



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
POSTGRADO MODULAR EN EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
MENCIÓN ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA**

**LA IMAGEN DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA
EN LOS TEXTOS DE LA COLECCIÓN BICENTENARIO:
UN ANÁLISIS DESDE LA PERSPECTIVA DE LA
NUEVA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA Y DE LA
PEDAGOGÍA CRÍTICA**

(Trabajo de Grado Como Requisito Parcial Para Optar al Título
de Magister en Educación, Mención Enseñanza de la Química)

Participante: Nelsi Johanna Calvo G.
C.I. V-4 939 414

Tutor: MSc. Ysmandi Páez
C.I. V-16 313 326

Cumaná, mayo de 2017



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
VICERRECTORADO ACADÉMICO
CONSEJO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

Núcleo de: SUCRE
Postgrado en: EDUCACIÓN CON MENCIONES

Nº 013-2017

ACTA DE DEFENSA DE TRABAJO DE GRADO

Nosotros, YSMANDI PÁEZ, ARELIS MAZA y OLIDEN LIZARDI, integrantes del jurado designado por la Comisión Coordinadora del Postgrado en Educación con Menciones, para examinar el Trabajo de Grado titulado: “LA IMAGEN DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA EN LOS TEXTOS DE LA COLECCIÓN BICENTENARIO: UN ANÁLISIS DESDE LA PERSPECTIVA DE LA NUEVA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA Y DE LA PEDAGOGÍA CRÍTICA” presentado por la Lcda. Nelsi Johanna Calvo González, portadora de la Cédula de Identidad Nº: 16.313.326, a los fines de cumplir con el requisito legal para optar al grado de: MAGISTER SCIENTIARUM EN EDUCACIÓN, MENCIÓN ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA, hacemos constar que hemos evaluado el mismo y debatido la exposición pública de la postulante, celebrada hoy a las 02:30 P.M., en EL SALÓN PRINCIPAL DE LA COORDINACIÓN DEL POSTGRADO EN EDUCACIÓN, CERRO DEL MEDIO, CASA Nº 11.

Finalizada la defensa del trabajo, el jurado decidió Aprobarlo, por considerar que el mismo se ajusta a lo dispuesto y exigido por el Reglamento de Estudios de Postgrado de la Institución. En fe de lo anterior, se levanta la presente Acta, que firmamos conjuntamente con la Coordinadora de Postgrado en Educación con Menciones.

En la ciudad de CUMANÁ, a los VEINTISIETE días del mes de MARZO de 2017.

Jurado Examinador:

M.Sc. YSMANDI PÁEZ C.I: 4.939.414 (TUTOR)

M.Sc. ARELIS MAZA C.I: 8.302.567

M.Sc. OLIDEN LIZARDI C.I: 9.980.283

Coordinadora del Programa de Postgrado:

DRA. JOSEFA ZABALA



(Handwritten signatures of the jury members and the coordinator)

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS	II
RESUMEN	III
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	5
EL PROBLEMA.....	5
1.1.- ACERCAMIENTO AL OBJETO DE ESTUDIO	5
1.2.- FORMULACIÓN DE LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	12
1.3.- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
1.3.1.- OBJETIVO GENERAL:	13
1.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	13
1.4.- JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	14
CAPÍTULO II	16
MARCO TEÓRICO	16
2.1.- ANTECEDENTES:	16
2.2.- APORTES DE LA HISTORIA Y FILOSOFÍA DE LA CIENCIA	18
2.3.-ENFOQUE DE LA CIENCIA EN LOS TEXTOS DE QUÍMICA GENERAL	20
2.4.- LA CONTROVERSA ENTRE LOS CIENTÍFICOS Y EL MÉTODO DE LAS CIENCIAS NATURALES EN LOS LIBROS DE TEXTO.....	21
2.5.- LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES DESDE LA PEDAGOGÍA CRÍTICA.	23
2.6.- LA “EDUCACIÓN BANCARIA” EN LOS TEXTOS TRADICIONALES.....	24
2.7.- LAS CIENCIAS NATURALES DESDE LA HERMENÉUTICA CRÍTICA	25
CAPITULO III	29
MARCO METODOLÓGICO	29
3.1.- NIVEL DE INVESTIGACIÓN:	29
3.2.- DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:.....	29
3.3.- SELECCIÓN DE LA POBLACIÓN Y LA MUESTRA	30
3.4.- VALIDACIÓN DE LOS CRITERIOS DESDE LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA.	31
3.5.- CRITERIOS PARA EVALUAR LA NATURALEZA DE LA CIENCIA	32
NC ₁	33
NC ₂ :	33
NC ₃ :	33
NC ₄ :	33
NC ₅ :	34
NC ₆ :	34
NC ₇ :	35

NC ₈ :	35
3.6.- ESCALA CUALITATIVA PARA EVALUAR EL GRADO DE CONCORDANCIA DE LOS TEXTOS CON LOS CRITERIOS DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA.	35
3.7.- CRITERIOS PARA EVALUAR LOS TEXTOS DESDE LA PEDAGOGÍA CRÍTICA O EMANCIPADORA	36
PC ₁ : Enfoque de los contenidos desde el interés práctico:.....	36
PC ₂ : Enfoque de los contenidos desde el interés emancipador:.....	36
PC ₃ : Enfoque emancipador de la investigación científica:	37
PC ₄ : Enfoque de los contenidos de la ciencia desde lo cotidiano:	37
3.8.- VALIDACIÓN DE LOS CRITERIOS PARA LA PEDAGOGÍA CRÍTICA:	37
Satisfactorio (S):	38
Mención (M):	38
No menciona (N):	38
CAPÍTULO IV	39
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LOS TEXTOS.....	39
4.1.- ANÁLISIS DE LOS TEXTOS DESDE LA VISIÓN DE LA NUEVA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA:	39
4.2.- ANÁLISIS DE LOS TEXTOS DESDE LA PEDAGOGÍA CRÍTICA O EMANCIPADORA ..	49
4.3.- CONCLUSIONES.....	57
4.3.- RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
SECCIÓN DE ANEXOS	65
HOJAS DE METADATOS.....	86

DEDICATORIA

Agradezco a DIOS, por guiarme en esta meta y por brindarme la sabiduría y la salud necesaria para seguir adelante.

A mi tutor MSc. Ysmandi Páez, por sus orientaciones y apoyo, las cuales me permitieron terminar mi investigación.

A mi hermana, Ysabel Calvo, sé que desde el cielo está orgullosa de mí, gracias mi hermana por tus consejos y tu ayuda, gracias por haber formado parte de mi vida. Te amo y te amaré siempre mi chicha.

A mis abuelos, Ana Luisa Zerpa y Onofre Calvo, por su buena crianza que me permitieron ser la persona que soy, gracias por tanto.

A mi princesa, por ser esa personita que me impulsa cada día a seguir adelante, eres lo mejor que me ha pasado en la vida, Te Amo Kamila Victoria León Calvo.

