe dar prioridad a que el estudiante desarrolle profundidad del conocimiento y no a que memorice una gran cantidad de datos.
- El currículo debe proveer para que el estudiante desarrolle destrezas de pensamiento, tales como solución de problemas, análisis, síntesis y formación de juicios.
- La agrupación heterogénea facilita el desarrollo del potencial de todos los estudiantes.
- El estudiante debe explorar y descubrir, para así construir activamente su propio conocimiento.
- La enseñanza de conceptos debe ser espaciada a lo largo del desarrollo cognoscitivo de los estudiantes. Esto es de acuerdo a su desarrollo cognitivo, que está atado a su madurez psicológica y física.
- La enseñanza de conceptos debe progresar en forma espiral desde representaciones concretas hasta alcanzar niveles sucesivos de abstracción.
- La enseñanza debe promover la integración del conocimiento mediante las conexiones entre diferentes conceptos y materias, principalmente las ciencias y las matemáticas.
- La enseñanza debe proveer oportunidades de aprendizaje según las necesidades de los estudiantes, estimulándolos a alcanzar estándares altos.
- El maestro y los estudiantes son colaboradores en los procesos de enseñanza y aprendizaje: el maestro sirve de facilitador para que los estudiantes puedan descubrir el conocimiento en interacción social con otros estudiantes y con el maestro.
- El maestro debe promover la creatividad y la iniciativa en los estudiantes y estar receptivo para aprender de ellos.
- El director, los padres y los maestros deben trabajar en equipo para mantener un ambiente de colaboración que facilite satisfacer las necesidades de aprendizaje, emocionales y sociales de los estudiantes.
- Los métodos de *assessment* son un medio fundamental para reflexionar sobre el proceso del aprendizaje del estudiante y sobre la efectividad de la enseñanza.

• • • Estrategias y Metodología de Enseñanza Cónsonas con los Principios Establecidos Anteriormente

Para que los procesos de enseñanza y aprendizaje estén basados en la teoría cognitiva del aprendizaje tenemos que utilizar estrategias, métodos y técnicas acordes con este paradigma. Diferentes autores han utilizado las palabras técnica, método y estrategia de enseñanza para denotar lo mismo (Trowbridge, L. W. et al., 1981; Carin, A. A. & Sund, R. B., 1985; Collette, A. T. & Chiapetta, E. L., 1986; Montague, E. J., 1987; Borich, G. D. 1988; Henson, K. T., 1988; Ruggiero, V. R., 1988; Carin, A. A. & Sund, R. B.; 1989). Inclusive se ha usado la palabra enfoque para denotar alguna de las anteriores. El diccionario de la Real Academia define **estrategia** como: (a) El arte para dirigir un asunto; (b) Un proceso regulable; el conjunto de reglas que aseguran una decisión óptima en cada momento. Por otro lado, el **método** es el modo ordenado de proceder para llegar a un fin determinado. La **técnica** es el conjunto de procedimientos de los que se sirve una ciencia o un arte, y la habilidad para hacer uso de ella. Si analizamos con detenimiento estas definiciones, nos damos cuenta de que, en educación, las estrategias representan el marco mayor para el proceso de enseñanza. Dentro de las estrategias tenemos los métodos, que representan ese modo ordenado de proceder para lograr el aprendizaje de los estudiantes; y dentro de los métodos, las técnicas, que representan los procedimientos para lograr los objetivos específicos; o dicho de otro modo, son los medios y formas de que se vale el maestro para obtener el mejor aprendizaje de sus estudiantes. Por ejemplo, las clases enmarcadas dentro del trabajo cooperativo (estrategia) se pueden llevar a cabo utilizando como medio inquirir (método), utilizando las técnicas de demostración y laboratorio. Es importante notar que podemos hacer diferentes combinaciones de estrategias, métodos y técnicas. Por otro lado, las estrategias y los métodos citados aquí se pueden intercambiar entre sí, dependiendo como se utilicen.

La diferencia esencial entre la enseñanza tradicional y la enmarcada en la teoría cognitiva del aprendizaje estriba mayormente en que anteriormente se hacía mucho énfasis en la memorización de datos, y ahora se hace énfasis en que el estudiante entienda los conceptos y desarrolle las destrezas altas del pensamiento (Swartz, R. J. & Fisher, S. D., 2001; Friedrichsen, P. M., 2001). No pretendemos ser exhaustivos en la presentación de posibles estrategias, métodos y técnicas presentados. Pretendemos sólo dar ejemplos que sirvan de guía de aquella metodología que es cónsona con la teoría cognitiva del aprendizaje. El docente tomando éstas como ejemplo podrá utilizar cualesquiera otras estrategias, métodos o técnicas, que entienda están acordes con la teoría cognitiva del aprendizaje. Las siguientes estrategias, métodos y técnicas instruccionales son cónsonas con la teoría cognitiva y han demostrado tener buenos resultados de acuerdo con la investigación. La breve descripción que aparece de cada una de ellas no representa todo el conocimiento del marco conceptual en el que están basadas, y para que sean usadas efectivamente el docente y el diseñador de currículo deben conocerlas más ampliamente.

En cada caso se dan algunas referencias que consideramos importantes para el conocimiento de la estrategia, el método o la técnica.

Las estrategias

Trabajo cooperativo: Los autores Kagan, S., (1994) y Johnson, D. W., Johnson, R. T. & Johnson, E. (1994) han sido grandes promotores de esta estrategia. Hay mucha evidencia en la investigación pedagógica de la efectividad de esta estrategia (Ellis, A. K. & Fouts, J. T., 1993; Slavin, R. 1991; Slavin R., 1990). En esta estrategia, los estudiantes trabajan juntos hacia un fin común cooperando los unos con los otros. Aunque se trabaja con responsabilidad individual, el esfuerzo de uno beneficia a todos. El trabajo es en grupo, pero el aprendizaje es responsabilidad individual y la estructuración de la tarea debe proveer para que esto ocurra (Cooper, M., 1993). Cuando los estudiantes comparan ideas, ya sea en forma oral o escrita, necesitan clarificar y procesar sus ideas para luego expresarlas. Esta estrategia utiliza el concepto de *zona de desarrollo próximo*, planteado por Vigotski, (Vigotski, L. 1999; Frawley, W., 1997), según el cual los estudiantes en interacción con sus pares logran ir a la zona inmediata de su desarrollo conceptual. El uso adecuado de esta estrategia, además de desarrollar conceptos y destrezas, provee el ambiente necesario para desarrollar las destrezas sociales necesarias para una convivencia adecuada en la comunidad (Ossont, D., 1993). Cuando hay verdadera colaboración, los estudiantes se hacen solidarios, se ayudan y se motivan a aprender. La estrategia se puede estructurar de muchos modos diferentes, proveyendo la oportunidad para que los estudiantes trabajen en parejas hasta grupos de cinco o seis.

Estrategia ECA (Exploración, Conceptuación, Aplicación): Esta estrategia se viene utilizando con éxito en Puerto Rico por varias décadas. Uno de sus aspectos más importantes es la etapa de exploración, en la que el maestro y el estudiante obtienen información de los conocimientos previos, incluyendo los conceptos ingenuos o alternativos que posee el estudiante (y por ende de lo que necesita para desarrollar el concepto adecuadamente) y sobre los cuales construye su conocimiento. En esta estrategia se crean las condiciones para que el estudiante desarrolle los conceptos, las destrezas, las actitudes y los valores a partir del estudio contextual de la materia (Villarini y otros, 1988). Esta estrategia persigue que el estudiante esté más informado sobre un tema cuando completa una unidad de estudio y que haya modificado sus estructuras cognitivas.

Ciclo de aprendizaje: Esta estrategia es muy similar a la de ECA. La diferencia mayor estriba en que se diseñó específicamente para la enseñanza de ciencias. Además, consta de cuatro fases en lugar de tres (aunque algunos educadores la diseñan con sólo tres etapas). Éstas son: enfocar, explorar, conceptuar, aplicar. La fase de enfocar se refiere a delimitar el tema bajo estudio de un modo focal,

basándose en lo que los estudiantes saben. La fase de exploración se refiere, en este caso, a la realización de experimentos o actividades que involucren al estudiante en una participación activa (hands – on). Durante la conceptualización, el estudiante reflexiona sobre lo observado en la exploración, y a partir de esta experiencia y a través de una discusión profunda guiada por el maestro, se llega a un nuevo nivel de entendimiento conceptual (Caballo, A. M. L. & Dunphey, P. A., 2002). En la fase de aplicación, se espera que el estudiante transfiera los conocimientos a situaciones nuevas estructuradas y traídas por el maestro. Esta estrategia ha sido ampliamente utilizada en la enseñanza de ciencias (Marek, E. A. & Cavallo, A. M. L., 1997).

Enseñanza problematizadora o aprendizaje basado en los problemas (PBL): Esta estrategia organiza la experiencia de aprendizaje alrededor de la investigación y resolución de problemas confusos (aquellos que no están claros, conocidos también como mal estructurados) del mundo real del estudiante. En la estrategia se combinan dos procesos complementarios: la organización del currículo y la estrategia instruccional. Las características esenciales (Torp, L. & Sage, S., 2002) de la estrategia son:

- Involucrar al estudiante como un investigador y solucionador de problemas en una situación real
- Organizar el currículo alrededor de un problema holístico dado, de modo que permita que el estudiante aprenda de un modo relevante y haciendo conexiones
- Crear un ambiente de aprendizaje en el cual los maestros apoyen y fomenten el pensamiento de los estudiantes, guiando al estudiante durante el proceso de inquirir para que llegue a niveles más profundos del entendimiento - No se debe confundir esta estrategia con el método de solución de problemas discutido abajo. La diferencia fundamental y que los separa es que en la estrategia (PBL), se incorpora el currículo dentro de la estrategia de un modo sistemático. De hecho, la visión tradicional del currículo organizado de un modo lineal, ordenado en secuencia, no es apropiada para la implantación de esta estrategia. En esta estrategia, el libro de texto es sólo una referencia al igual que otros materiales, y el currículo se construye y desarrolla alrededor de problemas que los estudiantes tienen que solucionar (Swartz, R. J. y Fisher, S. D., 2001).

Cuando se utiliza esta estrategia, hay que estar consciente de que el orden de desarrollo conceptual, así como el de las destrezas, puede verse afectado. El diseñador de currículo tiene que tomar en consideración qué conceptos y destrezas se quieren

desarrollar para tenerlos inmersos en el o los problemas planteados por los estudiantes.

Enseñanza individualizada: La enseñanza individualizada parte del supuesto de que los estudiantes aprenden a diferentes ritmos un mismo material, y que lo aprenden y lo procesan utilizando diferentes mecanismos y bajo diferentes condiciones. Esta estrategia pretende proporcionar a cada estudiante un programa de estudio, de acuerdo con los deseos o necesidades del estudiante, ya que considera las diferencias en estilos de aprendizaje, capacidad y ritmo al que aprende. El asunto más importante y quizás el menos considerado cuando se adapta la enseñanza para los estudiantes, es la pregunta de qué queremos lograr. Aunque los fines inmediatos pueden ser variados, la meta final es adaptar la instrucción para que los aprendices maximicen el aprendizaje. Hay dos modos de lograr esto: adaptar la instrucción a las características de cada aprendiz para que éste logre las metas propuestas, o adaptar la instrucción para que todos los aprendices logren los requerimientos de la tarea. Aunque parezcan similares estas dos estrategias son fundamentalmente diferentes. La primera toma en cuenta las diferencias individuales inherentes al estudiante, la segunda toma en cuenta la naturaleza de la tarea y del desarrollo conceptual (Jonassen, D. H. & Grabowski, B. L., 1993). Actualmente hay catalogados una gran cantidad de estilos de aprendizaje que examinan diferentes variables bajo las cuales los estudiantes aprenden (Jonassen, D. H. & Grabowski, B. L., 1993; Lozano, A., 2001; Sternberg, R. J., 2001). Debido a que en realidad es casi imposible satisfacer todos los modos y estilos de aprendizaje en nuestros estudiantes, un modo de individualizar la enseñanza es utilizar la segunda alternativa. El fundamento mayor de este enfoque estriba en que se ha demostrado que los conceptos necesitan desarrollarse en cierto orden de modo que se pareen tanto la capacidad del estudiante como los conocimientos y las destrezas que se derivan de este orden (Jonassen, D. H. & Grabowski, B. L., 1993). Por otro lado, aunque los estilos de aprendizaje existen, el ser humano tiene una gran capacidad de adaptación durante el proceso de aprendizaje (Sternberg, R. J., 2001). En resumen, la segunda estrategia es más productiva ya que se enfoca en lo que queremos lograr, el desarrollo de los conceptos y las destrezas, sin olvidar las diferencias individuales de los estudiantes.

Los métodos

Método de inquirir o de descubrimiento: Inquirir es el término genérico que se usa para cualquier sistema que genera preguntas y requiere respuestas (Sund, R. B., L. W., Trowbridge, 1973). El método de inquirir es equivalente al método de descubrimiento para muchos autores. Otros piensan que el método de descubrimiento es una parte importante del método de inquirir. Enseñar la ciencia usando el método de descubrimiento es enseñarla tomando en cuenta su naturaleza. Este método hace énfasis en que el

conocimiento se obtiene mediante la investigación y, por ende, está sujeto a cambio. Implica que el maestro estimula a sus estudiantes a pensar, preguntar, obtener datos, hacer hipótesis, predecir y experimentar (Orlich, D.C., 1989). En términos generales, podemos clasificar el método en tres tipos:

1. **Inductivo guiado** - El maestro controla y dirige el proceso. Los estudiantes se mueven como un conjunto durante la actividad. Se seleccionan casos específicos para los estudiantes.
2. **Inductivo no guiado** - Los estudiantes seleccionan el fenómeno a estudiar o éste es planteado por el maestro, pero los estudiantes someten a prueba sus hipótesis.
3. **Deductivo** - Se dan las reglas o generalizaciones a los estudiantes y luego se plantea la situación o el problema donde se pide que encuentren ejemplos de la regla o generalización.

Actualmente existen otras taxonomías que se aplican sólo al proceso de inquirir (Martín - Hansen, L., 2002). De hecho, de acuerdo con el National Research Council (2000), el proceso de inquirir se define como una estrategia central para la enseñanza de ciencias. El método de inquirir promueve que los estudiantes descubran las cosas por ellos mismos. Implica encontrar asociaciones o reglas y desarrollar conceptos. Cuando se usa este método, los estudiantes aumentan su potencial intelectual, buscan recompensa internamente, desarrollan la heurística del descubrimiento y su capacidad de retención aumenta. Este método requiere que los estudiantes se motiven con lo que están haciendo, promueve el aprendizaje y el desarrollo de las destrezas más altas del pensamiento y propicia que los estudiantes autoevalúen su ejecutoria. Este método tiene las siguientes características esenciales (Martín - Hansen, L., 2002):

- Los aprendices se involucran en preguntas científicas
- Los aprendices le dan prioridad a la evidencia al contestar las preguntas
- Los estudiantes formulan las explicaciones basados en la evidencia
- Los aprendices conectan sus explicaciones al conocimiento científico
- Los aprendices comunican y justifican sus explicaciones.

Solución de problemas: Un objetivo dentro del Programa de Ciencias es que los estudiantes se enfrenten a situaciones cotidianas y las analicen e interpreten utilizando los marcos teóricos conceptuales así como los procedimientos propios de la ciencia. Un modo de lograr esto es a través de la solución de problemas. La destreza de solución de problemas es compleja y requiere el dominio de destrezas más simples (Vea modelo de Pozo, J. I. & Gómez, M. A., 1994). Algunos autores han sugerido que, antes de desarrollar la metodología científica con los estudiantes, es necesario desarrollar la solución de

problemas (McIntosh, T. C., 1995). Históricamente, la destreza de solución de problemas se ha interpretado de diversos modos y algunos de ellos contradictorios (Mayer, R. E., 1983, Schoenfeld, 1989). Para efectos de este trabajo, definimos la destreza de solución de problemas como una situación en la cual hay que lograr una meta, pero la ruta o forma de llegar está bloqueada temporalmente (Barba, 1990).

El método de enseñanza de pensamiento reflexivo se basa en el postulado de que el estudiante aprenda haciendo y pensando sobre lo que hizo. Se ha demostrado que junto con este método se debe dar a los estudiantes un plan general de cómo resolver problemas (McIntosh, T. C., 1995). A continuación sugerimos un plan o pasos que debemos seguir al solucionar un problema (modificado de Barba, 1990):

1. Definir el problema
2. Desarrollar el plan de acción
3. Llevar a cabo el plan de acción
4. Determinar los efectos que tiene nuestro plan de acción.

Las técnicas de enseñanza

Para la enseñanza de ciencias, existe una buena variedad de técnicas que son cónsonas con el modelo cognitivo de la enseñanza. El maestro de ciencias debe hacer el mejor uso de éstas y, sobre todo, variarlas y/o alternarlas continuamente, de modo que el estudiante se beneficie ampliamente de todas ellas. Cada una de ellas tiene ventajas y desventajas en su uso y es aquí donde el maestro, por medio de su habilidad y creatividad, reduce las desventajas y aumenta las ventajas al máximo. A continuación aparece una breve reseña de las técnicas comúnmente usadas (éstas no son las únicas) en los procesos de enseñanza y aprendizaje en el área de ciencia.

La discusión: La técnica de discusión está basada en la formulación de preguntas. Esta técnica es una de las más importantes, pues es necesaria en todas las demás técnicas. La misma se puede usar en combinación con cualquier otra técnica, como, por ejemplo, el laboratorio, la excursión o la demostración. Esta técnica nos permite determinar las ideas de los estudiantes sobre los fenómenos o asuntos tratados en la clase y, por lo tanto, su entendimiento conceptual. En ésta se enfatiza la habilidad del estudiante para pensar. En otras palabras, desarrolla en el estudiante la habilidad de pensar científicamente. Ésta requiere que el maestro conozca el material a discutirse, que domine el arte de hacer preguntas (Dantonio, M., 1990), que sea paciente y permita que sus estudiantes obtengan la respuesta por ellos mismos y, sobre todo, que sea capaz de dirigir la discusión, pero que la misma sea llevada a cabo por los estudiantes. Cuando éstos se incorporan a una discusión, son ellos quienes analizan, evalúan o sintetizan; el maestro es sólo un guía que por

medio de preguntas los lleva al objetivo deseado. Una de las grandes ventajas de la discusión es que el maestro recibe la retrocomunicación inmediatamente de sus estudiantes. De esta forma puede saber si en realidad los estudiantes están comprendiendo el material que se discute, y el maestro puede tomar las medidas necesarias para resolver los problemas de entendimiento conceptual o afianzar el concepto.

La demostración: Se define la demostración como un proceso de enseñar o mostrar algo a otra persona o grupo. En el caso del salón de ciencias, se refiere a utilizar esta técnica para demostrar un proceso, una técnica de laboratorio, un experimento que demuestre un fenómeno particular, entre otros. Obviamente hay varias formas en las cuales se puede demostrar cualquiera de las anteriores. Una de esas formas es utilizar esta técnica enmarcada en el método de inducción, haciendo uso de preguntas. Una demostración inductiva tiene la ventaja de enfatizar el proceso de inquirir, que a su vez estimula a los estudiantes a analizar y hacer hipótesis basándose en su conocimiento.