AGRADECIMIENTOS

Mi tesis se la dedico a mi DIOS TODO PODEROSO quien me brindo la sabiduría para tomar las decisiones correctas y mantenerme en el camino del bien. Gracias DIOS por guiarme y darme fuerzas para seguir adelante en este camino de esfuerzo y superación, por no permitirme desvanecer ante los problemas que se presentaron.

A mis Padres Miledlys González y Nelson Calvo, por su apoyo y ayuda incondicional, por creer siempre en mí y guiarme al logro de mis metas.

A mis hermanos, Nelson, Ysabel, Neralys y Michell Calvo, por estar siempre presente en cada logro que he alcanzado, por ser parte de mi vida. Los Amo.

A mi hija, mi princesa Kamila león, por estar hasta tarde conmigo apoyándome, dándome fuerza para seguir. Te Amo inmenso mi Kamilu.

A mi novio, amigo y compañero José Figueroa, por su apoyo, consejos, y comprensión. Gracias por estar ahí en las buenas y en las malas. Que Dios te bendiga y nos brinde salud para poder estar juntos muchísimo tiempo. Te quiero.



LA IMAGEN DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA EN LOS TEXTOS DE LA COLECCIÓN BICENTENARIO: UN ANÁLISIS DESDE LA PERSPECTIVA DE LA NUEVA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA Y DE LA PEDAGOGÍA CRÍTICA

Autora: Nelsi Johanna Calvo G.

Tutor: MSc. Ysmandi Páez.

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal hacer una evaluación de la imagen de las ciencias naturales que reflejan los libros de texto de las ciencias de la Colección Bicentenario. Esta evaluación se hará desde la perspectiva de la nueva filosofía de la ciencia y de la pedagogía crítica. Mediante un diseño documental y descriptivo se evaluaron una muestra de 5 textos de ciencias naturales de la Colección Bicentenario, para los cuales se utilizaron una serie de criterios conceptuales diseñados por el tutor y la investigadora, enfocados en la nueva filosofía de la ciencia y en los postulados de la pedagogía crítica. La mayoría de los textos mantienen un enfoque positivista de la naturaleza de las ciencias, acentuando el desarrollo de las ciencias naturales a través de la retórica de conclusiones, resaltando así solo los aspectos teóricos y experimentales que verifican hipótesis e investigaciones. Los textos enfatizan el método hipotético-deductivo y no se destaca la diferencia entre leyes y teorías. Pocos textos dan importancia a los principios heurísticos o explicativos que guiaron a los científicos en la elaboración de sus teorías, así como los debates polémicos que antecedieron a su elaboración. La mayoría de los libros sigue los postulados de la pedagogía crítica o emancipatoria lo cual es coherente con la pedagogía crítica que sustenta su diseño. Se sugiere que los textos de la Colección Bicentenario incluyan lecturas que describan aspectos interesantes de la historia de las ciencias naturales, promoviendo una imagen más humana de su actividad entre estudiantes y docentes. Los resultados de la presente investigación son importantes en la medida que permiten mejorar la presentación de los textos y la calidad de la enseñanza de la ciencia, elevando la motivación de los estudiantes para cursar carreras del campo de las ciencias naturales.

Palabras claves: Enseñanza de las Ciencias, Nueva Filosofía de la Ciencia, Pedagogía Crítica, Textos Colección Bicentenario.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias de la naturaleza o ciencias fácticas (química, biología y física, para la presente investigación), se encuentra en crisis a nivel mundial. La crisis se caracteriza por la apatía de los estudiantes hacia las carreras afines a estas disciplinas, altos índices de deserción y baja calidad de los aprendizajes en los estudiantes. Mathews (1994, 1998) ha caracterizado esta crisis como “la huida del aula de ciencias de alumnos y profesores”. La enseñanza de las ciencias fácticas, a través del tiempo, se ha planteado desde diferentes enfoques filosóficos en las aulas de clase y en los libros de textos, las cuales han permitido tener una visión de su evolución, y con ella la construcción del conocimiento científico. El dominio de la filosofía positivista en la enseñanza de las ciencias en las aulas de clase y en los textos se ha extendido hasta nuestros días, reflejando una imagen de las ciencias fácticas poco motivadora para estudiantes y docentes, resumida por Schwab (1962) con la metáfora “una retórica de conclusiones”. Es decir, los libros de textos se limitan a presentar los contenidos o conclusiones finales de las ciencias y resaltar los hechos experimentales.

Desde la nueva filosofía de la ciencia o racionalismo crítico se enfatiza la necesidad de ir más allá de los hechos experimentales, resaltando la ciencia como una actividad social que depende, en sus resultados, del contexto histórico donde se desarrolle. La inclusión de la historia de las ciencias en los libros de textos es importante para motivar su enseñanza porque muestra que las teorías científicas no son productos acabados, ni se desarrollaron solamente en los grandes laboratorios, que ellas evolucionan por la confrontación polémica entre los científicos defensores de paradigmas rivales. Son muchos los aportes que han dado las ciencias naturales a la

humanidad, por lo cual se hace importante conocer un poco más cada día de ellas, para poder tener una noción más amplia de todos los procesos históricos, sociales y académicos vinculados al desarrollo de las ciencias naturales, entre ellas la química y las ciencias biológicas, disciplinas sobre las cuales se hará más énfasis en la presente investigación.

Desde la pedagogía crítica o emancipadora (Freire, 1989,1992, 2006; Giroux, 1990; Habermas, 1982) se ha planteado que la enseñanza de las ciencias de la naturaleza sería más motivadora y provechosa para los estudiantes si se vincula con la realidad cotidiana, enfatizando la aplicación de los contenidos de las ciencias para comprender y resolver situaciones problemáticas del entorno social de los estudiantes. Esto significa que desde la práctica pedagógica se deben planificar y ejecutar una serie de actividades centradas en la investigación-acción participante denominadas proyectos de aprendizajes, que le permitan a los estudiantes familiarizarse con las actividades de la ciencia, desarrollando una conciencia crítica de autorreflexión y autoformación, que garantice en el marco del proceso de enseñanza y aprendizaje el diálogo del saber académico de la ciencia con el saber cotidiano de su contexto social. Siendo de gran importancia que, dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje de esta ciencia, se ponga de manifiesto estrategias metodológicas y herramientas didácticas que le permitan al estudiante participar en la construcción de su propio aprendizaje.

Siegel (citado por Niño, 2009:12) ha hecho hincapié en el uso de la historia y la filosofía de la ciencia, si queremos que los libros de textos de ciencias no sean "... considerados como instrumentos para inculcar en los estudiantes de ciencias los principios y métodos del paradigma regente. Sino que, al contrario, los libros de textos sean un desafío para los estudiantes".

Lo antes expuesto, deja claro la importancia de los libros de textos en la enseñanza de las ciencias, los cuales juegan un papel fundamental en el aprendizaje de los estudiantes, siendo una herramienta significativa en el espacio educativo, ya que le permite al educando desarrollar destrezas y habilidades científicas, y con esto el despertar del conocimiento científico, incentivando la búsqueda de nuevas alternativas de investigación. En este sentido, es necesario que los libros de textos de ciencias naturales como herramienta didáctica, reflejen aspectos de la historia de la ciencia, ya que, a través de estos, se pueden conocer los hechos históricos y filosóficos que han rodeado el desarrollo de las ciencias, proporcionando así una imagen real y humana de la actividad científica, que permitirá despertar en el estudiante una actitud positiva y emprendedora ante su estudio y aprendizaje. “Es sumamente importante que tanto los profesores como los libros de textos presenten claramente el contexto histórico en el cual se desarrollaron los hechos y reflejen las interpretaciones de los eventos por los filósofos de la ciencia, lo que facilitaría la comprensión conceptual por parte de los estudiantes y despertaría un mayor interés en la ciencia”. Niaz y Rodríguez (2002, p. 71)

De acuerdo con lo planteado, la siguiente investigación tiene como propósito principal la evaluación de la imagen de las ciencias de la naturaleza en los textos de la Colección Bicentenario desde dos perspectivas o enfoques: el enfoque de la nueva filosofía de la ciencia y los postulados de la pedagogía crítica o emancipatoria. Se hará énfasis especial en la química y la biología, por ser dos materias afines que, enseñadas por la investigadora como licenciada en educación, ejerce su actividad de enseñanza en el nivel de Educación Media o Bachillerato Bolivariano. El Proyecto final estará estructurado en cuatro (4) capítulos. El primer capítulo se refiere al problema, descripción de la situación problemática, objeto de estudio o planteamiento, las preguntas que guían la

investigación, los objetivos y la justificación. El segundo capítulo presentará el marco teórico o referencial, con los antecedentes, los principios de la pedagogía crítica y de la nueva filosofía de la ciencia. El tercer capítulo describe el marco metodológico, nivel y diseño de la investigación, técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de datos y los criterios para evaluar los textos de la colección bicentenario con su proceso su validación. El cuarto capítulo describe el análisis de datos y los resultados, las conclusiones y recomendaciones para mejorar los textos de bachillerato, especialmente los textos de la colección bicentenario.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1.- Acercamiento al objeto de estudio

La educación como proceso sistemático ayuda a desarrollar en el individuo un pensamiento crítico-reflexivo, guiándolo en su construcción intelectual, social y cultural facilitándole herramientas para vivir en sociedad y adaptarse a los cambios globales que se generan en ésta (científicos, tecnológicos, sociales, económicos, entre otros) aportando ideas y soluciones para la transformación de su entorno y el bien común.

Para que este proceso sea exitoso debe estar encaminado por una enseñanza efectiva, que aporte respuestas asertivas a las necesidades de los estudiantes y la sociedad, además de potenciar sus habilidades y acompañarlo en la construcción de nuevos conocimientos significativos para él y su entorno.

De acuerdo con los planteamientos anteriores, resulta oportuno destacar los postulados de Freire (2006:47) cuando expresa que “enseñar no es transferir conocimiento, sino crear las posibilidades para su propia producción o construcción”. Es decir, que el hecho educativo vaya más allá de la enseñanza positivista de simple transmisión del conocimiento acumulado, y se convierta en un proceso mediador y eficaz que le facilite al estudiante las herramientas necesarias para la producción y construcción de su propio aprendizaje.

En el caso de la enseñanza de las ciencias, Cereijido expresa que “en América Latina no tenemos ciencia (aunque en algunos casos exista muy buena investigación científica), el problema es mucho más profundo que una cuestión de experimentos y demostraciones” (Citado por Golombek 2008:15). Evidenciando así, que la enseñanza de las ciencias se ha planteado de forma muy metódica, basada en teorías, experimentaciones y resultados abstractos, cuyas consecuencias son apatía y desmotivación por parte del estudiante, olvidando en gran medida la utilidad que ésta tiene en su entorno social.

Del mismo modo, Fernández y otros (2002:480) destacan que “la enseñanza de la ciencia resalta su visión rígida dando un valor significativo a tratamientos cuantitativos, olvidando o rechazando todo lo que significa invención, dudas y creatividad”, transmitiendo conocimientos ya elaborados sin mostrar cuales fueron los problemas que generaron su construcción, cual ha sido su evolución, las dificultades ni las limitaciones del conocimiento. De manera que, el conocimiento se construye por el camino de la imposición, resultando de poco valor para el educando ya que no lo forja ni lo crea él sino el docente, dejando a un lado todo el proceso y las múltiples estrategias que conlleva lograr un nuevo saber científico.

La enseñanza de las ciencias debe estar conectada con la realidad social y cultural del estudiante, sus necesidades y potencialidades, una enseñanza liberadora que promueva la educación científica de la ciudadanía y valore los cambios positivos, que lo aprendido y construido en la actividad educativa conlleve a una exitosa transformación del espacio social y cotidiano en que se desenvuelve el educando.

Para Habermas (1982) una enseñanza emancipadora de la ciencia es aquella que desarrolla un currículo que toma en cuenta principalmente los

intereses fundamentales del individuo, pues, de éste se desprenden los objetivos y actividades educativas que conllevan a la construcción o reconstrucción del conocimiento, beneficios socioculturales, justicia, libertad y bienestar. Estos intereses son: el interés técnico, interés práctico e interés emancipador. El interés técnico, llamado también positivista, empírico-analítico, basado en la experiencia y en la observación, cuyo eje central es construir un conocimiento científico-instrumental. El interés práctico, conocido también como reflexivo, trata de un interés por comprender el entorno, para que el individuo interactúe con él y logre el bien común, en él se construyen significados de forma reflexiva. Y el interés emancipador, que consiste en buscar y descubrir todas las cadenas ocultas en la praxis educativa y hallar la manera de liberarse de ellas, se trata de buscar la autonomía y la libertad racional, que los individuos construyan y transformen sus formas de vida social, donde docente y estudiante toman sus propias decisiones, convirtiéndose en entes emancipadores del entorno en el cual se desenvuelven.

De los planteamientos anteriores se hace necesario que la enseñanza de la ciencia, permita a los estudiantes estar en constante conexión con su entorno, a través de medios, técnicas, herramientas y estrategias innovadoras y motivantes que conduzcan a construir nuevos conocimientos significativos que se adapten y transformen efectivamente los constantes cambios, producto de la globalización. Destacando así el carácter emancipatorio que debe desarrollar la ciencia, ya que los estudiantes construirán sus conocimientos a través de una reflexión crítica, manteniendo viva y ávida su ansiedad y curiosidad por aprender cada vez más, participando activamente en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Relacionado a lo anterior, resulta importante resaltar los postulados de Freire (citado por Garzón, 2010:9) quien destaca:

La pedagogía está orientada hacia la acción y la reflexión de los hombres sobre la realidad, se destruye la pasividad del educando que propicia la adaptación a una situación opresiva, se traduce en una búsqueda de transformación de la realidad, en la que opresor y oprimido encontrarán la liberación humanizándose.