La única forma en la cual los estudiantes aprenden a pensar es dándoles la oportunidad de que lo hagan. Una demostración inductiva provee esta oportunidad porque sus respuestas a las preguntas del maestro sirven de retrocomunicación. El maestro sabe si están comprendiendo o no. La retrocomunicación actúa como una guía para preguntas ulteriores que hacen descubrir los conceptos y principios envueltos en la demostración y el maestro está seguro de que sus estudiantes saben su significado y propósito.

Una demostración puede utilizarse con el método de solución de problemas, si envuelve una situación para la cual la solución no surge inmediatamente durante la clase y si se estructura la misma utilizando la metodología de inquirir (Boujaoude, S., 1995) Se recomienda la demostración cuando no hay suficientes materiales para que todos los estudiantes investiguen y manipulen, o cuando el experimento envuelve manejos de materiales peligrosos. Por otro lado, la demostración es muy útil cuando queremos seguir fielmente el proceso de razonamiento de los estudiantes.

El Laboratorio: A partir del 1950, el laboratorio se convierte en el centro de atención a todos los niveles de escuela secundaria. El método de inquirir se traduce en realizar buenos laboratorios. Enseñar por el método de inquirir requiere un enfoque filosófico diferente de parte del maestro así como de los estudiantes. Además, requiere niveles más altos de eficiencia en el uso de las herramientas de inquirir. Sin embargo, ya en la década del 60 había controversias sobre el tipo de laboratorio que se debía desarrollar y para qué se diseñaría el mismo (Comission on undergraduate education in the Biological Sciences, 1972). Estas herramientas consisten de las destrezas necesarias para inquirir. Por ejemplo, uno no puede aprender mucho sobre las fuerzas que causan aceleración sobre una masa, a menos que pueda hacer medidas cuidadosas de distancia, tiempo, fuerza y masa. Esto requiere un refinamiento de las destrezas de medir. El estudiante debe tener la oportunidad

de practicar las destrezas requeridas para una particular situación de inquirir; de otro modo la experiencia probablemente sea frustrante y el aprendizaje mínimo. En el laboratorio, además de los conceptos, se desarrolla una serie de destrezas específicas.

Existen cinco categorías de destrezas, las cuales deben desarrollarse en el laboratorio. Éstas son: adquisitivas, organizativas, creativas, manipulativas y comunicativas. Estas categorías no deben organizarse en orden de importancia o tratar de decir que una es más importante que otra. Dentro de cada categoría se enumeran destrezas específicas que están en orden de dificultad. En general, aquellas destrezas que requieren solamente el uso de los sentidos sin ayuda de instrumentos son más simples.

Existen varios tipos de laboratorio que se pueden diseñar para diferentes propósitos. Entre éstos se destacan los siguientes:

1. **El laboratorio de verificación y deducción** - Esta experiencia es la más común. El propósito de este tipo de laboratorio es el de ilustrar conceptos, principios y leyes. Los maestros presentan las ideas primero en la clase y luego se va al laboratorio para ilustrar, mostrar y verificar las ideas por medio de actividades concretas. Por ejemplo, un maestro de Biología discute en el salón de clases los tres tipos de bacterias y luego, en el laboratorio los estudiantes observan y clasifican las muestras basándose en la discusión previa. Este tipo de laboratorio da a los estudiantes un sistema estructural que les sirve de guía para llegar a unos resultados específicos.
2. **El laboratorio inductivo** - Este tipo es el opuesto al anterior. Le provee al estudiante la oportunidad de formar conceptos, principios, generalizaciones y leyes a través de experiencias directas. Los conceptos presentados a los estudiantes no han sido discutidos en el salón de clases. Los conceptos son formados por los propios estudiantes. Además, le da la oportunidad a los estudiantes de explorar ideas nuevas. En este tipo de experiencia, el estudiante trabaja con las diferentes fases de la experimentación y comprobación de hipótesis.
3. **El laboratorio para desarrollar los procesos en la ciencia** - Este tipo de laboratorio brinda la oportunidad al estudiante para que desarrolle las destrezas y procesos de pensamiento inherentes a los procesos de la ciencia. Entendemos que los procesos de la ciencia están presentes en todos los tipos de laboratorios, pero se pueden diseñar laboratorios específicos para desarrollar alguno de ellos en particular. Por ejemplo, podemos proveer a los estudiantes de un grupo de rocas, plantas o animales y pedirles que desarrollen un esquema de clasificación. En este tipo de laboratorio están enfatizando el proceso de clasificación aunque es obvio que se están usando otros procesos como observar e inferir. Otro ejemplo sería darle un sistema de péndulo y pedirle al estudiante que determine qué variables afectan el número de oscilaciones de éste. En este caso, estaríamos haciendo énfasis en el control de variables y en la formulación de hipótesis y la subsecuente comprobación de ésta.

4. **Laboratorios orientados a desarrollar destrezas técnicas** - Las destrezas técnicas de laboratorio son necesarias para realizar buenas actividades y recoger datos confiables. Se requieren destrezas manipulativas que envuelvan el desarrollo de la coordinación de las manos y los ojos, tales como enfocar un microscopio, manejar una lupa y montar algún equipo, entre otras. Muchos laboratorios dependen del uso de equipo que requiere habilidad y destrezas técnicas especiales. Por tal razón, se debe enfatizar en algunos laboratorios el uso adecuado y correcto de los equipos e instrumentos. Todos los maestros y estudiantes deben dominar las destrezas y técnicas básicas de laboratorio, además de todas las destrezas manipulativas asociadas a éstas.
5. **Laboratorio de exploración** - En ocasiones, los maestros permiten a los estudiantes que exploren una idea, concepto, principio o técnica sin un proceso estructural. En este tipo de laboratorio, se le da la libertad al estudiante para que explore y someta a prueba ideas. Este tipo de laboratorio fomenta la creatividad y el pensamiento científico en el estudiante. Llevándolo a sus formas más abiertas, se convierten en proyectos de investigación.

La excursión (viaje de campo): La excursión representa para los maestros de ciencias una gran oportunidad para desarrollar experiencias educativas únicas de contacto directo del estudiante con la naturaleza, un fenómeno natural, una situación o lugar, que de otro modo no tendrían. En el sentido más amplio, se traduce en cualquier actividad que se lleve a cabo fuera del salón de clases tradicional. Podemos ir de excursión desde el patio y facilidades de la escuela hasta los sitios más remotos de nuestra área geográfica particular o en la isla.

A los estudiantes les agrada mucho tener una excursión. Parte de esta motivación surge del hecho de que varía grandemente el estímulo para los estudiantes. En ocasiones, esta técnica puede ser totalmente novedosa para todo el grupo o una gran parte del mismo.

Como técnica instruccional, la excursión es mucho más significativa en la medida que sirve para aplicar métodos de solucionar problemas a situaciones reales. Por otro lado, en la excursión observamos y manipulamos objetos y fenómenos reales en su medio ambiente natural y no con simulaciones o modelos. Por ejemplo, se hace obvio que el mejor lugar para estudiar las plantas y los animales es su medio natural, y si queremos ver el fenómeno de turbulencias en las corrientes, el mejor lugar es un río.

Una excursión bien programada es una experiencia en la que los estudiantes tendrán una relación directa con los eventos, fenómenos, organismos y sistemas naturales. La probabilidad de lograr un aprendizaje adecuado es mayor que cuando hacemos actividades suplementarias en el salón. En ocasiones, no se tiene el concepto de excursión totalmente claro. La excursión no es un pasadía. Ésta tiene que estar bien planificada, con los objetivos instruccionales claramente establecidos, y el plan de acción: para lograrlos durante la

excursión debe estar diseñado y estructurado concretamente (Beiersdorfer, R.E. & Davis W. E., 1994; Kowal, P. B., 1995). Actualmente la tecnología ha añadido una dimensión no sospechada hace varios años, la excursión vía Internet. Se han diseñado viajes de campo a través de la red para llevar a los estudiantes a lugares en el ambiente que de otro modo no se puede lograr. El diseño de la excursión es muy similar al diseño de una excursión al lugar real (Munson, B. H., y otros 2003).

Representación de roles: En la representación de roles, los estudiantes ejecutan un rol asignado en una actuación que representa una situación real (del mundo del trabajo, político, social, científico y otros), con el propósito de entender la situación real más profundamente. Esta técnica permite que el estudiante represente una actuación, fungiendo como un miembro de la sociedad o comunidad que es parte de un problema o situación. Le permite al educando representar situaciones sociales o de otro tipo, resolviendo conflictos y recopilando información sobre las situaciones y desarrollar la destreza de asumir el rol de otro y mejorar las destrezas sociales (Lemlech, J. K., 1990). Esta técnica se puede utilizar para desarrollar destrezas de responsabilidad ciudadana y asesoría grupal.

Una situación típica de simulación de roles incluye las siguientes áreas (Cherif, A. H. & Somervill C. H., 1995):

- El problema a ser solucionado
- El personaje que se representa
- El rol que se ejecutará
- La información esencial que se recogerá
- El procedimiento de adaptación de la actuación.

La representación de roles descansa sobre el método de solución de problemas y la técnica de discusión. En ésta se combinan ambas junto con la actuación, para producir una técnica nueva. En la representación de roles se desarrollan unos objetivos generales, que son los siguientes (Cherif, A. H. & Somervill C. H., 1995):

- Desarrollo de destrezas del mundo del trabajo
- Destrezas de pensamiento y de solución de problemas
- Profundidad y alcance en los conceptos y vocabulario, y sus aplicaciones para la vida en nuestra sociedad tecnológica contemporánea
- Un entendimiento de las implicaciones sociales, políticas y económicas de los adelantos modernos de la tecnología

- Entendimiento y toma de conciencia de sus propias actitudes, sentimientos y valores y cómo éstos difieren de otros.

Estudio o análisis de casos: La técnica de estudio de casos se ha utilizado por mucho tiempo para desarrollar destrezas de razonamiento y conectar el aprendizaje de el salón de clases con el mundo real, en la psicología, los negocios, las leyes y la medicina. El estudio de casos permite que los estudiantes se involucren en el proceso de inquirir, proveyéndoles datos e información para que éstos lleguen a conclusiones. Se puede utilizar para desarrollar contenido, procesos y pensamiento crítico (Herried, C. F., 1994). El estudiante participa activamente obteniendo las conclusiones del análisis de datos. El estudiante tiene que, en ocasiones, ubicarse en el contexto del descubrimiento original. A medida que el estudiante se mueve de un estudio de caso a otro, se puede llevar por un proceso de descubrimiento similar al que siguió el investigador real (Andersen, H. O. & Koutnik, P. G., 1972). El diseño flexible del estudio de casos permite combinar esta técnica con otras. El estudio de casos se puede utilizar para lograr los siguientes objetivos (Smith, R. A. & Murphy, S. K., 1998; Richmond, G. & Neurither, B., 1998):

- Establecer conexiones e integrar el material
- Desarrollar sentido de logro en los estudiantes: los estudiantes pueden resolver problemas utilizando los materiales que tienen disponibles
- Aumentar el interés de los estudiantes
- Lograr mayor profundidad en un concepto en particular
- Definir el problema y diseñar sus propios experimentos
- Desarrollar destrezas de trabajo en grupo efectivamente
- Interpretar representaciones del conocimiento científico
- Recordar puntos esenciales, en lugar de memorizar datos.

Las simulaciones: En las ciencias naturales, existe una gran cantidad de conceptos que son abstractos y no se pueden presentar de un modo concreto en los diferentes niveles educativos. Las simulaciones son un modo excelente de presentar estos conceptos y hacerlos lo más concretos posibles. Una simulación es una representación del concepto o evento real, ya sea utilizando la tecnología o una representación con manipulativos. Aun para los científicos, las simulaciones son sumamente útiles para representar fenómenos que no se pueden estudiar directamente en la naturaleza por su complejidad. Actualmente la tecnología de calculadoras gráficas con los sensores y la tecnología basada en la computadora son herramientas excelentes para desarrollar simulaciones, en adición a los modos convencionales o tradicionales (Manipulativos o lápiz y papel). Estas

simulaciones proveen a los estudiantes de experiencias de fenómenos en el contexto de situaciones reales (Hirsch, G., 2002). Programas de simulaciones comerciales y educativas (ejemplos, Model It, Stella) están disponibles y accesibles para las escuelas en el mercado. Se ha demostrado que tanto las simulaciones convencionales (Contolini, N., 1996) como las que incorporan la tecnología (Rueter, J. G. & Perrin, N. A., 1999) son útiles para el desarrollo de conceptos abstractos, tales como secuenciación de DNA y relaciones entre las poblaciones, leyes de movimiento, ondas, reacciones químicas, fenómenos atmosféricos, entre otros. Por otro lado, las simulaciones desarrollan las destrezas de hacer predicciones y someter a prueba las mismas, de diseñar experimentos controlando variables y ver relaciones de causa-efecto, de desarrollar el pensamiento analógico transfiriendo el conocimiento de lo aprendido en la simulación a la situación real, y, al mismo tiempo, entendiendo las limitaciones de la simulación. La selección de la simulación, así como su realización en el salón de clases, debe ser planificada con mucho cuidado y tomando en cuenta tanto los aspectos del aprendizaje como los de enseñanza (Windsschit, M. A., 1998).

• • • Integración de la Tecnología en la Enseñanza de Ciencias

El desarrollo actual de la tecnología basada en la computadora (computadora, programas, multimedios, Internet, simulaciones, bancos de datos, bibliotecas electrónicas, etc.) tiene un efecto directo en la sociedad y por ende en la educación. La tecnología basada en la computadora ha entrado en nuestras vidas de un modo insospechado hace apenas 20 años. Está presente en todos los medios de comunicación, el mundo del trabajo y la producción, las transacciones económicas y de negocios, los equipos electrodomésticos, la transportación, la medicina y salud, la predicción del tiempo y en tantas otras áreas que es muy difícil mencionar alguna que no esté afectada por esta tecnología. Esta tecnología ha producido un caudal de información y de posibles aprendizajes al alcance de la sociedad en general y de los estudiantes en todos los niveles en particular.

En la educación, la tecnología de las computadoras y de las calculadoras gráficas y los sensores con el CBL (Computer Based Laboratory) ha introducido una nueva dimensión al desarrollo de conceptos y destrezas de ciencias. Esta tecnología permite a los estudiantes tomar datos utilizando sensores que se conectan a la calculadora y/o computadora para realizar experimentos que hace una década atrás no se pensaba que estudiantes de escuela intermedia o superior podían realizar. Por otro lado, las computadoras con programas especializados para diferentes acciones (productividad, análisis de datos, etc.) simulaciones y acceso a la Internet han abierto una dimensión adicional para la búsqueda, obtención y análisis de la información y el conocimiento en todos los niveles educativos. La tecnología provee la oportunidad para que los estudiantes tengan las condiciones de aprender de acuerdo con lo que la investigación sugiere que son las condiciones para un aprendizaje significativo, a saber: a) contexto del mundo real para aprender, b) acceso a expertos

fuera del ámbito escolar, c) herramientas para análisis y visualización, d) herramientas, destrezas e información para solucionar problemas, e) oportunidad de retrocomunicación inmediata, reflexión y revisión de lo realizado (Means, B., 2001). Del mismo modo que esta tecnología abre una gama de posibilidades para los maestros y los estudiantes de todos los niveles, plantea una serie de problemas que van desde el desarrollo y evaluación de los procesos y destrezas que se requieren para manejar la tecnología, hasta la evaluación de la información que obtenemos en la Internet y los aspectos éticos del manejo, uso y aplicaciones del conocimiento y la información (Walker, D., 1999).

Ante esta realidad, es necesario que los docentes y los hacedores de currículo, se pregunten: ¿tecnología para qué y por qué? Desde la perspectiva del Programa de Ciencias, el uso, el estudio y análisis de la tecnología, no son un fin en sí mismo, sino un medio (Ball, J., 1996; Owen, J. M., Calnin, G. T., Lambert, F. C., 2002); un medio para desarrollar destrezas altas de pensamiento y solucionar problemas más eficientemente. La tecnología debe ser utilizada para mejorar la calidad de vida y aportar al desarrollo integral del individuo. Debe ser utilizada para humanizar y aportar a preservar los valores de dignidad y libertad humana. Desde esta perspectiva, vemos la integración de la tecnología al salón de clases como una herramienta cognitiva (Jonassen, D. H., 2000). Vista de este modo, la tecnología es una extensión de nuestros sentidos y de nuestra capacidad mental de análisis, evaluación y razonamiento. Es necesario entonces que los currículos incorporen las destrezas tecnológicas de un modo reflexivo, crítico, humanizante e integrado al contexto curricular, para que los estudiantes desarrollen las destrezas de manejar la tecnología como un medio para obtener, analizar y operar sobre la información y el conocimiento (Grabe, M. & Grabe C., 2002). La tecnología provee y facilita la oportunidad, tanto para el docente como para el educando, de ser un aprendiz continuo a lo largo de toda la vida en una gran diversidad de áreas del conocimiento. Es la obligación de la educación en general y del Programa de Ciencias en particular desarrollar las capacidades del estudiante al máximo para que ese proceso ocurra.

Por otro lado, la tecnología facilita al maestro su propio desarrollo profesional proveyendo un medio rápido para obtener datos e información sobre múltiples aspectos relacionados con su profesión, la educación y áreas de contenido. Más aún, por medio de la Internet, los maestros pueden establecer y mantener entre ellos una comunidad virtual de aprendizaje que les permita estar capacitándose continuamente (Pallof, R. M., Pratt, K., 1999; Herbert, J. M., 1999). Los currículos de ciencias planteados en el país deben tomar en consideración de un modo deliberado estos aspectos relacionados con la tecnología.

• • • El Rol del Docente y del Educando en la Pedagogía Cognoscitiva

En la pedagogía basada en la teoría cognitiva del aprendizaje es importante que el docente entienda su rol y el del educando. En esta práctica educativa se tiene que eliminar la idea de la “educación bancaria” propuesta por Pablo Freyre, según la cual se decía que la educación tradicional es de este tipo, pues se le atribuye que el conocimiento se deposita en el estudiante y se pretende que el estudiante lo devuelva. La pedagogía cognoscitiva toma en cuenta cómo el estudiante aprende, el desarrollo cognitivo (psicológico y fisiológico del cerebro) así como el desarrollo físico del estudiante. Se basa en que el estudiante es el centro del proceso de enseñanza y obviamente del aprendizaje. El protagonista es el estudiante y no el docente (Rosene, D. & R. Hubler, 1989). La relación de poder que existe actualmente según la cual el maestro es quien controla el conocimiento y es poseedor del conocimiento cambia a una relación democrática en la que el conocimiento se busca y se comparte por todos juntos, el docente y los estudiantes. El docente y el educando, y los educandos entre sí y con el docente, establecen una comunidad de diálogo continuo en la que juntos comparten el ambiente y el contexto en el cual se da el aprendizaje. Los maestros, en esta pedagogía, realizan las siguientes acciones:

- Aceptan y fomentan la autonomía e iniciativa del estudiante.
- Utilizan los datos crudos y fuentes primarias conjuntamente con manipulativos y materiales interactivos.
- Utilizan terminología cognitiva como “clasificar”, “analizar”, “predecir” y “crear” cuando estructuran tareas.
- Consideran las respuestas de los estudiantes para dirigir sus lecciones, cambiar estrategias de instrucción y alterar el contenido.
- Inquieran sobre el entendimiento de conceptos de los estudiantes antes de compartir su propio entendimiento de estos conceptos.
- Promueven que los estudiantes se involucren en diálogos, tanto con el maestro como entre sí.