Se hace evidente entonces, la importancia de que en el proceso de enseñanza de la ciencia se haga a un lado la “educación bancaria” (Freire, 1989,1992) y se diseñen estrategias pedagógicas emancipadoras para que el estudiante se transforme en un ser activo, protagonista de su propio aprendizaje, capaz de discernir de forma crítica y transformar su realidad de acuerdo a sus necesidades. Por consiguiente, la enseñanza de las ciencias naturales, ha de estar enmarcada en estos planteamientos emancipatorio, cuya actividad educativa tenga como fin cimentar un saber consciente y liberador de las potencialidades creadoras de los estudiantes y docentes, donde nadie enseña a nadie, porque docentes y estudiantes aprenden juntos para transformar mediante la reflexión-acción su entorno cotidiano. Un aprendizaje emancipador que genere la libertad e independencia de conocimientos y pensamientos fruto de un proceso formativo reflexivo, crítico y de compromiso con las necesidades socioculturales del entorno en el que se desenvuelven los actores del quehacer educativo.

En el caso de una disciplina como la química Fernández y Moreno (2013: 2), exponen que para lograr despertar en los estudiantes el interés por aprender esta materia se debe:

Dar una visión que revele a la química como un producto cultural, en evolución, sin dogmas ni verdades definitivas, que se desarrolla en un contexto social determinado, integrada en un marco más amplio que incluya lo artístico, histórico y tecnológico. Presentar el trabajo de los investigadores a modo de interrogantes y sus respuestas a problemas cotidianos.

De allí, la necesidad que exista una enseñanza de las ciencias que esté en mayor conexión con el entorno que rodea al estudiante, donde éstos pongan en práctica todo lo aprendido, desarrollando a través de sus necesidades capacidades y actitudes positivas hacia esta ciencia como disciplina importante de la enseñanza. Para que este proceso sea exitoso y significativo, debe dar respuesta a las necesidades socioculturales del estudiante, apoyándose en herramientas o recursos didácticos que beneficien la construcción de un conocimiento científico pertinente con la realidad que envuelve al estudiante.

En efecto, son muchos los recursos didácticos que el docente podría utilizar para llevar a cabo la práctica de la enseñanza de la química, uno de los más importantes son los libros de textos, los cuales facilitan el proceso de enseñanza y aprendizaje y ayudan a comprender de una manera más dinámica el origen y la historia que ha permitido la evolución y adaptación a la realidad, de esta ciencia. Para Niño L, (2009:12), “El libro de texto es uno de los recursos más utilizados en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto por los docentes como por los alumnos. La utilización casi exclusiva de este material en el aula plantea la necesidad de analizar este recurso didáctico para indagar la influencia que ejerce sobre el aprendizaje de la ciencia”. Resulta oportuno entonces, destacar los razonamientos realizados por Niaz y Rodríguez (2002: 71):

...es importante que tanto los profesores como los libros de textos transmitan claramente el contexto histórico en el cual se desarrollan los hechos y reflejen las interpretaciones de los eventos de los filósofos de la ciencia, lo que facilitaría la comprensión conceptual por parte de los estudiantes y despertaría un mayor interés en la ciencia.

De acuerdo a esto, se hace evidente la importancia de que en los libros de textos este presente la evolución que ha tenido la química como ciencia a través del tiempo, para que así los estudiantes puedan entender un poco

más de esta ciencia y poder expresar sus opiniones y reflexiones en torno a ésta, dejando de ser un simple material con contenidos abstractos pocos entendibles y convertirse en una herramienta que facilite el proceso de enseñanza para los estudiantes.

Para un filósofo de las ciencias como Michael Matthews, citado por Malaver y Pujol (2004), en definitiva, es importante que en los libros de textos se incorporen aspectos históricos y filosóficos que puedan promover una enseñanza más crítica y humana, además de permitir que tanto el estudiante como el docente tengan una idea más elaborada de lo que es realmente la ciencia. En este mismo orden de ideas, y como parte de las políticas educativas, el gobierno venezolano está dotando a los estudiantes y docentes de las instituciones educativas oficiales de libros de textos, denominados Colección Bicentenario, como una forma de facilitar los medios para que los estudiantes se apoyen en su proceso de aprendizaje, los cuales están estructurados por áreas del conocimiento entre las que destacan el área de Ciencias de la Naturaleza, constituida por las disciplinas biología, química y física. Esta colección de libros de textos, según el Ministerio del Poder Popular para la Educación (MPPE, 2013) “promueve la integración interdisciplinaria de las ciencias naturales a partir de procesos de conceptualización, investigación, creación y reflexión sociocrítica”

Esta política de dotación de recursos de aprendizaje está en concordancia con el currículo del Sistema Educativo Bolivariano (2007:58), el cual expresa dentro de su eje trabajo liberador que “se debe promover el vínculo entre la teoría y la práctica desde una perspectiva social y buscar revertir la concepción del ser humano como mercancía por una concepción que enfatice su auto realización” Para Certad (2012:159) los libros de la Colección Bicentenario en el marco de la Educación Bolivariana presentan:

Un enfoque de enseñanza de la ciencia centrada en el aprendiz, de manera activa y en conexión con su realidad, propone situaciones cotidianas lo que contribuye a que el alumno construya un significado desde su vivencia y su historia bien sea a partir de la comparación, diferenciación o el análisis.

Las premisas anteriores ponen de manifiesto, según este autor, la presencia de la educación científica emancipatoria en los libros de textos de la Colección Bicentenario, cuyo objetivo es que los estudiantes construyan su propio conocimiento a partir de los aportes o planteamientos que generan los textos al vincular los contenidos de las ciencias naturales con la problemática social en la cual está enmarcada la vida cotidiana de los estudiantes. El propósito no es que los estudiantes aprendan o memoricen conceptos, sino que puedan tener una comprensión más cercana a la realidad en la cual se desenvuelven para que puedan así interactuar en ella a partir de la comprensión y creatividad que genera el aprendizaje de las ciencias.

Por otra parte, es importante indagar si desde la visión de las más recientes investigaciones en el campo de la enseñanza de las ciencias (Niaz y Rodríguez, 2002; Niño, 2009; Páez et al, 2004; Solaz-Portolés. 2010) los libros de textos de la Colección Bicentenario reflejan el enfoque de la nueva filosofía de la ciencia, esto es, la ciencia es una actividad social, cuyos resultados dependen del contexto histórico social donde se haga ciencia, de la polémica entre los defensores de programas de investigación rivales o paradigma, que se definen por el consenso de una comunidad científica que evalúa las evidencias experimentales y su utilidad práctica. Es el carácter progresivo, la capacidad para resolver problemas de una teoría científica lo que define su aceptación o rechazo por la comunidad científica y los textos de ciencias deben reflejar esta imagen.

Desde la perspectiva aquí analizada sería interesante investigar en qué grado los textos de la Colección Bicentenario cumplen con los postulados de la pedagogía crítica y de la nueva filosofía de la ciencia para la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel del Bachillerato Bolivariano, lo cual conducen a la formulación de las preguntas de investigación que se formulan abajo.