Cuando el maestro actúa de este modo está provocando que los estudiantes asuman un rol en el que éstos:

- Sean aprendices autónomos, motivados y creativos.

- Participen activamente en su experiencia educativa y en la construcción del conocimiento.
- Analicen y resuelvan problemas desde diferentes perspectivas.
- Puedan cuestionar de forma constructiva y pensar críticamente.
- Integren los conocimientos con las experiencias cotidianas.
- Colaboren con otros en el aprendizaje y trabajen efectivamente en grupos.
- Establezcan conexiones entre los diferentes conceptos e integren los campos del conocimiento.

EL PROCESO DE “ASSESSMENT” EN EL PROGRAMA DE CIENCIAS NATURALES

••• Los Propósitos del “Assessment”

El “assessment” es un proceso sistemático, comprensivo, continuo, colaborativo y amplio en el que se recopila información, a través de múltiples estrategias, para monitorear el desarrollo de los conceptos, las destrezas y actitudes del estudiante, con el objetivo de lograr una educación de excelencia. Este proceso está alineado con los estándares de contenido que presenta el Documento de Estándares de Excelencia del Programa de Ciencias.

La educación en ciencias debe desarrollar al máximo el potencial de cada estudiante en los aspectos cognoscitivo, afectivo y sicomotor. El nuevo paradigma de la enseñanza de las ciencias establece que el maestro debe generar cambios en el currículo, en las estrategias y en la metodología de la enseñanza de estas disciplinas. Asimismo, debe proveer para que haya un proceso de “assessment”, cuyo propósito sea la obtención de información válida y confiable orientada a la toma de decisiones para el logro de una mayor efectividad y eficiencia en el aprendizaje y en las estrategias de enseñanza. Para usar el “assessment” en el salón de clases y mejorar el aprovechamiento, los maestros tienen que cambiar su visión del “assessment” y la interpretación de los resultados. Específicamente tiene que ver el “assessment” como una parte integral de los procesos de enseñanza y aprendizaje y que el mismo está diseñado para ayudar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje (Guskey, T. R., 2003). En el “assessment” para el aprendizaje, tanto el docente como el educando utilizan la información para modificar las actividades de aprendizaje y enseñanza (Chappuis, S. & Stiggins R. J., 2002).

Los propósitos fundamentales del “assessment” son:

- Dirigir la toma de decisiones en los procesos de enseñanza y aprendizaje para diseñar el proceso de instrucción. Esto implica:
 - ◇ Identificar las áreas de dificultad grupal e individual
 - ◇ Redirigir, modificar e innovar el proceso de enseñanza
 - ◇ Establecer las estrategias de enseñanza.
- Proveer la oportunidad a cada estudiante para que aplique las destrezas de pensamiento crítico, de experimentación, la manipulación de instrumentos científicos y tecnológicos, y la solución de problemas

- Emitir juicios más justos sobre el aprendizaje y el aprovechamiento académico del estudiante
- Proveer evidencia sobre la efectividad e impacto de programas, currículos y proyectos innovadores
- Proveer retrocomunicación auténtica y significativa a todos los integrantes del sistema educativo para tomar mejores decisiones y cumplir con las metas establecidas
- Proveer para que los estudiantes demuestren la comprensión del conocimiento, el significado de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, y puedan aplicar las destrezas de investigación científica y el razonamiento práctico.

... Principios del “Assessment”

Estos principios generales pueden ser aplicados al proceso de “assessment” del estudiante para cualquier nivel de escolaridad.

Primer principio:

- El “assessment” para todo nivel debe ser alineado con los estándares curriculares que establecen lo que los estudiantes deben saber y ser capaces de hacer con el conocimiento, así como las destrezas y los procesos científicos.

Todo programa de “assessment” debe estar alineado con los parámetros de excelencia que llevan a una mejor calidad de enseñanza. Además, debe proveer una información más completa del conocimiento y el entendimiento que tiene el estudiante de la ciencia.

Segundo principio:

- El “assessment” debe mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

El “assessment” ofrece retrocomunicación al maestro, a los estudiantes, a los administradores, a los padres y a la comunidad sobre la forma en que se puede mejorar la enseñanza y el aprendizaje para una mejor calidad educativa.

Tercer principio:

- El “assessment” debe promover el desarrollo de las capacidades de todos los estudiantes.

El “assessment” promueve que el maestro utilice diferentes técnicas de enseñanza para atender los distintos estilos de aprendizaje y desarrollar al máximo las destrezas y el potencial de todos los estudiantes. Éstas deben estimular a descubrir y construir ideas; asimismo, a establecer conexiones e integrar diferentes áreas del conocimiento. Estas estrategias y técnicas de enseñanza deben estar basadas en cómo los estudiantes aprenden.

Cuarto principio:

- En el “assessment”, se debe identificar el propósito y el contexto en donde va a ser utilizado, el tipo de información que se desea obtener y el uso que el maestro le va a dar a la información.

El “assessment” debe ser implantado de tal forma que el instrumento sea utilizado e interpretado correctamente, de acuerdo con los propósitos establecidos. Ofrece oportunidad al maestro para incorporar estrategias de manera que pueda emitir un mejor juicio sobre el aprendizaje de sus estudiantes.

... El “Assessment” en Ciencias

El maestro que desarrolla el aprendizaje, la enseñanza y el “assessment” en forma integrada en su salón de clases, está verdaderamente evaluando de un modo diferente (Guskey, T. R. 2003). Los maestros deben ser capaces de:

- Entender la variedad de instrumentos de “assessment” y de las estrategias, como también las fortalezas, aplicaciones y limitaciones de cada uno de estos instrumentos
- Tener instrumentos efectivos para cada propósito de “assessment”
- Evaluar a los estudiantes informal y frecuentemente
- Emitir juicios sobre el aprovechamiento de cada estudiante basado en el resultado del “assessment”
- Informar a los estudiantes, padres y administradores sobre el progreso en un tiempo razonable y de una manera significativa.

El maestro de ciencias debe capacitarse continuamente para reformar y revitalizar el proceso de “assessment” en el salón de clases. Este nuevo enfoque en la implantación de las técnicas y estrategias de “assessment” ejercen una influencia positiva en todos los aspectos de la educación científica. A las pruebas de lápiz y papel, que es uno de los criterios más utilizado por el maestro para medir el aprendizaje de sus estudiantes, se añade una variedad de técnicas de “assessment” que se definen más adelante.

El maestro de ciencias debe fundamentar el proceso de “assessment” en su salón de clases, basándose en los siguientes postulados:

1. El “assessment” debe estar alineado con los estándares, los conceptos, las destrezas, los procesos, los valores y actitudes inherentes a la ciencia que deben desarrollar todos y cada uno de los estudiantes.
2. Las prácticas de “assessment” deben promover que el estudiante conozca la importancia de éste para tomar decisiones y aplicarlas en la solución de problemas que se presentan en su diario vivir.
3. Se debe utilizar variedad de métodos de “assessment” para evaluar si los procesos de enseñanza y aprendizaje responden a los estándares curriculares de ciencia.
4. Se debe informar a los estudiantes, padres, administradores, a la comunidad y al público en general sobre las prácticas de “assessment” y sus usos.

Para lograr un “assessment” efectivo en el proceso de enseñanza de ciencias, éste debe tener las siguientes características:

- Ser congruente con las metas y los objetivos del currículo
- Involucrar, tanto el análisis del proceso, como el producto del aprendizaje
- Ser mucho más que actividades basadas en la ejecución
- Utilizar la teoría cognoscitiva y el enfoque constructivista que apoyan la necesidad de integrar los métodos y técnicas de “assessment” el contenido curricular y los resultados
- Proveer datos sustentados para tomar decisiones bien formadas sobre el aprendizaje del estudiante
- Proveer amplia retrocomunicación sobre el desarrollo intelectual, moral y emocional del estudiante
- Ofrecer oportunidades para desarrollar los niveles más altos del pensamiento, mientras se provee la oportunidad para que el estudiante aprenda, a medida que es evaluado
- Ajustar el proceso, tanto para la evaluación grupal como individual
- Proveer información práctica y útil para el maestro y el estudiante.

Para que el maestro de ciencias tenga una visión más amplia sobre el desarrollo del “assessment” en el salón de clases, debe conocer a cabalidad los estándares que aparecen

en el documento de Estándares de Excelencia de Ciencia (**Apéndice C**). Éstos son los criterios que sirven de guía para juzgar la excelencia y la calidad del “assessment” del aprendizaje del estudiante de ciencia. La Tabla 1, que aparece a continuación, recoge en forma sintetizada muchos de los aspectos presentados.

Tabla 1: UTILIDAD DEL “ASSESSMENT” PARA LOS DIFERENTES COMPONENTES INHERENTES AL SISTEMA EDUCATIVO

Estudiante	Maestro	Padres	Administrador Escolar	Consejo Escolar	Comunidad en General
Provee la información para tomar decisiones sobre su aprendizaje en la ciencia.	Provee la información que necesita para hacer decisiones cuidadosas sobre qué puede hacer para ayudar a los estudiantes en el desarrollo de las habilidades o destrezas científicas.	Sirve para participar y apoyar en la toma de decisiones para que sus hijos mejoren en el aprendizaje científico.	Sirve para tomar decisiones que conciernen a la efectividad que tiene el Programa de Ciencias en su escuela, distrito, región o a nivel nacional.	Colabora para que sus decisiones dirijan en forma positiva los cambios en el proceso de enseñanza aprendizaje de su escuela.	Contribuye en la toma de decisiones sobre la efectividad del sistema de educación científica y de las personas que dirigen el mismo.
Identifica sus fortalezas y sus limitaciones.	Autoevalúa su labor.	Ayuda a sus hijos a superarse en sus limitaciones.	Determina el nivel de aprovechamiento de los estudiantes.	Monitorea la efectividad de los cambios curriculares e innovaciones.	Determina la necesidad de los recursos humanos, económicos y físicos para la implantación de nuevos cambios educativos.
Reflexiona sobre su aprendizaje.	Determina la efectividad de sus estrategias y técnicas instruccionales.	Ayuda a sus hijos a fortalecer sus destrezas y capacidades.	Indica la efectividad del currículo en los distintos grados.	Establece cambios en la organización escolar.	
Autoevalúa su labor.	Identifica áreas para su desarrollo profesional.	Colabora con el maestro en el proceso de enseñanza aprendizaje.	Apoya el establecimiento de cambios e innovaciones en el currículo.	Colabora en la adquisición de recursos que ayudan a mejorar el aprendizaje de los estudiantes.	
Crea conciencia de su responsabilidad en el proceso de aprendizaje.	Reflexiona sobre su práctica educativa.	Ayuda a sus hijos a desarrollar hábitos de estudio.	Desarrolla planes de reestructuración escolar.		
Mejora su autoestima.	Modifica el proceso de enseñanza.		Determina el impacto de programas innovadores.		

... Principios Éticos que Rigen el “Assessment”

El docente debe regirse por una serie de principios éticos que rigen el “assessment”. Podemos señalar los siguientes como esenciales y los mismos deben ser tomados en cuenta por los docentes.

- Reconoce y respeta la diversidad e individualidad de los estudiantes en relación con su capacidad y estilos de aprendizaje.
- Informa el tipo de evaluación que utilizará de forma clara, precisa y concisa al estudiante, a los padres y a los administradores.
- Mantiene la confidencialidad de los documentos de los estudiantes.
- Es custodio de los documentos de los estudiantes.
- Desempeña su responsabilidad con justicia.
- Trata con respeto y dignidad la labor del estudiante.
- Provee y utiliza con el estudiante diversas técnicas que le permiten demostrar lo que aprendió.

... Técnicas de “Assessment” que se Recomiendan en Ciencias

Las técnicas de “assessment” son parte esencial del proceso educativo en general y del proceso de enseñanza en particular (Rakow, S. J., 1992). Mediante éstas se recopila información que evidencie que se están desarrollando los conceptos, las destrezas y las actitudes del estudiante, para que su educación sea de excelencia. El maestro debe conocer las técnicas, su uso y la forma más efectiva de utilizar cada una de ellas de acuerdo con el objetivo trazado y con el tipo de información que quiere recopilar.

Algunas técnicas de “assessment”, entre otras, que puede utilizar el maestro de ciencias en el salón de clases son: Portafolio, Mapas de Conceptos, Rúbrica, Diario Reflexivo, Tirillas Cómicas, Tarea de Ejecución, Pregunta Abierta, Lista de Cotejo, Redacción Reflexiva y Poemas Concretos. Sin embargo, hay unas técnicas de “assessment” que están basadas en la teoría cognitiva del aprendizaje y alineadas, por tanto, con los métodos recomendados arriba y que están muy relacionadas con el desarrollo conceptual, las destrezas y los procesos, así como, con las destrezas altas de pensamiento. Queremos resaltar éstas como altamente recomendadas para cualquier currículo de ciencias desarrollado para los diferentes niveles, y las describimos brevemente a continuación. Esta descripción no es exhaustiva y queremos recalcar que los diseñadores de currículo, así como los docentes deben conocer las mismas con mayor profundidad para utilizarlas adecuadamente.

Tareas de ejecución: En esta técnica se requiere que el estudiante ejecute alguna acción para construir su respuesta y aplique el conocimiento aprendido, y en ocasiones construya un conocimiento nuevo o un producto nuevo (Marzano, R. J., Pickering, D., McTighe, J., 1993). Cuando hablamos de producto queremos decir que hay algo concreto, una pieza acabada, un resultado experimental, un proceso; puede ir desde una obra de arte, una producción escrita, o algún objeto o creación del estudiante. La tarea que se le asigna al estudiante debe ser lo más cercana posible al mundo real. Las tareas de ejecución son muy variadas y pueden ir desde la producción de una respuesta escrita hasta la presentación de modelos y construcciones muy sofisticadas (Medina-Díaz, M. del R. & Verdejo-Carrión, A. L., 2000). Algunos autores separan las categorías de **tareas de ejecución** y **las tareas de ejecución auténticas**. Sin embargo, otros autores ven éstas como una gradación dentro de un continuo y recomiendan incluir ambas bajo la categoría de tareas de ejecución (Marzano, R. J., 2000). Una característica importante de la tarea de ejecución es que se puede integrar de un modo perfecto al proceso de enseñanza, y la dicotomía entre enseñanza y “assessment” desaparece. Por otro lado, esta técnica es altamente recomendada para evaluar el desarrollo de destrezas altas de pensamiento (Burke, K., 2001). Esta técnica se puede combinar perfectamente con la solución de problemas, la demostración y el laboratorio, para formular una tarea con la que en realidad podamos determinar lo que saben los estudiantes y lo que pueden hacer con lo que saben (Doran, R. y Hejaily, N., 1992).

Preguntas abiertas (tipo ensayo): En las preguntas abiertas, los estudiantes esbozan una respuesta en la cual demuestran el entendimiento conceptual y la aplicación del mismo a nuevas situaciones (Aguirre, M., 2001) En la formulación de la respuesta, tanto los conceptos presentados como la claridad y la lógica estructural del ensayo son importantes (Marzano, R. J., 2000). Las preguntas abiertas se pueden combinar con cualquier técnica de enseñanza para determinar el conocimiento de los estudiantes en cualquier tema o concepto. Por otro lado, las destrezas inherentes al lenguaje son evaluadas utilizando esta técnica en el contexto de ciencias.

Mapas de conceptos: Los mapas de conceptos son representaciones visuales que presentan jerarquías de generalizaciones, conectadas por preposiciones dentro de un sistema relacionado de conceptos (Cliburn, J. W. Jr., 1990). Los mapas de conceptos pensados cuidadosamente se pueden utilizar como sustitutos de técnicas de “assessment” más tradicionales (Maldonado, E. & Álvarez, H. J., 1992). Los mapas de conceptos producidos por los estudiantes se pueden evaluar y asignarles puntuaciones por los diferentes componentes del mismo: jerarquía, relaciones y ramificaciones. De este modo se puede determinar el nivel de ejecución del estudiante y los diferentes componentes que intervienen en el mapa (Maldonado, E. & Álvarez, H. J., 1992).

Listas de cotejo: Esta técnica está basada en la observación de la ejecución de los estudiantes (Aguirre, M., 2001). Provee un medio simple y sencillo para recoger información de un comportamiento o característica particular en una situación dada (Medina-Díaz, M. del R. & Verdejo-Carrión, A. L., 2000). Las listas de cotejo son una serie de criterios que se colocan bajo una categoría dada y a los que se les puede dar valor numérico o se reportan como manifestados o no manifestados de acuerdo con la ejecución de los estudiantes. Son especialmente efectivas cuando se combinan con una tarea de ejecución que permite observar la acción (ejecutoria) del estudiante. Es altamente recomendada para evaluar destrezas de laboratorio y de los procesos de la ciencia. Esta técnica es también adecuada para evaluar las destrezas altas de pensamiento y la dimensión afectiva y valorativa del proceso de aprendizaje.

Mapas mentales pictóricos: El mapa pictórico, al igual que cualquiera otra de las técnicas dentro de los organizadores gráficos, incluyendo los mapas de conceptos, se basa en el funcionamiento natural del cerebro en buscar y establecer patrones durante el proceso de aprendizaje. Esta técnica, que se basa en el trabajo de Tony Buzan (Buzan, T., 1979), se puede utilizar para que los estudiantes desarrollen conceptos y generen ideas nuevas sobre el tema o asunto que se esté evaluando. A diferencia de otros organizadores gráficos, éste es más holográfico (añade, dibujos, colores, diagramas, etc.) y carece de una jerarquía específica (Aguirre, M., 2001, Hyerle, D., 1996). Esta técnica es propia para inferir el nivel de entendimiento conceptual y la integración de los conceptos al esquema teórico que tienen los estudiantes.

Rúbricas: En realidad no es una técnica de “assessment”. Es una escala formal de “assessment” que describe las respuestas apropiadas en niveles crecientes de la adecuación de la ejecución. La escala se utiliza para diferenciar los niveles de ejecutorias de los estudiantes, identificando todos los atributos requeridos de calidad o desarrollo en un proceso, producto o ejecución (Martin-Niep, G. O., 2000). La misma se puede utilizar en combinación con cualquiera de las técnicas mencionadas arriba; de hecho, la rúbrica es un modo de dar valor a diferentes aspectos de la ejecución de los estudiantes que se pueda manifestar por medio de presentaciones orales o escritas, laboratorio, demostración, solución de problemas, excursión, paneles, debates, entre tantas otras (Aguirre, M., 2001). Existen diferentes tipos de rúbricas, pero las más comunes son : a) holística, que asigna una sola puntuación a un producto total del proceso o ejecución, y que por diseño hace énfasis en el total y no en las partes; b) analítica, que rompe el proceso, ejecución o producto en sus atributos o dimensiones críticos. Las rúbricas benefician tanto al docente como al alumno. Ayudan al maestro a clarificar qué se pretende del estudiante y puede describir esto en una rúbrica, y el estudiante puede entender lo que se espera de él para realizar la tarea y, por ende, entiende cuáles son los elementos esenciales de dicha tarea (Martin-Niep, G. O., 2000).



REFERENCIAS

- Aguirre, M. (2001). *Assessment en el salón de clases*. San Juan. P. R.: Pub. Yuquiyú.
- Aldridge, B. (1995). High school science reform. *The Science Teacher*, 62 (4), 46-49.
- Andersen, H. O. & Koutnik, P. G. (1972). *Toward more effective science education in secondary education*. New York: Macmillan Company.
- Ball, J. (1996). Technology infusion strategy. *The Science Teacher*, 63 (3), 51-53.
- Beiersdorfer, R.E. & Davis W. E. (1994). Suggestions for planning a class field trip. *Journal of College Science Teaching*. 23 (5), 307-311.
- Bodinar, N. J. (1995). Staking a claim with the standards. *The Science Teacher*, 62 (7), 34.
- Borich, G.D. (1988). *Effective teaching methods*. Ohio: Merrill Pub. Co.
- Boujaoude, S. (1995). Demonstrating the nature of science. *The Science Teacher*, 62 (4), 46-49.
- Burke, K. (2001). Performance to assess standards and intellectual growth. In Costa, A. L. (Ed) *Developing minds: A resource book for teaching thinking*. 3rd ed. Alexandria, Virginia. USA: ASCD.
- Buzan, T. (1979). *Use both sides of your brain*. New York: E. P. Dutton.
- Bybee, R., et al. (1990). *Science and technology education for the middle years*.
- Carin, A. A. & Sund, R. B. (1989). *Teaching modern science*. Ohio, USA: Merrill Pub. Co.
- Carin, A. A. & Sund, R. B. (1985). *Teaching science through discovery*. Ohio, USA: Merrill Pub. Co.
- Collete, A.T & Chiappetta, E. L. (1986). *Science instruction in the middle and secondary schools*. Ohio, USA: Merrill Pub. Co.
- Cavallo, A, M. L. & Dunphey P. A. (2002). Sticking together: A learning cycle investigation about water. *The Science Teacher*, 69 (8), 24-28.
- Chappuis, S. & Stiggins R. J. (2002). Classroom assessment for Learning. *Educational Leadership*, 60 (1), 40-43.
- Cherif, A. H. & Somervill, C. H. (1995). Maximizing learning: Using role playing in the classroom. *The American Biology Teacher*, 57 (1), 28-33.

- Cliburn, J. W. Jr. (1990). Concept maps to promote meaningful learning. *Journal of College Science Teacher*, 19 (4), 212-217.
- Clough M.P., Robert Clark. (1994). Constructivism. *The Science Teacher*, 47-49.
- Cobern, W. W; Gibson, A. D. & Underwood, S. A. (1995). Valuing scientific literacy. *The Science Teacher*, 62 (9), 28-31.
- Collete, A. T. & Chiappetta E. L. (1986). *Science instruction in the middle and secondary schools*. Ohio, USA: Merrill Pub. Co.
- Comission on Undergraduate Education in The Biological Sciences. (1972). *The laboratory: a place to investigate*. Publication No. 33.
- Contolini, N. (1996). DNA Sequencing simulation. *The Science Teacher*, 63 (4), 26-29.
- Cooper, M. (1993). Cooperative chemistry laboratories. Cooperative learning. *The Magazine for Cooperation in Education*, 13 (3), 37.
- Damián, C. (2002). The Power of Convergent Learning. *enc focus*, 9 (2), 12-15.
- Dantonio, M. (1990). *How can we create thinkers? Questioning strategies that work for teachers*. Bloomington, Indiana, USA: National Educational Services.
- Departamento de Educación de Puerto Rico. (1996, 2000). *Los Estándares de Contenido en Ciencias*.
- DiBiase, W. J Mahler, J. & Melton, B. (2002). Reflecting on a Misconception. *The Science Teacher*, 69 (2), 24-28.
- Doran, R. & Hejaily, N. (1992). Hands-On evaluation: A how to guide. *Science Scope*, 15 (6), 9-11.
- Driver, R. 1987. Un Enfoque Constructivista para el Desarrollo del Currículo en Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 109-120.
- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1992). Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. *Ministerio de Educación y Ciencia*. Ediciones Morata.
- Duckworth, E. (1996). *The having of wonderful ideas: And other essays on teaching and learning*. 2nd ed. (1996). Teachers College, Columbia University. New York, USA.
- Ellis, A. K. & Fouts, J. T. (1993). *Cooperative Learning. Research on Educational Innovations*. USA: The Library of Innovation. Eye on Education.

- Fogarty, R. (Ed) (1993). *Integrating the curricula: A collection*. Arlington, Illinois, USA: IRI/Skylight Training and Pub. Inc.
- Frawley, W. (1997). *Vigotski y la Ciencia Cognitiva*. Barcelona, España: Paidós.
- Friedrichsen, P. M. (2001). Moving from hands-on to inquiry-based: A biology course for prospective elementary teachers. *The American Biology Teacher*, 63 (8), 562-568.
- Gardner, H. (1985). *The mind's new science: A history of the cognitive revolution*. USA: Basic Books.
- Grabe, M. & Grabe, C. (2000). *Integrating the internet for meaningful learning*. New York, USA: Houghton Mifflin Co.
- Guskey, T. R. (2003). How classroom assessment improbó learning. *Educational Leadership*, 60 (5), 6- 11.
- Henson, K.T. (1988). *Methods and strategies for teaching in secondary and middle schools*. New York: Longman, Inc.
- Herried, C. F. (1994). Journal articles as case studies: The new england journal of medicine on breast cancer: Promoting critical thinking in science. *J. Coll. Science Teacher*, 23 (6), 349-355.
- Hirsch, G. (2002). Teaching physics with dynamic simulation. *The Science Teacher*, 9 (9), 31-35.
- Holloway, J. H. (2000). How does the brain learn science. *Educational Leadership*, 58(8), 85-86.
- Hyerle, D. (1996). Visual tools for mapping minds. In Costa, A. L. (Ed) *Developing minds: A resource book for teaching thinking*. 3rd ed. Alexandria, Virginia, USA: ASCD.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T. & Johnson, E. (1994). *The new circles of learning: Cooperation in the classroom*. Virginia, USA: ASCD.
- Jonassen, D. H & Grabowski, B. L. (1993). *Handbook of individual differences: Learning and instructions*. New jersey: Lawrence Erlbaum Assoc. Pub.
- Jonassen, D. H. (2000). *Computers as mind tools for schools: Engaging critical thinking*. 2nd ed. New Jersey, USA: Merrill.
- Kagan, S. (1994). *Cooperative learning*. California, USA: Resources for Teacher, Inc.
- Karmondy, E. J., (1990). Ethics and Values in the Biology Classroom. *The American Biology Teacher*, 52 (7), 403-407.

- Krynock, K. & Rob, L. (1999). Problem solved: How to coach cognition. *Educational Leadership*, 57 (3), 29-33.
- Lemlech, J. K. (1990). *Curriculum and instructional methods for the elementary school*. 2nd ed. New York, USA: MacMillan Pub. Co.
- Lozano, A. (2001). A survey of thinking and learning styles. In Arthur L. Costa, Ed. *Developing minds: A resource book for teaching thinking*. 3rd ed. Alexandria, USA: ASCD.
- Maldonado, E. (2003). Desarrollo del concepto densidad en los estudiantes de diversos grados del sistema escolar de Puerto Rico. Tesis Doctoral sin publicar. Educación, UPR, Río Piedras, Puerto Rico.
- Maldonado, E. & Álvarez, H. J. (1992). Mapping out students' abilities. *Science Scope*, 15 (6), 41 - 43.
- Marek, E. A. & Cavallo, A. M. L. (1997). *The learning cycle: Elementary school and beyond*. Heinemann, USA: Portsmouth, N. H.
- Martín-Hansen, L. (2002). Defining inquiry. *The Science Teacher*, 69 (2), 34-37.
- Martin-Niep, G. O. (2000). *Becoming a better teacher: Eight innovations that work*. Alexandria, Virginia, USA: ASCD.
- Marzano, R. J. (2000). *Transforming Classroom Grading*. Alexandria, Virginia, USA: ASCD.
- Marzano, R. J., Pickering, D. , McTighe, J. (1993). *Assessing students outcomes: Performance assessment using the dimensions of learnig model*. Alexandria, Virginia, USA: ASCD.
- Mayer, R. E. (1983). *Thinking, problem solving, cognition*. New York, USA: H.W. Freeman & Co.
- McIntosh, T. C. (1995). Problem-Solving processes. *The Science Teacher*, 62 (4), 16-19.
- Means, B. (2001). Technology use in tomorrow's schools. *Educational Leadership*, 58 (4), 57-61.
- Medina-Díaz, M. del R. & Verdejo-Carrión, A. L. (2000). *Evaluación del Aprendizaje Estudiantil*. 2da ed. San Juan: Isla Negra Editores.
- Miner, E. (1999). *Árboles y plantas en peligro de extinción en Puerto Rico*. Puerto Rico: First Book Pub.
- Montague, E. J. (1987). *Fundamentals of secondary classroom instruction*. Ohio, USA: Merrill Pub. Co.

- Munson, B. H., et al. (2003). Field trips online. *The Science Teacher*, 70 (1), 44-49.
- Nelson, G. D. (1999). Science literacy for all in the 21st century. *Educational Leadership*, 57 (2), 14-17.
- Orlich, D.C. (1989). Science inquiry and the commonplace. *Science and Children*, 26 (6), 22-24.
- Ossont, D. (1993). How I use cooperative learning. *Science Scope*, 16 (8), 28 - 31
- Owen, J. M., Calnin, G. T., Lambert, F. C. (2002). Evaluation of information technology. In Altschuld J. M. & Kumar D. D. (Ed.) *Evaluation of Science and Technology Education at the Dawn of a New Millenium*. New york, USA: Kluver Academic/Plenum Pub.
- Perkins, D. (1999). The many faces of constructivism. *Educational Leadership*, 57 (3), 6-11.
- Piaget, J. (1999). *El estructuralismo*. México: Publicaciones Cruz.
- Pozo, J. I. & Gómez, M. A. (1994). La solución de problemas en ciencias de la naturaleza. En Ignacio Pozo et al. Ed. *La solución de Problemas*. Santillana, España: Aula XXI.
- Rakow, S. J. (1992). Assessment: A driving force. *Science Scope*, 15 (6), 9-11.
- Richmond, G. & Neurither, B. (1998). Making a case for cases. *The American Biology Teacher*, 60 (5), 328-334.
- Rosene, D. & R. Hubler. (1989). Would you like to be a student in your classroom? *Science Scope*, 13 (1), 26 - 29.
- Rueter, J. G. & Perrin, N. A. (1999). Using a simulation to teach food web dynamics. *The Amer. Biol. Teacher*, 61 (2), 116-123.
- Ruggiero, V. R. (1988). *teaching thinking across the curriculum*. New York, USA: Harper & Row Publishers.
- Sánchez-Ron, J. M. (2000). *El siglo de la ciencia*. España: Taurus.
- Scherer, M. (1999). The understanding pathway: A conversation with howard gardner. *Educational Leaderships*, 57 (3), 12-15
- Self, C.C.; Nally, M.A. & D. Self. (1989). Science as a process: Modus operandi. *The American Biology Teacher*, 51 (3), 159-161.
- Slavin, R. (1990). Research on cooperative learning: Consensus and controversy. *Educational Leadership*, 47 (4), 52-54.

- Slavin, R. (1991). Synthesis of research on cooperative learning. *Educational Leadership*, 48 (5), 71-82.
- Smith, R. A. & Murphy S. K. (1998). Using case studies to increase learning and interest in biology. *The American Biology Teacher*, 60 (4), 265-267.
- Snell, V., Baumgartner, L., Seaver, D. (2002). Design and decision making. *The Science Teacher*, 67 (6), 29-31.
- Sternberg, R. J. (2001). Thinking styles. In Arthur L. Costa, Ed. *Developing minds: A resource book for teaching thinking*. 3rd ed. Alexandria, USA: ASCD.
- Sund, R. B., L.W., Trowbridge. (1973). *Teaching science by inquiry in the secondary school*. Ohio, USA: Bell and Howell.
- Swartz, R. J. & Fisher, S. D. (2001). Teaching thinking in science. In A. L. Costa, Ed. *Developing minds: A resource book for teaching thinking*. 3rd ed. Alexandria, Virginia, USA: ASCD.
- Talanquer, V. (2002). Minimizing misconceptions. *The Science Teacher*, 69 (8), 46-49.
- Torp, L. & Sage, S. (2002). *Problems as possibilities: Problem - Based learning for K-16 education*. Alexandria, Virginia: ASCD.
- Trowbridge, L.W.; Bybee, R.W. & R.B., Sund. (1981). *Becoming a Secondary School Science Teacher*. Ohio, USA: Merrill Pub. Co.
- UNESCO (1996). *La educación encierra un tesoro*. Informe de la UNESCO, Santillana.
- Van Scotter, P., Bybee, R. G. & Dougherty, M. J. (2000). fundamentals of integrated science. *The Science Teacher*, 67 (6), 24-28.
- Vigotski, L. (1999). *Thought and language*. Ed. Kozulin, A. Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Villarini, A. R. et al. (1988). *La enseñanza orientada al desarrollo del pensamiento*, 62 (7), 28. San Juan, P.R.
- Walker, D. (1999). Technology and literacy: Raising the bar. *Educational Leadership*, 57(2), 18-21.
- Walker, D. (1999). Technology and literacy: Raising the bar. *Educational Leadership*, 57 (2), 18-21.
- Windschitl, M. A. (1998). A practical guide for incorporating computer-based simulations into science instruction. *The American Biology Teacher*, 60 (2), 92-97.

Referencias no citadas

- Anderson, H. O. (1994). *Teaching Toward (2000); Examining Science Education*.
- Bereiter, C. (1994). Constructivism, Socioculturalism and Popper's World 3. *Educational Researcher*, 23 (7), 21.
- Berman, S. (1993). *Catch them thinking in science*. Illinois, USA: Skylight Publishing.
- Brooks J., Brook, M. G. (1983). *In search for understanding: The case for the constructivist classroom*. Alexandria, VA, USA: Chicago Press.
- Collete, A.T. (1973). *Science teaching in the secondary school*. Boston, USA: Allyn & Bacon.
- Cobbs, P. (1994). Constructivism in mathematics and science education. *Educational Researcher*, 23 (7), 4.
- Education Commission of the States. (1994). *Creating visions and standards to support them*.
- Fleming, R. (1989). Literacy for a technological age. *Science Education*, 73 (4) 391-404.
- Furth, H. G. (1981). *Piaget and Knowledge*. Chicago, USA: University of Chicago Press.
- Herbert, J. M. (1999). an online learning community. *The American School Board*, 186 (3), 39-41.
- Kober, N. (1993). What we know about science, teaching and learning. Washington *Council for Educational Development and Research*.
- Linn, M. (1992). Science education reform: Building on the research base. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (8), 821.
- National Commission for Excellence in Education. (1983). *A nation at risk: The imperative for educational reform*. Washington, D. C., USA.
- National Governors Association. (1995). *Transforming professional development for teachers: A guide for state policymakers*.
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, USA.
- O'Loughlin, M. (1992). Rethinking Science Education: Beyond Piagetian Constructivism toward a Sociocultural Model of Teaching and Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 8, pp. 791.
- Pallof, R. M., Pratt, K. (1999). *Building learning communities in cyberspace: Effective strategies for the online classroom*. San Francisco, USA: Jossey-Bass Pub.

- Piaget, J. & Inhelder, B. (1968). *The psychology of the child*. Dunsmore, P.A.: Basic Books.
- Rakon, S. J. (1986). *Teaching Science as Inquiry*. Bloomington, Indiana: Phi Delta Kappa Educational Foundation.
- Sachse, T. P. (1989). Making science happen. *Educational Leadership*, 47 (3), 18-21.



APÉNDICE A

EL DESARROLLO HISTÓRICO DE LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS EN PUERTO RICO

La enseñanza de las ciencias naturales en Puerto Rico comenzó en la época de la dominación española, con la fundación de los primeros centros de enseñanza secundaria por las órdenes religiosas. Ya para esa época, se observó una creciente preocupación por proveer la educación científica por parte de personas e instituciones de ideas reformistas. La Sociedad Económica de Amigos del País, el Seminario Conciliar, los Jesuitas, la Escuela de Comercio, Agricultura y Náutica, el Ateneo Puertorriqueño, el Padre Rufo, Manuel Fernández, Agustín Stahl y otros, hicieron contribuciones notables a la formación científica en distintos momentos durante el Siglo XIX. Con el cambio de soberanía en 1898, la educación pública inició un proceso de expansión y se unificó el currículo bajo la dirección de un departamento central. Aunque la meta principal de esos esfuerzos era la adquisición del idioma inglés, la enseñanza de ciencia, como estudio de la naturaleza, cobró importancia desde el nivel elemental. Sin embargo, la utilización de libros en inglés, preparados para escuelas de los Estados Unidos, y el hecho de que un gran número de niños abandonaba la escuela después del tercer grado, constituían grandes obstáculos. En un estudio realizado por el Teachers College de Columbia University se afirma que los alumnos carecían de información sobre las normas de salud, higiene y alimentación, y que estaban casi en una total ignorancia sobre el mundo natural y científico que en que vivían (Columbia University College, 1926).

Período de 1920 al 1957

Durante este período, la enseñanza de ciencias se caracteriza por leer sobre las ciencias y no se desarrolla el descubrimiento. La memorización de información es la meta principal y los pocos laboratorios que se hacían eran de confirmación.

El filósofo John Dewey ejerció gran influencia en el currículo del nivel elemental, planteando que la escuela debía ser pertinente para el individuo como integrante de una sociedad. En el 1931 comenzó el desarrollo de un programa de ciencia formalmente organizado, con un supervisor responsable de dirigir y supervisar la enseñanza de las ciencias naturales. Durante la década de 1930 al 1940, se sustituyó el estudio de la naturaleza e higiene por un currículo de ciencia elemental. Se preparó un programa de estudios alrededor de unidades matrices que permitían adaptar los materiales curriculares a las condiciones locales. Posteriormente, se revisó el currículo, en un esfuerzo por integrar la enseñanza de ciencia, de salud y de estudios sociales, alrededor de problemas importantes

de la comunidad. En el 1940 se incorporó este currículo en el nivel elemental, que para entonces comprendía hasta el octavo grado.