1.2.- Formulación de las preguntas de investigación

Siendo el libro de texto una herramienta esencial para llevar a cabo la práctica educativa desde una perspectiva crítica y emancipadora (Freire, 1989,1992), en conexión con los intereses cognitivos (Habermas, 1982), que refleje la visión de las ciencias naturales como una actividad social (Niaz y Rodríguez, 2002; Solaz-Portoles, 2010) y de gran utilidad para docentes y estudiantes, se plantean las siguientes interrogantes que guiarán la investigación:

- a) ¿Los textos de la Colección Bicentenario reflejan una enseñanza de la ciencia coherente con los postulados de la pedagogía crítica o emancipadora?
- b) ¿Los textos de la Colección Bicentenario reflejan una imagen de la ciencia coherente con la perspectiva de la historia y filosofía de la ciencia?
- c) ¿Recaen los libros de la Colección Bicentenario en la retórica positivista de la enseñanza de las ciencias de los libros tradicionales?
- d) ¿La enseñanza de las ciencias naturales en los textos de la Colección Bicentenario vincula los contenidos con la problemática cotidiana de los estudiantes?

Para responder estas interrogantes se realizará un análisis documental de diversos autores, tanto de la pedagogía crítica como de la nueva filosofía de la ciencia, a fin de diseñar una serie de criterios racionales para analizar los textos de la Colección Bicentenario y determinar en qué grado (Satisfactorio, Mención, No mención) cumplen con cada uno de los criterios diseñados. Es importante señalar que en el caso de la nueva Filosofía de la Ciencia (Una Corriente del Racionalismo Crítico) ya se han realizado diversos trabajos de investigación relacionados con los textos de química y física del nivel universitario y del bachillerato (Páez et al, 2004; Niño, 2009; Niaz y Rodríguez 2002), de los cuales se tomarán los criterios con ligeras modificaciones para proceder al análisis desde el enfoque de la nueva filosofía de la ciencia. El aporte de la presente investigación corresponderá al diseño de criterios racionales para evaluar los textos desde los postulados de la pedagogía crítica o emancipadora relacionados con el deber ser de la enseñanza de la ciencia (Freire, 1989, 1992, 2006; Habermas, 1982; Giroux, 1990).

1.3.- Objetivos de la investigación

1.3.1.- Objetivo general:

Evaluar, mediante una serie de criterios racionales, la imagen de la enseñanza en las ciencias naturales de los textos de la Colección Bicentenario desde la perspectiva de la nueva filosofía de la ciencia y la pedagogía crítica.

1.3.2.- Objetivos específicos:

- Describir la crisis actual en la enseñanza de las ciencias naturales desde los postulados teóricos de la pedagogía crítica o emancipatoria con énfasis en los libros de textos.
- Describir la problemática de la enseñanza de las ciencias naturales en los libros de textos de la Colección Bicentenario desde una visión emergente en el campo de la historia y filosofía de las ciencias y sus implicaciones para el diseño de estos textos.
- Diseñar, a partir de los resultados de los dos objetivos anteriores, los criterios conceptuales para la evaluación de la imagen de las ciencias naturales en los libros de textos de la Colección Bicentenario.
- Evaluar, el grado de coherencia de la imagen de la ciencia de los textos de la Colección Bicentenario con la nueva filosofía de la ciencia y la pedagogía crítica.
- Sugerir propuestas metodológicas que mejoren la calidad de la enseñanza de las ciencias naturales, mediante ediciones de textos que reflejen una imagen en la ciencia significativa y creativa para estudiantes y docentes.

1.4.- Justificación de la investigación

En el ámbito educativo la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, en especial, química y biología, se ha caracterizado por la enorme apatía que muestran los estudiantes para su estudio y la vocación por estudiar carreras del campo científico, dando como resultado un bajo rendimiento académico por parte de los estudiantes, debido a que todavía en las aulas de clases se siguen patrones tradicionales conductistas de simples transmisión de conocimientos. Debido a esta problemática, actualmente se

han puesto en práctica diferentes alternativas que tienen como objetivo superar las debilidades que se han presentado en el proceso de enseñanza y aprendizaje de esta ciencia. Entre las alternativas se encuentran los libros de textos de la Colección Bicentenario, presentados como un recurso didáctico gratuito que tiene como función que los estudiantes con la ayuda del profesor construyan sus propios conceptos, refuercen su aprendizaje y desarrollen hábitos de razonamiento que estimulen su superación tanto académica como personal, estableciendo un entorno que les permita el disfrute y el aprendizaje creativo y emancipador de las ciencias naturales.

El análisis de los textos de ciencias naturales de la Colección Bicentenario es muy importante, ya que permitirá conocer en qué grado la enseñanza de la ciencia sigue las recomendaciones de las más recientes investigaciones en el campo de la historia y filosofía de la ciencia y, además, analizar si los textos de esta colección siguen los postulados de la pedagogía crítica. Es posible, que en los centros educativos la utilización de los textos de la Colección Bicentenario no sea tan habitual, pero ciertamente es importante que los estudiantes se motiven a consultarlos y los tomen como un recurso esencial en su proceso de aprendizaje.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.- Antecedentes:

A través del tiempo diferentes investigaciones sobre la enseñanza de las ciencias naturales han destacado la importancia de la incorporación de los postulados de la nueva filosofía de las ciencias en los libros de textos. Por ende, la importancia de analizar los textos y en el caso particular de esta investigación los textos de la Colección Bicentenario, para evaluar si reflejan o no los aportes de la nueva filosofía de las ciencias.

Cabe destacar que no se han realizado investigaciones de textos enfocados desde la pedagogía crítica o emancipatoria, por lo que esta investigación podrá formar parte de los antecedentes de futuras investigaciones referentes a este tema.

En este orden de ideas, Páez (2004), evaluó 16 textos de química de Bachillerato tradicional, encontrando que la mayoría de los textos no mencionan los aspectos más importantes de la nueva filosofía de la ciencia, tales como la competencia entre programas rivales, los principios heurísticos y la influencia del entorno social e histórico en el proceso de "observación".

Por otra parte Níaz y Rodríguez (2002) en análisis realizado a varios textos de ciencia con nivel universitario en temas como: naturaleza de las ciencias, estructura atómica, experimento de la gota de aceite de Millikan, las leyes de las proporciones definidas y múltiples, teoría cinética, enlace

covalente, muestran que la mayoría de los textos analizados en los diferentes estudios, presentan la historia de la ciencias como una simple cronología, anécdotas o curiosidades, e ignoran la importancia de una perspectiva de la historia y filosofía de la ciencia, lo que podría facilitar la comprensión conceptual de los estudiantes.

Lo antes expuesto, pone de manifiesto cómo se deja a un lado dentro los libros de textos, la historia y filosofía de las ciencias, claves para que los estudiantes puedan comprender sobre su evolución y evitar tener concepciones erróneas de la misma, permitiéndoles tener una visión más coherente de las ciencias y poder así poner en práctica su creatividad e innovación al momento de estudiarla.

Para Páez, Rodríguez y Niaz, (2004) la incorporación de la historia y filosofía de la ciencia, no sólo presenta los hechos históricos de una manera más fidedigna, sino que estimula la curiosidad, interés y motivación de los estudiantes. Sin embargo, los textos presentan la evolución de los modelos atómicos, a partir de los datos experimentales puros obviando, de acuerdo con la historia de la ciencia, los principios heurísticos y la competencia entre programas rivales que impulsaron la postulación de estos modelos.

De allí, la importancia de que el conocimiento que se genere dentro del enfoque de la nueva filosofía de las ciencias surja en función de las controversias y competencias de programas rivales, ya que permitiría generar conflictos encaminados a un aumento del poder heurístico explicativo de las distintas teorías.

En esta línea de ideas Páez, Rodríguez y Niaz (2004) plantean que el desarrollo de las diferentes teorías inevitablemente involucra a los científicos en conflictos y controversias (ejemplos en este estudio: las controversias entre Proust y Berthollet, Dalton y GayLussac). Los datos

empíricos no necesariamente pueden dictaminar si una teoría es falsa o verdadera, sino facilitar el poder heurístico/explicativo de la teoría (ejemplo: los datos empíricos de Gay-Lussac aumentaron el poder explicativo de la teoría de Dalton).

Por otro lado, Solaz-Portolés (2010), realizó una investigación sobre la naturaleza de la ciencia y los libros de textos de ciencias: Una revisión donde resalta los defectos que con mayor frecuencia aparecen en los libros de textos en relación con la naturaleza de la ciencia, entre los que destaca : falta de explicaciones adecuadas de la función de las teorías ,leyes y modelos, la presentación de la generación del conocimiento científico sin ausencia de errores, de forma empírico-inductiva en los que los textos presentan los contenidos sin resaltar que la teoría siempre guía al científico en sus acciones, la ausencia de la creatividad como cualidad en la producción del conocimiento científico y la no incidencia explicativa en la consideración de la ciencia como conjunto de procesos dinámicos donde se ponen a prueba diversas explicaciones (hipótesis).

2.2.- Aportes de la historia y filosofía de la ciencia

La importancia de la historia y la filosofía de la ciencia para los libros de textos no es un asunto reciente. En los inicios del siglo XX el filósofo positivista y químico-físico Wilhelm Ostwald (1853-1932), fue quizás el primero en el siglo XX, en hacer énfasis en este aspecto (Ostwald, 1908, reproducido en Niaz, 2005: 410). Desde entonces numerosos autores han propiciado la inclusión de la historia de la ciencia en la enseñanza de la ciencia tal como se hace referencia en numerosos artículos de investigación citados por Niaz y Rodríguez (2002): Reinmuth, 1932; Brush, 1978; Siegel, 1978; Kauffman, 1989; Matthews, 1994; Jensen, 1998; Moore, 1998.

Uno de los aspectos importantes de la historia y la filosofía de la ciencia reside en la conceptualización de la naturaleza de la ciencia, esto es: ¿Qué es la ciencia? y ¿cómo evoluciona el conocimiento científico? En los actuales momentos sigue habiendo un intenso debate sobre esta temática tal como se describen en los trabajos de Galison, 1997; Cartwright, 1999; Giere, 1999, 2003; Koertge, 2000; van Frassen, 2000; Hanna, 2004 (citados por Niaz, 2001 a y 2001 b). Sin embargo, una revisión de la literatura reciente (McComas et al., 1998; Smith y Scharman, 1999) sobre la enseñanza de la ciencia muestra que puede lograrse cierto grado de consenso, basándose en los siguientes aspectos:

1. Las teorías científicas son explicaciones tentativas de los fenómenos estudiados.
2. Las teorías no se convierten en leyes aun con evidencia empírica adicional.
3. Toda observación está impregnada de una teoría.
4. La ciencia es objetiva, sólo en cierto contexto del desarrollo científico.
5. La objetividad en las ciencias proviene de un proceso social de validación competitivo, por la evaluación crítica de los pares.
6. La ciencia no se caracteriza por su objetividad, sino por su carácter progresivo ----cambios progresivos de problemática (Lakatos, 1989).
7. El progreso científico está caracterizado por conflictos, competencias, inconsistencias y controversias entre los defensores de teorías rivales.
8. Los científicos pueden interpretar los mismos datos experimentales en más de una forma.
9. Muchas de las leyes científicas son irrelevantes y en el mejor de los casos son idealizaciones.
10. No hay un método científico universal que indique los pasos a seguir.

Es importante resaltar que los consensos, así como las teorías, en la ciencia son tentativos y cada uno de estos aspectos se sigue analizando y discutiendo en el ámbito de la filosofía de la ciencia. Schwab (1962) ha sugerido la incorporación de muchos de los aspectos de la naturaleza de la ciencia dentro del salón de clases y los textos. Él estableció una distinción importante entre los aspectos metodológicos (datos empíricos) e interpretativos (principios heurísticos) del conocimiento científico. En otras palabras, el desarrollo científico no depende sólo de los experimentos (datos empíricos), tal como se cree y se enseña en la escuela, sino de la interpretación de los datos a través de los principios heurísticos. Estas interpretaciones inevitablemente generan controversias y polémicas. La concepción de Schwab con respecto al desarrollo científico se asemeja mucho a lo que los filósofos han llamado presuposiciones (Lakatos, 1989; Holton, 1978; Laudan, Laudan y Donovan, 1988; Giere, 1999).

Otro aporte importante de Schwab (1962: 24) es con respecto a lo que él llamó, 'la retórica de conclusiones', como una estructura del discurso, en la que muchos autores de textos tratan de presentar lo tentativo como definitivo, sin explicar cómo se llegó a determinadas conclusiones bajo ciertas premisas, interpretaciones y evidencias. Así que, en lugar de convencer al estudiante con argumentos, los textos simplemente les presentan la opinión de alguna autoridad científica, para concluir: 'todo el mundo cree que ésta es la verdad'. Ante esta disyuntiva los estudiantes tienen pocas alternativas y en general terminan memorizando el contenido.

2.3.-Enfoque de la ciencia en los textos de química general

De acuerdo con Niaz (2005: 412), "los textos de química general se dedican a presentar centenares de experimentos, y eso quizás refleja un rasgo muy importante de lo que es la química". Sin embargo, para este autor

es inexplicable porque los textos, en la mayoría de los estudios realizados, ignoran los “principios heurísticos” que guiaron a los investigadores en el diseño de experimentos cruciales y, por otra parte, tratan de “distorsionar” los hechos históricos presentando la evolución de las teorías científicas como una “retórica de conclusiones”. En el caso del tema “Estructura Atómica” la nueva filosofía de la ciencia enfatiza que los modelos atómicos de Thomson, Rutherford y Bohr ya no son válidos, pero aun así le dedican un espacio considerable en los textos de química general en casi todo el mundo. Por resaltar los hechos experimentales, la corriente filosófica que domina casi todos los textos es la del empirismo, una rama del positivismo.

Niaz (1998), realizó un estudio con una muestra de 23 textos de química general, publicados entre 1970 y 1992, se encontró que ninguno de los textos presentó la evolución de los modelos atómicos ajustándose completamente al enfoque basado en la historia y la filosofía de la ciencia (HFC). En la misma línea de investigación Páez, Rodríguez y Niaz, (2002), analizaron los textos de química utilizados en el nivel de bachillerato de Venezuela y encontraron que siguen el mismo patrón de los textos universitarios del estudio anterior.