Al introducir la organización escolar 6-3-3, el currículo Problemas de la Comunidad se limitó a los primeros seis grados y se ofrecieron cursos de ciencia general en los grados séptimo, octavo y noveno. Estos cursos tenían como propósito ofrecer una idea del lugar que ocupa la ciencia en la sociedad moderna e impartir una comprensión práctica del método científico y de su aplicación a la vida diaria. En la escuela superior, se ofrecieron cursos en las áreas de biología, química, física y ciencias físicas.

Hacia fines de la década del cincuenta, nuevos estudios revelaron que la enseñanza de ciencia en el nivel elemental debía mejorarse, a tono con el crecimiento acelerado del conocimiento científico y de la tecnología. Las actividades y el contenido científico, incluidos en el currículo integrado de Problemas de la Comunidad, no eran suficientes para proveer el conocimiento básico de la ciencia que se consideraba necesario para el futuro. Con este fin, el Programa de Ciencia produjo y utilizó guías de estudio denominadas guías preliminares para la enseñanza de ciencia en el nivel elemental.

De acuerdo con las recomendaciones y los señalamientos hechos por el Dr. J. Darrell Barnard, de la Universidad de Nueva York, en el Estudio del Sistema Educativo de Puerto Rico (1959) se inició una intensa actividad de revisión curricular. Se establecieron normas de aprovechamiento, se preparó una lista de principios y generalizaciones en biología, química, física y astronomía, se revisó el curso de física del nivel superior y se inició el ofrecimiento de la ciencia como asignatura separada en la escuela elemental.

La década de 1960 se caracterizó, tanto en Puerto Rico como en Estados Unidos, por ser una de grandes cambios en el currículo de ciencia, desde el nivel elemental hasta el nivel superior. En el nivel elemental, se impartió un nuevo enfoque a la enseñanza de ciencia como proceso, basado en el programa "Science: A Process Approach", encaminado a desarrollar las destrezas y los procesos fundamentales de la ciencia.

En el nivel intermedio, se sustituyó el currículo de ciencia general por los cursos Introducción a la biología, para el séptimo grado, Introducción a la química, para el octavo grado, e Introducción a la física, para el noveno grado. El currículo de ciencia del nivel superior también se revisó en su totalidad. Como resultado de dicha revisión, se comenzaron a usar, para dar énfasis al trabajo de laboratorio, los cursos de Biología: El hombre Versión Verde; Química: Una ciencia experimental del "Chemical Education Materials Study" (CHEMS), y Física, "Physical Science Study Committee" (PSSC). Se introdujeron, además, los cursos Introducción a las Ciencias Físicas, "Introductory Physical Science" (IPS), e Investiguemos la Tierra, "Earth Science Curriculum Project" (ESCP).

En el 1974, se comenzaron a utilizar nuevos materiales en el nivel elemental, que respondían a la implantación de un nuevo currículo que aspiraba a propiciar un balance entre el desarrollo de las destrezas y los conceptos de ciencia. Los nuevos materiales, traducidos y adaptados por el Programa de Ciencias, de la serie *Space, Time, Energy and*

Matter, publicados por la Compañía Addison Wesley, integraban la enseñanza de ciencia bajo cuatro grandes conceptos: espacio, tiempo, energía y materia. Estos materiales se prepararon para los grados primero al tercero. En el cuarto grado, se utilizó un texto basado en estos conceptos, *Investiguemos en Ciencia*, diseñado por el personal del Programa de Ciencias. Para los grados quinto y sexto, se prepararon, localmente, varias unidades de estudio, con carácter provisional y se inició la utilización de los materiales del Programa “Science Curriculum Improvement Study” (SCIIS), versión en español.

En el 1976, mediante el plan de Calendario Escolar Continuo (los Quinmestres), se reorganizó el currículo para el nivel secundario, en unidades de cuarenta y cinco días de duración. Con este fin, se prepararon guías para el maestro y manuales para el estudiante en las áreas de biología, química y física, ciencias terrestres y del espacio y ciencias ambientales. En la preparación de estos materiales, se destacaron, también, los conceptos y procesos fundamentales de la ciencia. Para el 1977, se inició, además, la implantación del curso Biología: Modelos y Procesos, del BSCS, diseñados para estudiantes de biología con problemas en el aprendizaje.

Durante la década de 1980-90, el Departamento de Instrucción Pública inició un nuevo proceso de revisión curricular mediante la adaptación y adquisición de nuevos materiales para los niveles elemental, intermedio y superior. La revisión en el nivel elemental, de primero a sexto grados, consistió en la adaptación de la Serie *Investiguemos en Ciencia*, de la Compañía Charles E. Merrill. Se produjeron, además, para este nivel, las guías del maestro, basadas en los principios integradores del currículo y la estrategia de enseñanza Exploración - Conceptuación - Aplicación (Departamento de Instrucción Pública, 1987). Estas guías destacan, entre otros aspectos, el desarrollo del pensamiento y la dimensión valorativa.

Para el nivel intermedio, se adquirió el libro *Los Seres Vivientes* para séptimo grado, *La Materia y la Energía* para el octavo grado y *La Ciencia de la Tierra y del Espacio* para el noveno grado, también de la Compañía Charles E. Merrill. Las guías del maestro para la enseñanza de estos cursos fueron producidas por técnicos de currículo y asesores universitarios.

Al iniciarse el curso escolar de 1990-91, el Programa de Ciencia revisó y reorganizó los ofrecimientos curriculares del nivel superior. Se ofrecieron, a partir de este año, tres opciones curriculares básicas en este nivel: Biología, Química y Física. Los estudiantes de escuela superior deberían aprobar dos de estos tres cursos para cumplir con sus requisitos de graduación en este nivel de escolaridad. Con esta revisión se discontinuó la utilización de los cursos Introducción a las Ciencias Físicas (IPS) y Ciencias Terrestres y del Espacio (ESCP).

En el 1990 se inició, además, con carácter experimental, el desarrollo de un nuevo curso de investigación científica en veinte escuelas superiores. Éste es un curso de investigación supervisada en el cual se le provee al estudiante entrenamiento y experiencia

en la aplicación de métodos, técnicas, diseño de experimentos, control de variables, recopilación de observaciones, interpretación de datos y redacción de informes de investigación. El curso, además, hace énfasis en las formas de planificar y llevar a cabo una investigación, la selección del problema, la investigación de literatura, la formulación de hipótesis y los métodos que se utilizarán para confirmarlas.

A partir del curso escolar de 1991-92, este nuevo curso constituyó una opción curricular oficial del Programa de Ciencias para el nivel superior. Se consideró como uno electivo en ciencia, con valor de un crédito y nota. Se llevaría a cabo durante siete períodos semanales, correspondientes a 350 minutos: tres sencillos de cincuenta minutos y dos períodos dobles de cien minutos continuos.

De igual forma, en el curso escolar de 1992-93, el Departamento de Educación implantó un nuevo curso de ciencias ambientales para la escuela superior. El objetivo primordial de este curso es enfocar los aspectos valorativos de cómo el ser humano impacta, degrada e interactúa con el ambiente. Es decir, va encaminado a desarrollar en el estudiante una conciencia ciudadana de cómo él es parte del ambiente y de su responsabilidad en cuanto al mantenimiento del mismo. Se espera que el estudiante que apruebe el curso de ciencias ambientales no sólo conozca sobre la ecología y el mundo del cual forma parte, sino que entienda en una forma integral cómo sus acciones afectan su entorno y, por consiguiente, el mundo en su totalidad. Los estudiantes deberán aprobar, en lo sucesivo, dos de las cinco opciones antes mencionadas como requisitos de graduación. Esta nueva opción curricular conlleva un valor de un crédito y nota. Asimismo, se organiza a base de 350 minutos semanales, al igual que los otros cursos de ciencia del nivel superior.

Lo anteriormente expuesto revela la naturaleza dinámica del currículo de ciencia, así como la necesidad de impartir, al currículo vigente, un mayor grado de sistematización con el fin de viabilizar un mayor aprovechamiento. De esta forma, se alcanzarán las metas trazadas, por nuestro sistema educativo con relación a la educación para el año 2000. El mismo aspira, como una de sus más altas prioridades, al que nuestros estudiantes sean los primeros del mundo en el aprovechamiento de ciencia y de matemáticas. Para ello, el Programa de Ciencias proyecta continuar desarrollando un vigoroso programa de revisión y evaluación continua del currículo, de implantación de nuevos enfoques, técnicas y estrategias que promuevan y garanticen el desarrollo pleno de las destrezas por parte del estudiante. De esta forma, todos los estudiantes que promueva el Departamento de Educación de Puerto Rico poseerán una cultura científica que les capacite para tomar decisiones que les permitan comprender y proteger su ambiente, su persona y contribuir efectivamente a la sociedad.

Durante la década del 90 se inicia, además, una reforma masiva en la enseñanza de ciencias y matemáticas en Puerto Rico desde el Kindergarten al 12mo, conocida como *Puerto Rico Statewide Systemic Initiative* (PR- SSI). En ésta se hace énfasis en los procesos de descubrimiento e inquirir, así como en las teorías de enseñanza y aprendizaje basadas en

la ciencia cognitiva. El programa de desarrollo profesional que se lanzó a través de todo Puerto Rico, se fundamentaba en el proceso de cambio de la cultura escolar y veía la escuela como la unidad de cambio y transformación. La formación de comunidades de aprendizaje fueron el eje del desarrollo profesional. Las ciencias y las matemáticas se enfatizan desde la perspectiva del desarrollo conceptual y no meramente de adquirir información.

Finalmente, durante el curso escolar de 1994-1995 y en lo sucesivo, se establece que es requisito de graduación para el nivel superior **aprobar tres (3) créditos** de entre los diversos ofrecimientos. En el curso escolar 2000-2001, se inicia un cambio en los materiales curriculares del nivel elemental e intermedio. De igual manera, en el curso escolar 2001-2002 se comienza un cambio de materiales curriculares en el nivel superior que promueve el desarrollo de conceptos y de destrezas de alto nivel de pensamiento.

El Programa de Ciencia esta comprometido en contribuir al desarrollo de un ser humano que valore, respete y muestre acciones a favor y protección del ambiente y de todo ser vivo. Es por esto que en el curso escolar 2001-2002 se revisa la **Guía del curso de Ciencias Ambientales** del nivel superior y se producen los materiales curriculares de **Puerto Rico EducA SABio - (Educación Ambiental: Suelo, Agua y Biodiversidad)**. Materiales dirigidos a los niveles elemental e intermedio. También durante el curso escolar 2002-2003 se produce la **Guía de Integración de la Educación Ambiental K-6to grado: Guía para los maestros de Puerto Rico**. Esta guía se implanta en las escuelas en el curso escolar 2003-2004, la misma tiene el propósito de fortalecer la oferta académica vigente y ampliar las experiencias en relación con los conceptos ambientales.

El Programa de Ciencia promueve el uso de una diversidad de materiales curriculares con el propósito de enriquecer, fortalecer, diversificar y hacer pertinentes las experiencias educativos con las necesidades de sus estudiantes.



APÉNDICE B

LOS PROCESOS DE LA CIENCIA

Observación

Es el proceso inicial y fundamental en toda investigación científica. En las observaciones se utilizan los sentidos. En ocasiones tenemos que utilizar instrumentos especializados para hacer las observaciones. Para hacer una observación adecuada y objetiva es necesario limitarse sólo a las propiedades y características que podemos conocer por medio de nuestros sentidos, tales como: color, forma, peso, textura, sonido, sabor y posición. La observación puede ser cualitativa o cuantitativa. Mientras sea posible se deben hacer cuantitativas, ya que se evita hasta cierto punto la subjetividad.

Clasificación

Consiste en agrupar, bajo una misma clase, objetos, hechos, procesos o fenómenos, tomando como base las propiedades observables de éstos. Los esquemas de clasificación se basan en similitudes y diferencias observables en relación con las características seleccionadas arbitrariamente. La clasificación es un recurso que el ser humano ha ideado para trabajar no sólo en una investigación científica, sino también en la vida diaria.

Comunicación

Es el medio por el cual se procesa el intercambio de información, datos e ideas. Para poder comunicar las observaciones que se realizan, es importante contar con relaciones de datos precisos que permitan revisarse en cualquier momento por personas ajenas al trabajo científico original. Los datos se pueden representar en diferentes formas. Éstas pueden ser tan variadas como tablas, gráficas, listas, diagramas y fotos, entre otras. La comunicación de nuevos conocimientos, ya sea oral o escrita, debe hacerse en un lenguaje claro y preciso que garantice su mejor interpretación.

Medición

Es el proceso que requiere el uso de instrumentos de precisión con escalas y unidades previamente establecidas, con la finalidad de determinar cuantitativamente la magnitud física de lo que se observa. Se pueden, además, utilizar sistemas arbitrarios, o unidades

estándares cuando se miden las propiedades de objetos o sucesos. Estas medidas se pueden efectuar basándose en comparaciones directas o indirectas. La identificación de algunas características que se pueden medir y que pueden interrelacionarse, provee información cuantitativa significativa y útil en la descripción de cualquier fenómeno del mundo físico.

Uso de relaciones de espacio y tiempo

Este proceso se desarrolla cuando se trabaja con los conceptos de forma, movimiento, velocidad y razón de cambio, entre otros. Los mismos se prestan para describir las relaciones espaciales y sus cambios en el tiempo. Las relaciones de espacio y tiempo responden al hecho de que los fenómenos, procesos y objetos que se observan, están referidos a un momento y lugar determinados. Es un proceso por medio del cual se identifican las formas de los objetos y se estudian sus movimientos en relación con el espacio que ocupan.

Formulación de inferencias

Son explicaciones o suposiciones que se basan en observaciones presentes o pasadas. Si la explicación que se da a un hecho no es producto de las observaciones, la inferencia no es válida; por el contrario, es una adivinanza. Como proceso cognoscitivo, la inferencia es la habilidad de la mente para interpretar las observaciones.

Predicción

Consiste en decir o pronosticar qué es lo que va a ocurrir basándose en observaciones previas. Muchos de los acontecimientos que ocurren en la naturaleza se dan con cierta regularidad. Por esto se pueden usar observaciones pasadas de fenómenos o hechos para predecir su comportamiento en el futuro. En otras palabras, cuando se hace una predicción, se establece lo que puede suceder, si se toma como base una serie de hechos ocurridos de manera uniforme. El grado de confiabilidad de las predicciones depende de la precisión de las observaciones anteriores y de la naturaleza del suceso que se predice.

Interpretación de datos

Busca un patrón que conduzca a la formulación de inferencias, predicciones, generalizaciones o al planteamiento de nuevas hipótesis. Estas interpretaciones requieren el empleo de otros procesos, tales como la clasificación, la comunicación, la inferencia y la predicción. Es un proceso que requiere análisis cuidadoso de los datos que se han recopilado a lo largo de la investigación. Las interpretaciones deben estar siempre sujetas a revisión, a la luz de datos adicionales y de mayor relevancia.

Formulación de definiciones operacionales

Las definiciones operacionales se refieren a la descripción de las variables desde la perspectiva específica de la investigación. Son sumamente importantes para que los lectores de la investigación puedan evaluar exactamente los datos obtenidos. Además, para repetir el experimento bajo las mismas condiciones, es necesario saber cómo se definieron las diferentes variables que afectan la investigación, ya que si se dejaran a la interpretación de los lectores y otros colegas científicos, la réplica del experimento no sería adecuada.

Formulación del problema

Es la primera tarea que enfrenta el investigador en una investigación científica. Consiste en reconocer una dificultad, necesidad o discrepancia. Un problema de investigación es una pregunta sobre la relación que existe entre variables. En el intento de identificar un problema se pueden considerar las experiencias personales, las teorías y la literatura existente. Se deben considerar todos los aspectos generales de la investigación y entonces enfocar exactamente el área de interés por la que se tiene curiosidad real y delimitar el enunciado específico del problema. Los investigadores deben evaluar lo significativo del problema propuesto en términos de unos criterios específicos cuestionándose lo siguiente: ¿contribuirá significativamente esta investigación a los nuevos conocimientos?; ¿tiene el potencial para dirigir hacia nuevas investigaciones?; ¿es verificable, esto es, pueden ser observadas y medidas las variables?; ¿es realmente relevante a su interés?; ¿puede tener acceso a los datos requeridos?; ¿qué instrumentos están disponibles o se pueden construir para medir las variables?; ¿pueden los datos ser analizados e interpretados dentro del tiempo disponible?

Formulación de hipótesis

La hipótesis es una posible explicación que se da a un problema y debe estar enunciada de tal forma que sugiera la manera de confirmarla. Cuando se formulan preguntas, éstas conducen a identificar problemas, cuya solución requiere la aplicación de otros procesos de la ciencia, tales como la inferencia y la predicción. Cuando se formula una hipótesis, se trata de ofrecer una contestación a las preguntas que tenemos. Para someter a prueba la hipótesis ésta debe redactarse de manera que, al someterla al proceso de evaluación en un trabajo experimental, se pueda establecer su aceptabilidad o rechazo.

Formulación de modelos

Los modelos son representaciones para visualizar e interpretar mejor un objeto, hecho, proceso o fenómeno. Consisten en diseñar un mecanismo, esquema o estructura que

actúe o se comporte como si fuera un objeto o evento específico real. Podemos citar algunos modelos físicos que estamos acostumbrados a utilizar, tales como modelos de los órganos del cuerpo humano, la estructura interna de la hoja, el ciclo del agua y el modelo del átomo que representa una idea abstracta.

Experimentación

La experimentación consiste en someter un objeto, idea o situación a estudio, bajo la influencia de ciertas variables, en condiciones controladas y conocidas por el investigador, para observar los resultados que las variables producen en el objeto. Para diseñar el experimento, se debe disponer de los materiales y equipos adecuados e indispensables. El experimento debe ser repetido cuanto sea necesario, de modo que los resultados sean confirmados. Los datos se deben recopilar y presentar en tablas, especialmente diseñadas para su análisis.

Las Destrezas que Comprende cada Proceso

Cada proceso incluye varias destrezas, que van desde las más simples hasta las más complejas. La destreza es la habilidad que tiene el individuo para ejecutar un trabajo, ejercicio o tarea. Es lo que el estudiante debe ser capaz de hacer como resultado del aprendizaje. Las tablas que aparecen a continuación presentan las destrezas por nivel dentro de cada proceso.

PROCESOS	DESTREZAS			
	NIVEL I K-3 ^{RO}	NIVEL II 4 ^{TO} - 6 ^{TO}	NIVEL III 7 ^{MO} - 9 ^{NO}	NIVEL IV 10 ^{MO} - 12 ^{MO}
Observación	<ul style="list-style-type: none"> a. Establecer diferencias en las propiedades físicas de los objetos, por medio de la observación directa. b. Manipular o cambiar un objeto para exponer sus propiedades a la observación c. Usar instrumentos para ayudar a los sentidos a realizar observaciones d. Hacer observaciones sin inferencias 	<ul style="list-style-type: none"> e. Repetir las observaciones como un medio de mejorar la confiabilidad f. Usar las medidas como un medio de refinar las observaciones g. Ordenar sucesos cronológicamente 	<ul style="list-style-type: none"> h. Identificar los cambios en las propiedades de los cuerpos y medir la razón de cambio i. Diferenciar entre constantes y variables 	<ul style="list-style-type: none"> j. Identificar cambios de correlación en las variables

PROCESOS	DESTREZAS			
	NIVEL I K-3 ^{RO}	NIVEL II 4 ^{TO} – 6 ^{TO}	NIVEL III 7 ^{MO} – 9 ^{NO}	NIVEL IV 10 ^{MO} – 12 ^{MO}
Clasificación	<p>a. Percibir semejanzas y diferencias en un conjunto de objetos</p> <p>b. Separar un conjunto de objetos en dos grupos, de acuerdo con una característica en particular</p> <p>c. Agrupar un conjunto de objetos a base de una característica que permita identificar el mayor número de variables posibles</p>	<p>d. Usar características observables como base para la agrupación, bajo condiciones previamente establecidas</p> <p>e. Desarrollar un esquema arbitrario de clasificación</p>	<p>f. Usar medidas cuantitativas como un criterio para agrupar</p> <p>g. Establecer límites como un medio para agrupar a base de una variable continua</p> <p>h. Desarrollar esquemas de clasificación para subconjuntos que tengan categorías exclusivas</p>	<p>i. Usar un sistema de clasificación aceptado para identificar objetos o fenómenos</p>

PROCESOS	DESTREZAS			
	NIVEL I K-3 ^{RO}	NIVEL II 4 ^{TO} - 6 ^{TO}	NIVEL III 7 ^{MO} - 9 ^{NO}	NIVEL IV 10 ^{MO} - 12 ^{MO}
Comunicación	<p>a. Describir observaciones verbalmente</p> <p>b. Describir las condiciones bajo las cuales se hicieron las observaciones</p> <p>c. Anotar observaciones en una forma sistemática</p>	<p>d. Formular preguntas e hipótesis concisas, sin ambigüedad</p> <p>e. Construir tablas y gráficas para comunicar datos</p>	<p>f. Planificar para la comunicación de los procedimientos y de los resultados, como parte esencial de un experimento</p> <p>g. Informar los procedimientos experimentales, de tal forma que otras personas puedan llevar a cabo el mismo experimento</p>	<p>h. Usar análisis matemáticos para describir las interpretaciones de los datos</p> <p>i. Usar tablas y gráficas para informar posibles interpretaciones de los datos</p>

PROCESOS	DESTREZAS			
	NIVEL I K-3 ^{RO}	NIVEL II 4 ^{TO} - 6 ^{TO}	NIVEL III 7 ^{MO} - 9 ^{NO}	NIVEL IV 10 ^{MO} - 12 ^{MO}
Medición	<p>a. Determinar la magnitud de los objetos, tales como la dimensión lineal, el área, el volumen, la masa y el peso, mediante la utilización de unidades arbitrarias</p> <p>b. Usar instrumentos apropiados para medir la magnitud de las características de los objetos y de los fenómenos naturales</p> <p>c. Determinar la magnitud de las propiedades de los objetos, mediante la utilización de unidades estándares</p>	<p>d. Identificar magnitudes físicas que puedan usarse para describir con precisión los fenómenos</p>	<p>f. Usar métodos de estimación para determinar cantidades</p>	<p>g. Diseñar y usar métodos indirectos para medir</p>

DESTREZAS				
PROCESOS	NIVEL I K-3 ^{RO}	NIVEL II 4 ^{TO} - 6 ^{TO}	NIVEL III 7 ^{MO} - 9 ^{NO}	NIVEL IV 10 ^{MO} - 12 ^{MO}
Uso de relaciones de espacio y tiempo	a. Reconocer y utilizar formas comunes bidimensionales	f. Identificar cambios que se observen en la posición de un objeto con respecto al tiempo	h. Hacer representaciones de modelos mentales	j. Representar, en forma tridimensional, algunos modelos mentales
	b. Reconocer y utilizar formas comunes tridimensionales	g. Calcular la razón de cambio en la posición de un objeto con respecto al tiempo	i. Usar vectores para calcular la razón de cambio	
	c. Hacer diagramas para representar la disposición de objetos en el espacio			
	d. Reconocer intervalos de tiempo cortos			
	e. Describir la posición y el movimiento de un objeto usando un punto de referencia			

PROCESOS	DESTREZAS			
	NIVEL I K-3 ^{RO}	NIVEL II 4 ^{TO} – 6 ^{TO}	NIVEL III 7 ^{MO} – 9 ^{NO}	NIVEL IV 10 ^{MO} – 12 ^{MO}
Formulación de inferencias	<p>a. Hacer inferencias basándose en observaciones</p> <p>b. Demostrar que la inferencia está basada en la observación</p>	<p>c. Separar las observaciones relevantes basadas en unas inferencias dadas, de unas observaciones que sean irrelevantes</p> <p>d. Derivar una inferencia de un conjunto de observaciones que tengan relación entre sí</p> <p>e. Señalar relaciones de causa y efecto</p> <p>f. Identificar las limitaciones en las inferencias</p> <p>g. Modificar y extender las inferencias para incluir sucesos discrepantes</p>	<p>h. Diseñar experimentos para probar la validez de las inferencias</p>	<p>i. Usar inferencias para sugerir observaciones</p> <p>j. Extender las inferencias para formular modelos</p>

DESTREZAS				
PROCESOS	NIVEL I K-3 ^{RO}	NIVEL II 4 ^{TO} - 6 ^{TO}	NIVEL III 7 ^{MO} - 9 ^{NO}	NIVEL IV 10 ^{MO} - 12 ^{MO}
Predicción	<p>a. Distinguir entre adivinar y predecir</p> <p>b. Usar las observaciones de un suceso para predecir otro que no se haya observado</p>	<p>c. Usar una serie de observaciones que tengan relación entre sí para predecir un suceso que no sea observable</p> <p>d. Usar medidas cuantitativas como un medio para mejorar la exactitud de las predicciones</p>	<p>e. Delimitar la variación en las condiciones que afectan las observaciones previas para mejorar la exactitud de las predicciones</p> <p>f. Demostrar la exactitud de las predicciones para establecer la validez de los conceptos que se hayan aceptado previamente y sobre las predicciones</p>	<p>g. Usar la interpolación y la extrapolación como un medio para hacer predicciones</p> <p>h. Establecer criterios para indicar la confiabilidad de las predicciones</p>

PROCESOS	DESTREZAS			
	NIVEL I K-3 ^{RO}	NIVEL II 4 ^{TO} - 6 ^{TO}	NIVEL III 7 ^{MO} - 9 ^{NO}	NIVEL IV 10 ^{MO} - 12 ^{MO}
Interpretación de datos	<p>a. Seleccionar datos pertinentes al responder a la pregunta formulada</p> <p>b. Describir el significado de la información obtenida por medio de los datos recopilados</p> <p>c. Procesar los datos para que se hagan evidentes las tendencias o las relaciones</p>	<p>d. Describir la información, según aparece en gráficas</p> <p>e. Formular y explicar inferencias, utilizando la información que aparece en tablas o gráficas</p>	<p>f. Establecer criterios para juzgar la validez, precisión y utilidad de los datos</p> <p>g. Comparar conjuntos de datos que se relacionan entre sí para probar la confiabilidad en las inferencias y las generalizaciones</p>	<p>h. Seleccionar la interpretación más apropiada de varias interpretaciones de un conjunto de datos</p> <p>i. Determinar los valores estadísticos de las muestras de los datos y evaluar los errores probables de los mismos</p> <p>j. Indicar los criterios para limitar las inferencias y generalizaciones a aquellos que están sostenidos por datos</p>

DESTREZAS				
PROCESOS	NIVEL I K-3 ^{RO}	NIVEL II 4 ^{TO} - 6 ^{TO}	NIVEL III 7 ^{MO} - 9 ^{NO}	NIVEL IV 10 ^{MO} - 12 ^{MO}
Formulación de definiciones operacionales	a. Distinguir entre una definición común y una definición operacional	c. Establecer el mínimo de características observables requeridas para construir una definición operacional	d. Establecer unos criterios para redactar definiciones operacionales de acuerdo con la utilidad que se le vaya a dar a la definición	f. Describir las limitaciones de las definiciones operacionales
	b. Seleccionar aquellas características del fenómeno que puedan usarse en la definición operacional			
	g. Usar relaciones matemáticas al construir definiciones operacionales			
	h. Formular definiciones operacionales de diseños experimentales, tales como: programación de sistemas, procesamiento de datos e interacción de variables			
			e. Evaluar la adecuacidad de la definición operacional	

DESTREZAS				
PROCESOS	NIVEL I K-3 ^{RO}	NIVEL II 4 ^{TO} - 6 ^{TO}	NIVEL III 7 ^{MO} - 9 ^{NO}	NIVEL IV 10 ^{MO} - 12 ^{MO}
Formulación de problema	<p>a. Hacer preguntas basadas en la necesidad, dificultad o discrepancias que se observan</p> <p>b. Redactar preguntas en forma corta</p>	<p>c. Simplificar la situación presentada en la pregunta</p> <p>d. Enfocar con exactitud el área de interés en la que se tiene curiosidad real</p> <p>e. Identificar los datos existentes y la literatura relacionada con el problema</p>	<p>f. Reconocer e identificar el problema y formularlo en forma viable</p> <p>g. Delimitar el enunciado específico del problema</p> <p>h. Reconocer si la solución del problema contribuye significativamente al cuerpo del conocimiento actual</p> <p>i. Identificar todos los instrumentos que se pueden utilizar en la solución del problema, situación o planteamiento</p>	<p>j. Identificar si el problema puede ser verificado mediante variables observables y medibles</p> <p>k. Analizar todas las variables que puedan afectar la investigación</p> <p>l. Verificar si los datos pueden ser analizados e interpretados dentro del tiempo disponible</p>

DESTREZAS				
PROCESOS	NIVEL I K-3 ^{RO}	NIVEL II 4 ^{TO} - 6 ^{TO}	NIVEL III 7 ^{MO} - 9 ^{NO}	NIVEL IV 10 ^{MO} - 12 ^{MO}
Formulación de hipótesis	<p>a. Contestar preguntas fundamentadas sólo en la dificultad, necesidad o discrepancia</p> <p>b. Sugerir varias alternativas que puedan solucionar el problema</p>	<p>c. Sugerir una hipótesis que explique el problema</p> <p>d. Formular hipótesis sencillas que puedan probarse</p>	<p>e. Formular la hipótesis basada en los principios que contesten la pregunta formulada</p> <p>f. Aplicar principios de diversas áreas del currículo para fundamentar la hipótesis</p> <p>g. Diferenciar entre hipótesis que pueden someterse a pruebas cualitativamente o cuantitativamente</p>	<p>h. Preparar un plan de acción o propuesta que realmente someta a prueba la hipótesis</p> <p>i. Utilizar diferentes métodos para la solución del problema</p> <p>j. Identificar los recursos necesarios, tales como: equipo, materiales, recursos humanos, instrumentos y el tiempo para someter a prueba la hipótesis</p>

PROCESOS	DESTREZAS			
	NIVEL I K-3 ^{RO}	NIVEL II 4 ^{TO} - 6 ^{TO}	NIVEL III 7 ^{MO} - 9 ^{NO}	NIVEL IV 10 ^{MO} - 12 ^{MO}
Formulación de modelos	<p>a. Distinguir entre un modelo y lo que éste representa</p> <p>b. Explicar fenómenos observados usando modelos diseñados por otras personas</p> <p>c. Construir una representación física o un diagrama para explicar un modelo mental de los fenómenos observados</p>	<p>d. Refinar las destrezas a, b, c, iniciadas en el Nivel I</p>	<p>e. Ampliar los modelos físicos o mentales para incluir fenómenos relacionados</p> <p>f. Modificar los modelos existentes para incluir observaciones nuevas</p>	<p>g. Formular modelos físicos o mentales que idealicen las condiciones observadas para minimizar las variaciones</p> <p>h. Diseñar pruebas para probar la credibilidad en un modelo existente</p> <p>i. Identificar las limitaciones de los modelos</p>

DESTREZAS				
PROCESOS	NIVEL I K-3 ^{RO}	NIVEL II 4 ^{TO} – 6 ^{TO}	NIVEL III 7 ^{MO} – 9 ^{NO}	NIVEL IV 10 ^{MO} – 12 ^{MO}
Experimentación	<p>a. Manipular el equipo para hacer observaciones pertinentes</p>	<p>b. Identificar las observaciones que sean relevantes en un experimento</p> <p>c. Distinguir entre los datos útiles y los datos irrelevantes</p>	<p>d. Describir los problemas que surgen al hacer las observaciones necesarias</p> <p>e. Identificar variables, relevantes en una situación experimental</p> <p>f. Mantener récord exacto de los procedimientos experimentales y de los datos obtenidos durante los experimentos</p>	<p>g. Controlar las variables que no sean parte de la hipótesis que se prueba</p> <p>h. Identificar fuentes de error experimental</p> <p>i. Describir las limitaciones del equipo que se use en un experimento</p> <p>j. Describir las limitaciones del diseño experimental</p>



APÉNDICE C

SINOPSIS DE LOS ESTÁNDARES DE CONTENIDO

Estándar: La naturaleza de la ciencia

Puntos Focales

K – 6^{to}

- La ciencia como actividad humana
- El inquirir como base de la actividad científica
- El desarrollo del pensamiento científico
- Las características de la metodología científica
- Los sistemas de medición
- La relación entre las matemáticas y la ciencia
- Los valores y las actitudes de los científicos

Ideas Fundamentales

K – 3^o

- Las investigaciones científicas generalmente se realizan de la misma manera en diferentes lugares.
- Los objetos se conocen y se describen a través de los sentidos.
- Los científicos utilizan instrumentos que les permiten obtener información sobre las cosas, sobre sus características y sobre sus propiedades.
- Los científicos tienen que medir para obtener información sobre el mundo.
- Las matemáticas proveen un lenguaje para describir objetos y eventos.
- Existen diferentes ocupaciones y profesiones relacionadas con la ciencia.
- La ciencia se desarrolla mediante procesos y destrezas que debemos aprender a desarrollar para aplicarlos en la vida y en el mundo del trabajo.

4^{to} – 6^{to}

- El desarrollo del conocimiento científico depende de las cualidades de los científicos.
- Los científicos formulan y prueban sus explicaciones de la naturaleza por medio de observaciones, experimentos y modelos.

- El conocimiento científico es dinámico y está sujeto a cambios.
- La metodología científica puede utilizarse para investigar problemas físicos, biológicos y sociales.
- Las matemáticas permiten expresar relaciones entre variables.
- Los científicos comunican los resultados de sus experimentos por medio de la utilización de gráficas y tablas, entre otros recursos.
- Las ocupaciones y las profesiones relacionadas con la ciencia tienen determinadas características y requieren ciertas destrezas y habilidades de las personas.
- El desarrollo de los procesos y de las destrezas de la ciencia capacitan al estudiante para el mundo del trabajo.

Puntos Focales

7^{mo} – 12^{mo}

- La ciencia como actividad humana
- El inquirir como base de la actividad científica
- El desarrollo del pensamiento científico
- La metodología científica y sus limitaciones
- Los valores y las actitudes de los científicos
- La función de las matemáticas en la ciencia
- Los sistemas de medición

Ideas Fundamentales

7^{mo} – 9^{no}

- La actividad científica se distingue por el uso de métodos empíricos y de argumentos lógicos en la solución de problemas.
- Los científicos formulan y someten a prueba sus explicaciones de la naturaleza a partir de sus observaciones, sus experimentos y sus modelos teóricos y matemáticos.
- Los científicos se rigen por principios éticos.
- Las ideas científicas están sujetas a modificaciones, según surge nueva información.
- La actividad científica se nutre de la interacción entre la ciencia, la matemática y la tecnología.
- Las diferentes ocupaciones y profesiones relacionadas con la ciencia aplican los conceptos que definen la naturaleza de la ciencia.
- Los procesos y las destrezas de la ciencia proveen las herramientas que se necesitan en el mundo del trabajo.

10^{mo} – 12^{mo}

- Las explicaciones científicas deben cumplir con los siguientes criterios: ser consistentes con la prueba experimental y tener una estructura lógica.
- Las hipótesis científicas deben someterse a la confirmación empírica para ser aceptadas o rechazadas.
- La experimentación científica está sujeta a limitaciones.
- Las matemáticas proveen un lenguaje para la ciencia y la tecnología, el cual permite caracterizar relaciones y comunicar ideas efectivamente.
- La actividad científica se afecta con el desarrollo conceptual, social, económico y tecnológico de las sociedades.
- Los avances de la ciencia son el resultado del trabajo de las comunidades científicas.
- El conocimiento científico se ha dividido en áreas, tales como las ciencias biológicas, las ciencias químicas, las ciencias físicas y las ciencias terrestres y del espacio, para simplificar el estudio de la naturaleza.
- La naturaleza de la ciencia se modela en las ocupaciones o profesiones relacionadas con la ciencia, en las cuales el estudiante participa mientras está en la escuela.
- El dominio de las destrezas y procesos de la ciencia capacitan al estudiante para el mundo del trabajo en ocupaciones o profesiones relacionadas con la ciencia.

Estándar: La estructura y los niveles de organización de la materia

Puntos Focales

K – 6^{to}

- Las propiedades de los materiales y de los objetos
- La forma y la función de las estructuras de los organismos vivos
- Las diferencias entre los seres vivos, los objetos y los materiales

Ideas Fundamentales

K – 3^{ro}

- Los organismos vivos poseen estructuras que los capacitan para vivir en determinados ambientes.
- Los objetos y los materiales poseen algunas propiedades observables y medibles.
- Los objetos están hechos de uno o más materiales.
- Los materiales pueden estar en diferentes estados, y cada estado posee propiedades características.

- Los materiales poseen, entre sí, propiedades similares y diferentes.
- El planeta Tierra se compone de materiales sólidos, líquidos y gaseosos.

4^{to} – 6^{to}

- Los seres vivientes se clasifican de acuerdo con sus características en diferentes reinos, entre ellos: el de los hongos, el de las plantas y el de los animales.
- Los organismos vivos poseen ciclos de vida.
- Todos los organismos vivos están compuestos de células.
- Existe una relación entre la estructura y la función de los organismos.
- Algunas propiedades de los objetos, tales como la masa, el volumen y la temperatura, pueden medirse.
- Los objetos pueden poseer propiedades diferentes a las de los materiales que los constituyen.
- Al combinar diferentes materiales, éstos retienen, en algunos casos, sus propiedades originales; mientras que, en otros casos, no.
- Los distintos materiales cambian de estado a diferentes temperaturas.
- En la superficie de la Tierra, encontramos diferentes tipos de rocas, de materiales y de suelos.