2.4.- La controversia entre los científicos y el método de las ciencias naturales en los libros de texto

La determinación de la carga del electrón por R.A. Millikan, a partir del experimento de la gota de aceite, es un buen ejemplo de que los experimentos son importantes, pero sus interpretaciones lo son, aún más. Mucho de los textos señalan que a través de un experimento preciso y ‘bello’ Millikan determinó la carga del electrón. Pero de acuerdo con (Niaz, 2000a):

Casi todos los textos ignoran que existió una fuerte controversia entre Millikan (Universidad de Chicago) y F. Ehrenhaft (Universidad de Viena) que se mantuvo durante varios años (1910- 25). Tanto Millikan

como Ehrenhaft obtuvieron resultados experimentales similares y a pesar de esto, Millikan postuló la existencia de la carga eléctrica fundamental (electrón) mientras que, por el contrario, Ehrenhaft postuló la existencia de cargas fraccionales (sub-electrons). Éste es el clásico ejemplo de cómo un mismo experimento realizado por diferentes científicos produciendo resultados similares, da lugar a interpretaciones distintas.

Niaz (2000 a) Señala que la controversia se aclaró un poco cuando, después de muchos años, se revisaron los cuadernos originales de Millikan y se encontró que en algunos casos fueron desechados datos basados sobre casi 59% de las gotas estudiadas, para poder ajustar el valor de la carga elemental a las presuposiciones de Millikan. En este contexto surge una interrogante: ¿Cómo presentarían el experimento de la gota de aceite los textos de química y física general? En una investigación posterior de Rodríguez y Niaz, (2004) se mostró que los textos de física, igual que los de química, simplemente ignoran no sólo la controversia con Ehrenhaft sino las dificultades enfrentadas en la realización del experimento. Esto demuestra que el método hipotético deductivo seguido por las ciencias experimentales no es un método rígido, como lo describen la mayoría de los libros de textos, sino que tiene sus variantes de acuerdo con la problemática que confronten los investigadores durante el desarrollo de un experimento clave. En la formación de profesionales universitarios esto es delicado: ¿Cuándo es que un profesional de las ciencias experimentales se entera de la manera como se desarrolló su disciplina? ¿Será que estos aspectos no son necesarios para graduarse? ¿Significa que nuestros profesionales tienen una visión muy limitada de su profesión? Se concluye de esta discusión que necesario que los diseños de textos de ciencias en el futuro tengan en cuenta estas interrogantes para mostrar una imagen más real de la actividad científica que sea motivadora para los estudiantes.

2.5.- La enseñanza de las ciencias naturales desde la pedagogía crítica

La Pedagogía Crítica o Emancipatoria (Freire, 1989, 1992; Giroux, 1990) plantea el proceso de aprendizaje de las disciplinas como una oportunidad para el diálogo entre el conocimiento académico de las diferentes disciplinas y el conocimiento cotidiano (las tradiciones culturales, el folklore y la sabiduría popular). Ambos conocimientos se enriquecen en el aporte de soluciones a problemas de la vida cotidiana relacionados con el aprender a ser (los valores, la cultura, el lenguaje) y aprender a hacer (aprender para el trabajo productivo) que permiten dignificar la vida de los estudiantes participantes y su comunidad. Por ejemplo, en el caso de la enseñanza de las ciencias naturales, los libros de textos deben orientar a los docentes y estudiantes para que planifiquen proyectos de aprendizaje emancipadores, dirigidos a resolver situaciones problemáticas, tanto de la adolescencia como de la comunidad, situaciones que demandan el conocimiento de estas ciencias pero también amerita integrar la cultura y tradiciones de la comunidad donde viven los estudiantes: ¿Cuáles son las sustancias químicas presentes en el tabaco y bebidas alcohólicas que arruinan nuestra salud y vida social?; ¿Desde la biología por qué se debe prevenir el embarazo precoz mediante una adecuada educación sexual?; Cómo cuidar la salud mejorando los hábitos de alimentación. Los textos de ciencias deben orientar al docente para planificar estas actividades de aprendizaje las cuales deben desarrollarse en un ambiente de diálogo de saberes, de cooperativismo, donde representantes de la comunidad (cultores, profesionales, nutricionistas) pueden ser invitados para motivar a los estudiantes en su aprendizaje emancipador.

Por otra parte debemos tener en cuenta que los Liceos Bolivarianos se rigen por la Nueva Ley de Educación (MPPE, 2007), que plantea a los docentes ejercer la práctica pedagógica de forma integral con participación activa del educando, con inclusión de su cultura y su problemática

comunitaria mediante la planificación de estrategias en las cuales los contenidos de las diferentes unidades curriculares son atravesados por los ejes transversales de la educación (Lenguaje, Socio-político, Desarrollo del Pensamiento, Valores, Trabajo).

2.6.- La “educación bancaria” en los textos tradicionales

De acuerdo con Freire (1992), en la educación bancaria la contradicción entre oprimidos y opresores es mantenida y estimulada ya que no existe liberación superadora posible. El educando, sólo un objeto en el proceso, padece pasivamente la acción de su educador-opresor. La “educación bancaria” impone una manera de pensar y actuar sobre el mundo, ajena a los proyectos personales de los que aprenden conjuntamente con el docente. Educación que desconoce las diferencias individuales, que enfatiza la homogenización y el pensamiento acrítico. En tal sentido afirma Freire (1992) que “En la educación bancaria la contradicción es mantenida y estimulada ya que no existe liberación superadora posible. El educando, sólo un objeto en el proceso, padece pasivamente la acción de su educador.”

Dentro de la concepción bancaria el docente es el sujeto o actor central del proceso educativo, es el dueño y administrador del conocimiento mediante las exposiciones magistrales que reducen a un mínimo necesario el diálogo para la negociación de significados. Esta actitud del docente tradicional no deja otra opción al educando que la memorización mecánica de los contenidos sin comprender sus significados y la utilidad de los mismos en la vida diaria. Los educandos son obligados a actuar como una especie de "recipientes" en los que se "deposita" el saber.

De esta manera, cuando los textos tradicionales ejercen la educación bancaria se convierten en un instrumento de opresión ideológica al servicio

de la clase social dominante en una sociedad, porque están diseñados para modelar la mentalidad de los educandos para que acepten como legítima la situación social y económica en la que se encuentran.

Pero tanto los textos con una visión emancipadora deberían promover actividades pedagógicas donde educador y educandos, así como también los líderes y las masas, se vean involucrados en una tarea en la que ambos deberían ser sujetos no solo para descubrir y comprender críticamente el conocimiento de las ciencias naturales sino también para recrearlo en proyectos de investigación para la solución de problemas sociales que conlleven a la transformación de su entorno cotidiano.