Puntos Focales

7^{mo} - 12^{mo}

- Las estructuras y las propiedades de la materia
- La composición de la materia
- Los niveles organizacionales de los sistemas biológicos

Ideas Fundamentales

7^{mo} – 9^{no}

- La materia se clasifica en sustancias puras o mezclas.
- Las sustancias puras tienen propiedades características, tales como el punto de fusión, el punto de ebullición y la densidad.
- La materia está compuesta de partículas invisibles para el ojo humano.
- En la superficie de la Tierra, hay distintos tipos de rocas y de minerales.
- Los sistemas biológicos se organizan, a partir de la célula, en tejidos, órganos, sistemas, organismos, poblaciones, comunidades y ecosistemas.
- La Tierra posee atmósfera, corteza y una parte interna.

10^{mo} – 12^{mo}

- La materia está compuesta de átomos, los cuales, a su vez, están compuestos de un núcleo rodeado de electrones.
- Los núcleos de los átomos contienen protones y neutrones.

- Las propiedades características de las sustancias pueden ser utilizadas para separarlas e identificarlas cuando están presentes en una mezcla.
- Los organismos multicelulares poseen células especializadas, que llevan a cabo funciones específicas.
- Las propiedades macroscópicas de las sustancias dependen de las combinaciones y de las estructuras específicas de los átomos que las componen.
- La atmósfera, la corteza y la parte interna de la Tierra están compuestas por capas que poseen propiedades químicas y físicas distintas.

Estándar: Los sistemas y los modelos

Puntos Focales

K – 6^{to}

- Los sistemas y la interacción entre sus partes
- Los sistemas físicos y los biológicos
- Los objetos reales y sus modelos

Ideas Fundamentales

K – 3^o

- Los sistemas están compuestos por partes que interactúan entre sí.
- El cuerpo humano es un sistema constituido por órganos, cuyas funciones contribuyen a la vida.
- El Sistema Solar se compone del Sol, los planetas y sus satélites.
- Los objetos y los seres vivos se pueden representar con modelos.
- El ciclo del agua se puede representar con modelos.
- El globo terrestre es un modelo de la Tierra.
- Un modelo es diferente al objeto real, pero puede utilizarse para conocer y para estudiar el objeto.

4^{to} – 6^{to}

- El ser humano, al igual que otros seres vivos, constituye un sistema complejo, compuesto por varios subsistemas.
- Si los órganos y los sistemas de un organismo no funcionan adecuadamente, se altera la función general del organismo; esta disfunción puede constituir o causar una enfermedad.
- El uso de los modelos del Sistema Solar permite explicar los eclipses, las mareas, las fases de la Luna y las estaciones del año.
- El ciclo de las rocas puede representarse con modelos.
- Los rasgos de la topografía terrestre, tales como las montañas, los valles, los llanos, las mesetas y los cuerpos de agua, pueden representarse con modelos.

- Los modelos físicos y los matemáticos sirven para representar objetos y situaciones.
- Todos los modelos, así como las predicciones que podemos hacer basadas en éstos, están sujetos a limitaciones que condicionan su aplicación.
- Las figuras geométricas, las gráficas, los diagramas, los mapas, los esquemas y los modelos a escala, se pueden utilizar para representar objetos y eventos que ocurren en la naturaleza.

Puntos Focales

7^{mo} - 12^{mo}

- Tipos de sistemas
- Construcción de modelos
- Uso y limitaciones de los modelos

Ideas Fundamentales

7^{mo} - 9^{no}

- La atmósfera es un sistema dinámico, en el cual ocurren transformaciones de energía continuamente.
- Las células, los tejidos y los órganos forman sistemas que funcionan en forma coordinada para llevar a cabo funciones vitales.
- Los mapas topográficos son modelos a escala de la superficie terrestre, en los cuales se representan sus dimensiones, formas y otras características de esta capa del planeta.
- La materia puede representarse con modelos basados en átomos y en moléculas.
- La atmósfera puede ser representada por medio de modelos, tales como: el de capas o estratificado, el de los protones del viento, el de la composición climática.
- Se pueden usar diferentes modelos para representar una misma cosa. El tipo de modelo y la complejidad de éste dependen del propósito.

10^{mo} - 12^{mo}

- Los modelos atómicos sirven para explicar las propiedades de la materia y sus interacciones.
- Las moléculas se representan por medio de fórmulas estructurales y modelos geométricos.
- Las reacciones químicas se pueden representar por medio de ecuaciones.
- El pensamiento humano ha generado diversas teorías y modelos para explicar el movimiento planetario en el Sistema Solar.
- La membrana celular es un sistema dinámico que regula el transporte de materiales a través de ésta.

- El comportamiento de la luz puede explicarse por medio de un modelo ondulatorio.
- La utilidad de un modelo puede probarse por medio de una comparación entre las predicciones hechas a base de éste y las observaciones.

Estándar: La energía

Puntos Focales

K- 6^{to}

- Las manifestaciones y las formas de la energía
- Las formas de transferir y de transformar la energía

Ideas Fundamentales

K – 3^{ro}

- El Sol es una fuente de calor y de luz para el planeta Tierra.
- Los objetos absorben o liberan calor.
- Algunos objetos emiten luz.
- Algunos objetos emiten sonidos.
- Los objetos se mueven de diferentes formas.
- Los seres vivos pertenecen a una cadena o a una red alimentaria.

4^{to} – 6^{to}

- La temperatura o su estado puede cambiar, al añadirles o al quitarles calor a los objetos.
- El calor tiende a pasar del objeto más caliente al menos caliente.
- El calor, la luz y el sonido son formas de transferir energía.
- La energía es indispensable para el desarrollo de la vida en la Tierra.
- Las plantas obtienen su energía del Sol.
- Los seres vivos obtienen de los alimentos la energía necesaria.
- Los objetos en movimiento tienen energía.
- El clima y los patrones del tiempo en la Tierra están asociados a la energía solar que el planeta recibe.

Puntos Focales

7^{mo} - 12^{mo}

- Las manifestaciones y las formas de la energía
- Las transferencias y las transformaciones de la energía
- La conservación de la energía

Ideas Fundamentales

7^{mo} – 9^{no}

- Los materiales tienen la capacidad de absorber y liberar calor.
- Durante un cambio de estado, se absorbe o se libera calor, y la temperatura no cambia.
- Existen tres posibles mecanismos para la transferencia de calor entre un cuerpo y su ambiente: la conducción, la radiación y la convección.
- La fotosíntesis es el proceso mediante el cual la planta utiliza la energía solar para producir alimentos.
- Todos los seres vivos necesitan energía para vivir.
- La energía se puede transformar de una forma a otra, pero la energía total se conserva.
- En ocasiones, se libera calor al transformar la energía de una forma en otra.
- Cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo, y éste se mueve, la fuerza realiza trabajo.
- Se requiere energía para producir cambios en un sistema.
- Hay máquinas que nos permiten realizar el mismo trabajo con menos fuerza.
- El trabajo es una forma de transferir energía.

10^{mo} – 12^{mo}

- Cada material tiene su propia capacidad para absorber y liberar calor.
- La energía térmica de un material está relacionada con el movimiento de las partículas que lo constituyen.
- Las cadenas y las redes alimentarias proveen la energía necesaria a todos los organismos.
- Las fuentes de energía en la Tierra son limitadas.
- El metabolismo es un proceso que ocurre en las células, el cual provee la energía necesaria para crecer y para responder a estímulos y a otras actividades vitales.
- Las células llevan a cabo una serie de procesos y contienen las estructuras necesarias para transformar la energía.
- La fotosíntesis es el proceso mediante el cual las plantas transforman la luz en energía química y la almacenan en moléculas complejas.
- Las transferencias de calor de los cuerpos más calientes a los menos calientes ocurren de forma espontánea.
- Cuando dos cuerpos alcanzan la misma temperatura, cesa la transferencia de calor espontánea entre ambos.
- El transferir calor de los cuerpos menos calientes a los más calientes requiere realizar trabajo.
- La interacción de la energía solar con la Tierra, la atmósfera y el mar es la causa mayor de los eventos climatológicos en el planeta.
- Al ocurrir una reacción química, se puede liberar o absorber energía.

- Las reacciones químicas requieren energía de activación.
- La energía cinética es energía de movimiento.
- La energía potencial es aquella que se genera debido a la posición relativa de los componentes de un sistema.
- La suma de la energía cinética y la energía potencial es una constante en algunos sistemas.
- La suma de todas las formas de energía de un sistema se mantiene constante.
- En las reacciones nucleares, ocurre conversión de materia en energía y viceversa.

Estándar: Las interacciones

Puntos Focales

K – 6^{to}

- La interacción entre la materia y la energía
- La interacción entre los seres vivos y su ambiente
- Las interacciones entre los seres vivos
- Las fuerzas y el movimiento
- El cambio continuo de la superficie de la Tierra

Ideas Fundamentales

K – 3^{ro}

- Los objetos caen, a menos que algo los sostenga.
- Los imanes pueden atraer algunos metales.
- Al acercar dos imanes, éstos se atraen o se repelen.
- Los seres vivientes necesitan de otros seres vivientes y de su ambiente para sobrevivir.
- Las vibraciones de la materia pueden producir sonidos.
- Algunas actividades de los seres humanos pueden afectar el ambiente.
- La superficie de la Tierra cambia continuamente.

4^{to} – 6^{to}

- Se requiere de un halón o de un empujón para cambiar el movimiento de un objeto.
- El viento, la lluvia y las olas del mar producen cambios en la superficie terrestre, mediante el transporte de rocas y otros materiales.
- Los seres vivientes interactúan con otros seres vivientes y con su ambiente para sobrevivir.

- Algunos seres vivos poseen adaptaciones que les permiten sobrevivir a los cambios en el ambiente.
- La actividad humana impacta el ambiente.
- Algunas interacciones entre los objetos pueden producir luz, calor y sonido.
- El calor, la luz y el sonido son formas de transferir energía.
- Los volcanes y los terremotos manifiestan la interacción entre el interior y la superficie del planeta.
- Algunos objetos, al frotarse, se atraen o se repelen.
- Al combinar dos materiales, se puede producir un material diferente.

Puntos Focales

7^{mo} - 12^{mo}

- La interacción entre la materia y la energía
- La interacción entre los seres vivos y su ambiente
- Las interacciones entre los seres vivos
- Las fuerzas y el movimiento
- El cambio continuo de la superficie de la Tierra

Ideas Fundamentales

7^{mo} - 9^{no}

- Se requiere una fuerza para cambiar el estado de movimiento de un objeto.
- El movimiento de los objetos puede ser descrito cuantitativamente.
- Los objetos interactúan mediante las fuerzas eléctricas, las magnéticas y las gravitacionales.
- Algunas interacciones entre los objetos pueden producir ondas mecánicas.
- La atracción gravitacional es responsable del peso de los objetos y del movimiento de los cuerpos celestes.
- Las sustancias, al juntarse, pueden producir mezclas o compuestos, cuyas propiedades estén determinadas por la naturaleza de la interacción.
- Los procesos vitales de los organismos en una comunidad se afectan debido a los factores ambientales.
- Algunos organismos establecen relaciones simbióticas con otros organismos.
- Muchos seres vivos muestran adaptaciones adecuadas para el ambiente en el que viven.
- Los efectos de las interacciones en la superficie de la Tierra pueden observarse a corto plazo o en escalas geológicas.
- La actividad humana puede afectar los recursos naturales y la calidad del ambiente.

10^{mo} – 12^{mo}

- Las fuerzas actúan en pares de acción y de reacción.
- El cambio en la velocidad de un objeto depende de su masa y de la fuerza que actúa sobre éste.
- La fuerza gravitacional es responsable de la estructura y de la dinámica del Sistema Solar y de las galaxias.
- Las fuerzas electromagnéticas son responsables de la estructura atómica y molecular de la materia.
- Los enlaces químicos surgen de las interacciones eléctricas entre los electrones de los átomos.
- Las sustancias, al juntarse, pueden formar mezclas o reaccionar químicamente.
- Todas las interacciones entre la materia implican transferencia de energía, de masa o de ambas.
- Las adaptaciones de los seres vivos incluyen las morfológicas, las fisiológicas y las de comportamiento.
- Las interacciones entre el interior y la superficie de la Tierra se pueden explicar con la Teoría de la Tectónica de Placas.
- La actividad humana puede afectar positiva y negativamente los recursos naturales y la calidad del ambiente.

Estándar: La conservación y el cambio**Puntos Focales****K – 6^{to}**

- Los factores productores de cambios
- Los cambios en la naturaleza
- La conservación de algunas propiedades en un proceso
- El cambio de algunas propiedades en un proceso

Ideas Fundamentales**K – 3^o**

- El planeta Tierra está en continuo cambio.
- El cambio de las estaciones produce cambios en los patrones del tiempo y en la flora.
- Los cambios en temperatura pueden producir cambios en algunas características y propiedades de los materiales (por ejemplo: en el color, la forma, el tamaño y la fase).
- La cantidad total de material se conserva aunque ocurran cambios en su temperatura o en su forma.
- Los seres vivos cambian a través del tiempo.

- Los organismos vivos producen cambios en el ambiente.
- El ambiente produce cambios en los organismos vivos.
- Los seres vivientes se reproducen en organismos similares a ellos.
- El mundo del trabajo es dinámico y, por lo tanto, está sujeto a cambios y transformaciones.

4^{to} – 6^{to}

- Algunas propiedades y algunas características de los materiales cambian mientras que otras se conservan.
- Las transformaciones de los materiales están acompañadas por cambios en la energía.
- La lluvia, las corrientes de aguas, el viento y la luz solar producen cambios en la superficie de la Tierra.
- La cantidad total de material se conserva cuando ocurren cambios de estado.
- El movimiento de la Luna alrededor de la Tierra y el movimiento de los planetas alrededor del Sol representan procesos cíclicos.
- En el ciclo del agua y en el de las rocas, la cantidad de materia se conserva.
- Los cambios en el ambiente afectan la sobrevivencia de los organismos.
- Las actividades humanas producen cambios en el ambiente.
- Al reproducirse los organismos, algunas de sus características cambian y otras se conservan.
- La forma, la estructura y las funciones vitales de los organismos pueden cambiar a través de sus etapas de desarrollo.
- El mundo del trabajo responde a las necesidades de la sociedad y, por lo tanto, debe transformarse a la par con las exigencias y las nuevas tendencias de esa sociedad.

Puntos Focales

7^{mo} - 12^{mo}

- Los factores que determinan la espontaneidad de los procesos
- El equilibrio y los factores que lo afectan
- La conservación de la masa y de la energía
- Los patrones de cambio

Ideas Fundamentales

7^{mo} – 9^{no}

- El universo está en continuo cambio.
- Las fuerzas producen cambios en el movimiento de los objetos.
- Durante un cambio químico, la cantidad total de masa se conserva.

- Los cambios químicos producen nuevas sustancias con propiedades diferentes mientras que los cambios físicos afectan solamente las propiedades físicas de la materia.
- Cada sustancia pura posee un punto de fusión, mediante el cual ésta pasa de un estado sólido a uno líquido, y un punto de ebullición, en el cual pasa de líquido a gas.
- El ciclo de la formación de las rocas describe cambios continuos que ocurren en el interior y en la superficie de la Tierra.
- Las especies se preservan por medio de la reproducción.
- Las características hereditarias son controladas por los genes, localizados en los cromosomas.
- El material genético de las células transmite las características hereditarias de una generación a otra.
- El ambiente y la herencia afectan las características de los organismos.
- La evolución es un proceso de cambio, mediante el cual se forman nuevas especies de otras preexistentes.
- La extinción de las especies puede ser el resultado de factores ambientales que limitan la capacidad reproductora de éstas.
- En el mundo del trabajo, el cambio le garantiza su conservación y permanencia como sistema organizacional.

10^{mo} – 12^{mo}

- El “momentum” de un sistema se conserva durante una colisión.
- La energía y la materia pueden ser transformadas.
- El total de la materia y de la energía del universo es constante.
- Hay propiedades fundamentales de la materia que no cambian, como la carga del electrón.
- Los cuerpos celestes cambian a través del tiempo.
- En la naturaleza, se observan procesos que ocurren espontáneamente en una dirección.
- En toda transformación de energía, hay disipación de calor.
- En un sistema mecánico en el cual no hay fricción, el total de la energía cinética y de la potencial se mantiene constante.
- En una reacción química, la masa total se conserva.
- En una reacción química, el tipo y la cantidad de átomos se conservan, pero la forma como están combinados entre sí cambia.
- Cuando se perturba un sistema, algunas propiedades cambian y otras se conservan.
- En un sistema químico en equilibrio, las propiedades macroscópicas no cambian con el tiempo.

- Al perturbar un sistema químico en equilibrio, éste tiende a cambiar hasta alcanzar un nuevo estado de equilibrio.
- La evolución implica el cambio de los fenotipos y la formación de nuevas especies.
- La teoría de la evolución explica los cambios biológicos que sufre una población a través de las generaciones.
- Existen procesos en la naturaleza que son cíclicos.
- El metabolismo es un proceso complejo que ocurre en las células vivas y provee la energía necesaria para crecer, para responder a estímulos y para realizar otras actividades vitales.
- El crecimiento poblacional está determinado por las tasas de natalidad y de mortalidad, por la emigración y la inmigración, y por los factores ambientales.
- Los seres humanos que forman parte del mundo del trabajo deben ser receptivos al cambio y capacitarse para permanecer en ese mundo del trabajo.

Estándar: La ciencia, la tecnología y la sociedad

Puntos Focales

K – 6^{to}

- La ciencia como actividad humana
- La tecnología como aplicación del conocimiento científico
- El impacto de la sociedad en la ciencia y en la tecnología
- El impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad

Ideas Fundamentales

K – 3^o

- El conocimiento científico surge de la curiosidad natural del ser humano.
- Existen objetos naturales y otros que son creados por el ser humano.
- La ciencia y la tecnología nos ayudan a entender el mundo en el que vivimos.
- La ciencia y la tecnología pueden beneficiar al ser humano y proveer solución a muchos problemas.
- Las personas trabajan en diferentes ocupaciones y profesiones relacionadas con las ciencias.
- Las destrezas, las habilidades y la capacidad del estudiante deben estar en armonía con sus intereses vocacionales o profesionales.
- Las ocupaciones y las profesiones relacionadas con ciencia requieren del conocimiento y del desarrollo de las destrezas tecnológicas.
- El trabajo es parte de la vida del ser humano.

4to – 6 to

- La actividad científica y la tecnología requieren conocimiento, imaginación y creatividad.
- Los procesos y los productos de la tecnología tienen efectos sobre la sociedad.
- La ciencia y la tecnología pueden contribuir a mejorar nuestra calidad de vida.
- La ciencia no se puede utilizar para contestar todas las preguntas.
- La utilización de la tecnología para solucionar algunos problemas puede causar otros.
- El ser humano afecta los recursos naturales y es responsable de mantenerlos.
- Las diferentes ocupaciones y profesiones relacionadas con ciencia se caracterizan por llevar a cabo determinadas tareas y responsabilidades.
- La evaluación que haga el estudiante de sus destrezas y habilidades le ayuda a seleccionar una ocupación o profesión.
- La integración de la tecnología al mundo del trabajo requiere que el estudiante esté capacitado en éste.
- El trabajo es necesario para satisfacer las necesidades del ser humano.

Puntos Focales7^{mo} - 12^{mo}

- Los aspectos éticos del quehacer científico y tecnológico
- El ciudadano y su responsabilidad ante los adelantos de la ciencia y la tecnología
- El impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad
- Los factores que afectan el desarrollo de la ciencia y la tecnología

Ideas Fundamentales7^{mo} – 9^{no}

- Las necesidades de una sociedad influyen sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología.
- El conocimiento científico influye en la visión que tiene la sociedad sobre sí misma y sobre el mundo.
- La interacción entre la ciencia, la tecnología y las matemáticas contribuye al desarrollo de la sociedad.
- La actividad científica se rige por la ética.
- La investigación sobre lo que es el mundo del trabajo es parte del currículo de ciencia
- Las diferentes ocupaciones y profesiones relacionadas con ciencia pueden ofrecer oportunidades de trabajo.
- La evaluación de los requisitos y ofrecimientos que haga el estudiante de las diferentes ocupaciones y profesiones relacionadas con ciencia, le ofrece la oportunidad de seleccionar según sus intereses y capacidades.

- La capacitación en las destrezas tecnológicas es esencial para el mundo del trabajo.
- El trabajo dignifica al ser humano y le ayuda a satisfacer sus necesidades y las de su familia.

Puntos Focales

10^{mo} – 12^{mo}

- La solución de problemas se nutre de enfoques múltiples e interdisciplinarios.
- El desarrollo y el uso del conocimiento científico y tecnológico conllevan decisiones éticas y morales.
- Los avances tecnológicos y científicos afectan la interacción entre los seres humanos, otras especies y el ambiente.
- La tecnología ayuda a solucionar los problemas y a satisfacer las necesidades humanas.
- El mal uso de la tecnología puede crear problemas y perjudicar a los seres humanos y el ambiente.
- El ser humano tiene la responsabilidad de mantener el ambiente en buen estado para la supervivencia de las especies.
- La participación del estudiante en el mundo del trabajo, mientras está en la escuela, le permite establecer relaciones con los profesionales y el tipo de trabajo que realizan en diferentes escenarios relacionados con ciencia.
- Las experiencias en el mundo del trabajo real ayudan al estudiante a definir sus intereses vocacionales o profesionales.
- La aplicación de las destrezas tecnológicas es esencial en el mundo del trabajo.
- El trabajo dignifica al ser humano y contribuye a su desarrollo profesional.
- El trabajo le produce al ser humano su propio beneficio económico, el de su familia, el de su comunidad y el de su país.

APÉNDICE D

CONCEPTOS ESENCIALES EN CADA NIVEL

Nivel K a 6to

Metodología científica
 Solución de problemas
Investigación
 Uso de instrumentos
 Medición
 Experimentación
Observación
 Observación cualitativa y
 cuantitativa
 Uso de instrumentos
 Observaciones cuantitativas
Estructuras de plantas y animales
 Adaptaciones
 Factores abióticos y bióticos
 Hábitat
 Interacciones
Taxonomía de los Reinos
 Diversidad: Estructura y función
Ciclos de vida
 Reproducción
 Plantas
 Animales
 Hongos
 Crecimiento y desarrollo
 Herencia
La célula
 Estructura y función
 Tipos de células
Órganos y sistemas de órganos en los
humanos
 Estructura y función
Cadenas alimentarias

Red alimentaria
Producción de alimento
 Alimento y energía
 Niveles tróficos
 Interacciones

Propiedades físicas de la materia
 Tamaño, textura, color, forma
 dureza, olor, sabor
 Medición (instrumentos)
 Unidades estándares y
 arbitrarias
 Volumen
 Peso
 Masa
 Temperatura
Materia
 Diversidad
 Clasificación
 Materiales
Estados de la materia
Propiedades de los materiales y objetos
 Tipos de mezclas
 Cambios físicos y químicos
 Cambios de estado
 Interacciones
Calor y temperatura
 Conducción del calor
 Materiales conductores
 Transferencia de energía en los
 cambios de estado
El Sistema Solar
 Modelos

Sol
 Planetas
 Satélites
 Eclipses
 Mareas
 Fases de la Luna
 Estaciones
 Interacciones
 Modelos físicos
 Objetos
 Seres vivientes
 Ciclo del agua
 Condensación
 Precipitación
 Globo terráqueo
 Ciclos
 Modelos matemáticos
 Gráficas
 Diagramas
 Sistemas
 Subsistemas
 Interrelaciones
 Alteraciones
 Rasgos topográficos
 Ciclos de las rocas
 Cambios en la superficie terrestre
 Interacciones
 Actividades humanas y su impacto en el ambiente
 Conservación de los recursos naturales
 Mapas
 Fuerza
 Movimiento
 Desplazamiento
 Uso de la tecnología
 Problemas
 Beneficios
 Características de los procesos tecnológicos
 Adelantos

Comunicación
 Salud
 Transportación
 Impacto en la calidad de vida

Nivel 7mo a 9no
 Características de la ciencia
 Ciencia como procesos
 Ciencia como producto
 Ciencia y tecnología
 Impacto de la tecnología
 Beneficios y problemas
 Ética
 Tecnología y sociedad

Materia
 Clasificación
 Mezclas
 Sustancias
 Modelo particulado
 Organización
 Conservación
 Propiedades físicas
 Densidad
 Cambios físicos
 Propiedades químicas
 Cambios químicos
 Cambios de estado

Energía
 Conservación
 Transferencia de calor
 Cambio de estado
 Radiación
 Convección
 Conducción

Ondas
 Mecánicas
 Sonido

Fotosíntesis
 Energía solar
 Producción de alimento

Fuerza

Trabajo
 Gravitacional
 Peso
 Movimiento
 Distancia
 Relación entre trabajo y movimiento
 Litosfera
 Ciclo de las rocas
 Clasificación de las rocas
 Procesos de formación
 Minerales
 Erosión
 Sismos: ondas
 Reproducción
 Sexual
 Asexual
 Herencia
 Cromosomas
 Genes
 Evolución
 Especiación
 Metodología de la ciencia
 Extinción de especies
 Atmósfera
 Características
 Clima
 Estados del tiempo
 Mapas topográficos
 Símbolo
 Escala
 Leyendas
 Organización de la materia viva
 Célula
 Tejido
 Órgano
 Sistemas de órganos
 Ecosistemas
 Factores abióticos
 Factores bióticos
 Factores limitantes

Hábitat
 Nicho
Nivel 10mo- 12mo
 La naturaleza de la ciencia
 Ciencia como producto
 Ciencia como proceso
 Metodología científica
 Experimentación
 Control de variables
 Uso de instrumentos
 Comunicación de resultados
 Tablas y gráficas
 Modelos matemáticos
 Ciencia y tecnología
 Aplicaciones tecnológicas
 Tecnología y sociedad
 Ética en la ciencia
 Medición
 Unidades
 Cifras significativas
 Estimaciones: longitud, volumen
 Masa
 Materia
 Propiedades físicas
 Propiedades químicas
 Clasificación
 Estados físicos
 Propiedades
 Microscópicas
 Macroscópicas
 Leyes de los gases
 Teoría cinético-molecular
 Cambios de estados de la materia
 Transferencia de energía
 Modelo atómico
 Estructura atómica
 Tabla periódica
 Características de los grupos

Tipos de enlaces
 Reacciones químicas
 Conservación de la masa y energía
 Ácido/ base
 Oxirreducción
 Electroquímica
 Rapidez de reacción
 Compuestos químicos
 Fórmulas
 Masa molecular
 Porcentaje de composición
 Nomenclatura
 Estequiometría
 Mol
 Ecuaciones
 Balanceo
 Reactivo limitante
 Soluciones
 Solubilidad
 Solute y disolvente
 Disoluciones
 Fuerzas intermoleculares
 Concentración
 Porcentaje
 Molaridad
 Diluciones
 Termodinámica
 Conservación de energía
 Entalpía
 Calor de reacción
 Entropía
 Estructura y función de los seres vivos
 Características de la vida
 Estructura y función celular
 Célula vegetal
 Célula animal
 Teoría celular
 Tipos de células
 División celular

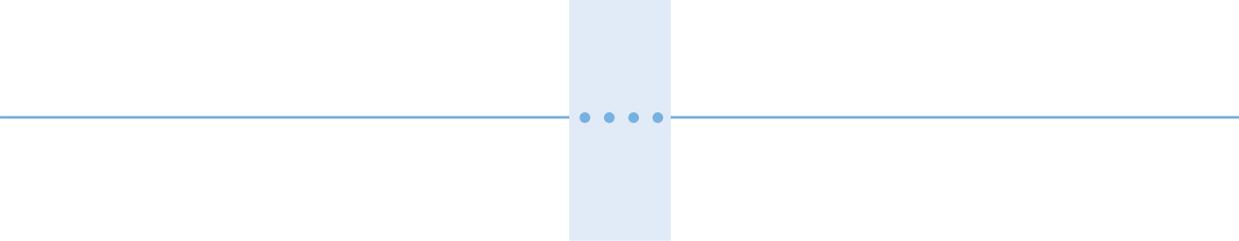
Transporte celular
 Metabolismo celular
 Clasificación de plantas y animales
 Reinos
 Plantas
 Animales
 Ecosistema
 Factores abióticos y bióticos
 Cadenas y redes alimentarias
 Nicho
 Hábitat
 Poblaciones
 Relaciones simbióticas
 Ciclos biogeoquímicos
 Zonas de vida de Puerto Rico
 Recursos Naturales
 Tipos de recursos
 Manejo
 Conservación y contaminación
 El cuerpo humano
 Sistemas: estructura y función
 Sistema digestivo
 Sistema endoesquelético
 Sistema nervioso
 Sistema circulatorio
 Sistema reproductor
 Sistema inmunológico
 Sistema endocrino
 Reproducción
 Plantas y animales
 Gametogénesis
 Genética
 Mendeliana
 Genotipo y fenotipo
 Leyes de Mendel
 Cruces
 Humana
 Cromosomas y DNA
 Replicación del DNA
 RNA
 Estructura de los genes

Características tipo mendelianas
 Genes ligados al sexo
 Desórdenes genéticos
 Mutaciones
 Ingeniería genética
 Genética poblacional
 Evolución
 Mecanismos de evolución
 Selección natural
 Adaptaciones
 Diversidad biológica
 Teorías de la evolución
 Sistema Solar
 Movimiento y fuerza
 Fuerza
 Peso
 Fricción
 Magnética
 Eléctrica
 Leyes de Newton
 Trabajo
 Potencia
 Máquinas
 Rapidez
 Velocidad
 Aceleración
 Tipos de movimiento
 Energía
 Tipos de energía
 Cinética
 Potencial
 Térmica
 Radiante
 Transferencia de energía
 Calor
 Electricidad
 Conductores y aisladores
 Circuito eléctrico
 Tipos de circuitos
 Corriente eléctrica

Ley de Ohm
 Leyes de conservación de cargas y energía
 Magnetismo
 Imanes
 Polos
 Campo magnético
 Fuerza magnética
 Inducción magnética
 Ondas
 Tipos de ondas
 Características de las ondas

 Sonido
 Características del sonido
 Luz
 Color
 Interacción de la luz y la materia
 Tipos de materiales
 Fenómenos de la luz
 Reflexión
 Refracción
 Dispersión
 Interferencia
 Espejos y lentes
 Óptica
 Índice de refracción
 Dispersión
 Largo focal
 Espejos y lentes
 Instrumentos ópticos
 El Planeta Tierra
 Características
 Movimientos
 Relación Sol, Tierra, Luna
 Litosfera
 Rocas y minerales
 Clasificación
 Ciclos de las rocas
 Tipos de suelos
 Estructura interna del planeta

Sismos
Teoría de Placas Tectónicas
Rasgos topográficos
Procesos de cambio
Erosión
Descomposición
Vulcanismo
Terremotos
Atmósfera
Estructura
Composición
Presión atmosférica
Patrones de vientos
Características
El clima y los estados del tiempo
Hidrosfera
Océanos
Corrientes
El Océano como recurso
Características de los océanos



APÉNDICE E

MODELO DE ESTRUCTURA DE UNA UNIDAD INTEGRADA EN CIENCIAS

I. Tema: El desarrollo efectivo de los temas de manera integrada motiva al maestro a incorporar este enfoque en su práctica educativa. La investigación sugiere que se propicie que los conceptos resulten más relevantes y pertinentes para los estudiantes. Sin embargo, el éxito depende de la selección de un tema que considere conceptos científicos que se puedan integrar. Hay temas que tratan los conceptos superficialmente y, por ende, no representan una buena integración o su desarrollo no es adecuado. La finalidad de la integración es el desarrollo adecuado del concepto, esto último no se puede sacrificar por el hecho de integrar. La unidad integrada, además, debe proveer para la integración con las matemáticas y la tecnología, de manera que los estudiantes puedan desarrollar un entendimiento más profundo y amplio de los conceptos.

II. Conceptos: Es necesario que se identifiquen los conceptos fundamentales que se van a desarrollar en la unidad y se determine su trayectoria de desarrollo en términos de secuencia y profundidad. Es necesario identificar el contexto inmediato y mediato de su integración.

III. Procesos y Destrezas:

- A. **Procesos:** Los procesos son fundamentales para la enseñanza de ciencia; por lo tanto, es necesario que se identifiquen los que se desarrollan en la unidad curricular.
- B. **Destrezas:** Las destrezas que se van a desarrollar en la unidad deben estar identificadas. Se pueden considerar destrezas sicomotoras, procesales, cognitivas y matemáticas, tales como el razonamiento matemático, la estimación y el desarrollo de oraciones matemáticas.

IV. Objetivos: La cantidad de objetivos dependerá del tema y la profundidad que se quiera alcanzar. Sin embargo, consideramos que cada unidad debe tener un mínimo de tres objetivos generales (uno de cada dominio): cognitivo, sicomotor y afectivo.

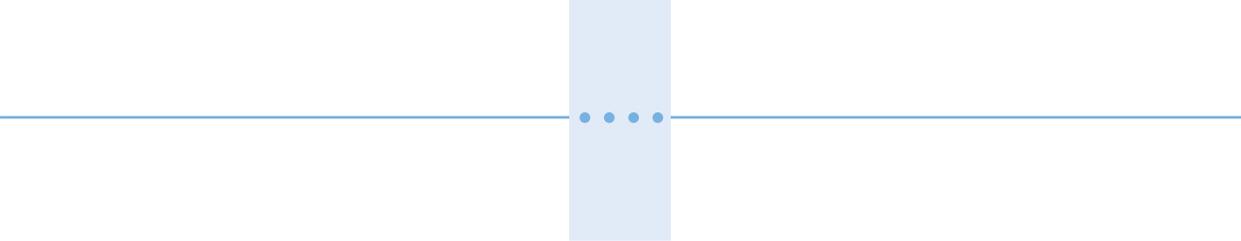
V. Trasfondo: Los conceptos que se desarrollan en la unidad deben explicarse a una profundidad que le permita al maestro entender y facilitar el aprendizaje del mismo.

VI. Actividades: Se requiere que se desarrollen tantas actividades como sean necesarias para alcanzar el entendimiento de los conceptos de acuerdo con el nivel de enseñanza y la secuencia de desarrollo del concepto. El diseño de las actividades requiere que se consideren los siguientes aspectos:

- **Enfoque:** debe ser constructivista.
- **Estrategias, Métodos y Técnicas: en la enseñanza de ciencia se utiliza una variedad:** ECA (exploración, conceptualización, aplicación), Ciclo de Aprendizaje (Enfocar, Explorar, Reflexionar, Aplicar), Trabajo cooperativo, Descubrir, Inquirir, Laboratorio, Demostración, Preguntas y Estudio de campo. Es necesario que en cualquier estrategia, método o técnica que se utilice, se provea el tiempo para una discusión reflexiva sobre el aprendizaje.
- **Integración con matemáticas:** Propiciar que se haga la integración entre los conceptos y las destrezas matemáticas que se apliquen.
- **Integración de la tecnología:** Integrar en las actividades aspectos tecnológicos del currículo, tales como aplicabilidad tecnológica de los conceptos estudiados, el estudio de equipo que utiliza los conceptos estudiados, y la construcción de aparatos.
- **Integración de la Tecnología como herramienta para pensar:** Integrar la tecnología basada en la computadora para desarrollar destrezas de pensamiento y como modo para reforzar el proceso de aprendizaje.
- **Materiales:** Hacer una lista de los materiales esenciales que se requieren para cada actividad.
- **“Assessment”:** Llevar un proceso continuo durante el desarrollo de las actividades de la unidad. De esta manera se le facilita al maestro recopilar información sobre el aprendizaje.
- **Tiempo:** Indicar la duración aproximada para el desarrollo de las actividades de la unidad.

VII. Referencias: Deben anotarse todas las fuentes de información que se utilizaron para el diseño de la unidad.

VIII. Lecturas sugeridas: Fuentes de información adicionales para profundizar más en algún aspecto de la unidad. Hacer una lista de lecturas adicionales relacionadas con algún aspecto de la unidad.



HOJA DE EVALUACIÓN DEL DOCUMENTO

MARCO CURRICULAR

A ti, maestro:

Solicitamos tu colaboración para evaluar este documento. Contesta las preguntas según la escala que se indica a continuación. Confiamos en tu participación ya que es muy importante para la revisión del currículo del Programa de Ciencias.

- I. Evalúa y contesta las siguientes preguntas haciendo uso de la escala numérica que se provee a continuación:

5EXCELENTE

4BUENO

3SATISFACTORIO

2DEFICIENTE

1POBRE

Características del Documento	5	4	3	2	1
Provee una visión clara.					
Es de fácil manejo.					
Provee información de utilidad para maestro.					
La redacción es clara, sencilla y precisa.					
Las diferentes secciones están organizadas en secuencia lógica.					
Cada sección provee información que permite al maestro tener una idea clara y precisa de:					
<ul style="list-style-type: none"> • La visión y la misión 					
<ul style="list-style-type: none"> • El alcance y el uso del documento 					
<ul style="list-style-type: none"> • La epistemología 					
<ul style="list-style-type: none"> • Los objetivos generales del aprendizaje 					
<ul style="list-style-type: none"> • Los procesos de enseñanza y aprendizaje 					
<ul style="list-style-type: none"> • El proceso de “assessment” en la asignatura 					
<ul style="list-style-type: none"> • Las técnicas de “assessment” recomendadas para ser utilizadas en el programa 					
Provee información en torno al desarrollo de la materia como disciplina a través del tiempo.					
La bibliografía incluida provee amplios marcos de referencia.					

II. Contesta brevemente las siguientes preguntas que aparecen a continuación:

En términos generales, ¿consideras que el documento Marco Curricular del Programa de Ciencias es útil para el proceso de enseñanza y aprendizaje?

Expresa tu opinión general sobre el Marco Curricular del Programa de Ciencias.

¡MUCHAS GRACIAS POR TU APORTACIÓN!