2.7.- Las ciencias naturales desde la hermenéutica crítica

Los textos tradicionales enfatizan el aprendizaje escolar desde un enfoque neutral o ideológico que es poco motivador para los estudiantes: en el caso de la química se enseñan una serie de contenidos o productos finales de las ciencias con el objetivo principal de ir formando la mano de obra especializada que los grandes centros industriales y las instituciones sociales (como centro de poder político y económico) necesitan para mantener su hegemonía, para controlar la sociedad de masas, para justificar la sociedad de consumo, para negar lo emancipatorio, en tanto derecho de los ciudadanos a obtener el conocimiento que les permita asumir las riendas de su existencia personal y llevar una vida digna y plenamente humana. De manera que el diseño de libros de textos con una visión emancipadora debe asumir los principios de La hermenéutica crítica o emancipadora, creada por los filósofos alemanes Jurgen Habermas y Karl Otto Apel. Ambos dialogan críticamente con el modelo positivista y sus fundamentos en el modelo tradicional del conocimiento, tal como lo describe Mendoza (2003: 13):

Las teorías del conocimiento denominadas contemplativas desconocen el interés que todo conocimiento lleva consigo, haciendo de esta acción una actividad con intenciones explícitas de neutralidad. Este problema fue criticado por la hermenéutica, ya que significaba un círculo vicioso en el sentido de que el reconocimiento de los intereses y prejuicios del sujeto al interpretar, no debían ser vistos como un impedimento para la objetividad del conocimiento, por el contrario, era una modalidad de la objetividad.

En esta reconstrucción se establecen tres tipos de intereses:

- a) El interés técnico instrumental suscrito por las ciencias empírico-analíticas; Se basa en la necesidad de sobrevivir y reproducirse que tiene la especie, tanto ella misma como aquellos aspectos de la sociedad humana que se consideran de mayor importancia. Habermas señala en este interés las perspectivas de acción de las ciencias empírico-analíticas que se basa en la experiencia y la observación propiciada por la experimentación. Esta visión de la ciencia significa que el saber, para las ciencias empírico-analíticas, se rige por el interés humano fundamental por explicar, de manera que las aclaraciones proporcionan el control del medio social o ambiental. Las explicaciones se hallan por deducción (o derivación lógica) de enunciados hipotéticos, que pueden verificarse de forma empírica a través de la observación.

Como conclusión puede decirse que el interés técnico se constituye fundamentalmente por el control del ambiente mediante la acción, de acuerdo con reglas basadas en leyes con fundamento empírico. En la educación este tipo de interés conduce al modelo tecnológico de enseñanza o de diseño curricular por objetivos. Se enseña para formar profesionalmente la mano de obra especializada que los grandes centros industriales y la investigación privada necesita para seguir expandiéndose a costa del trabajo barato de las grandes masas de trabajadores. Por lo anterior los textos de la colección bicentenario analizados en la presente investigación deben reflejar una enseñanza de las ciencias naturales más

allá de los contenidos vinculando su aprendizaje con la formación en los valores, con la solución de los problemas diarios del individuo y su comunidad.

b) El interés práctico que constituye a las ciencias hermenéuticas y orienta a la comprensión. Se trata de un interés por comprender el medio, de modo que el sujeto sea capaz de interactuar con él, basándose en la necesidad fundamental de la especie humana de vivir en el mundo y formar parte de él, y no compitiendo con el ambiente para sobrevivir. El saber relacionado con la comprensión ha de juzgarse según el significado interpretado ayude o no al proceso de elaboración de juicios respecto a cómo actuar de manera racional y moral; esta acción es subjetiva; es decir, la acción de un sujeto situado en el universo que actúa con otro sujeto mediante el diálogo para la negociación de significados. Según Habermas (1982) el acceso a los hechos se consigue mediante la comprensión del significado, no por observación. Un aspecto importante de esta visión, para el diseño de textos, es el respeto que deben tener los diseñadores de textos por la autonomía y libertad de los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

c) El interés emancipatorio se propone como fin último de las ciencias sociales.

Para Habermas (1982), emancipación significa “independencia de todo lo que está fuera del individuo” tratándose de un estado de autonomía más que de libertinaje, por tanto, Habermas identifica la emancipación con la autonomía y responsabilidad. La diferencia que tiene este interés con los intereses técnico y práctico es que el interés técnico no facilita la autonomía ni la responsabilidad porque se preocupa por el control. Para el interés práctico el universo se considera como sujeto, no como objeto. El libro de texto con una visión emancipadora promueve entre los docentes prácticas pedagógicas para la potenciación del interés cognitivo para la emancipación, esto es, la capacitación de individuos y grupos para tomar las riendas de sus

propias vidas de manera autónoma y responsable. En el nivel de la práctica, el texto emancipador involucrará a los estudiantes, docentes y miembros de la comunidad en un conjunto de actividades que trate de cambiar las estructuras en las que se produce el aprendizaje y que limitan la libertad de modos con frecuencia desconocidos. Un texto emancipador supone una relación recíproca entre autorreflexión y acción.

Es evidente, de la discusión anterior, que los textos tradicionales solo se preocupan por enseñar los contenidos o productos finales de la ciencia, aplicando la denominada pedagogía del oprimido (Freire, 1992) que enfatiza la educación bancaria y desconoce cualquier estrategia de enseñanza que incluya estos tres tipos de intereses cognitivos. De ahí la escasa motivación de los estudiantes de ciencia a nivel mundial al no encontrar ninguna relación entre lo que se enseña en el aula y los intereses de su vida cotidiana. Es decir, los textos tradicionales no promueven el interés práctico y emancipador que potenciaría el aprendizaje de las ciencias fácticas o naturales. Es una expectativa de la presente investigación que los textos de la colección bicentenario rompan con este esquema de la educación bancaria y promuevan una educación emancipadora de las ciencias naturales.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1.- Nivel de investigación:

En lo que se refiere al nivel de profundidad la presente investigación se plantea alcanzar el nivel descriptivo, es decir, describir la imagen de la ciencia reflejada por una muestra de textos de la Colección Bicentenario cuando se evalúan con una serie de criterios contruidos a partir de los postulados de la nueva filosofía de la ciencia y de la pedagogía crítica o emancipatoria, según Arias, Fidias (2006:24) la investigación descriptiva “consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento.” Las investigaciones descriptivas describen de modo sistemático las características del fenómeno en estudio, proporcionando información necesaria que permita identificar las características del evento de estudio y compararlo con la de otras fuentes.

3.2.- Diseño de la investigación:

Según el origen de los datos es una investigación documental, porque los datos provienen principalmente de fuentes secundarias: documentos escritos, artículos de investigación y los textos de la Colección Bicentenario. Arias, Fidias (2006:27) define la investigación documental como “un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales y electrónica.”

El diseño de la investigación es no experimental ex post facto (después de los hechos) ya que corresponderá a una investigación documental donde no se manipulan variables. Para Arias, Fideas (2006:33) “Los diseños ex post facto buscan establecer las causas que produjeron el hecho, lógicamente, después que han ocurrido”.

3.3.- Selección de la población y la muestra

La población para la cual son válidos los resultados de la presente investigación corresponde a todos los textos de ciencias de la naturaleza de la Colección Bicentenario para los diferentes niveles del Bachillerato Bolivariano (1^{ero} a 5^{to} año). La muestra de la investigación consiste en 5 textos de la colección Bicentenario utilizados por los estudiantes del Bachillerato en los niveles de 3^{ero} (2 tomos), 4^{to} (2 tomos) y 5^{to} año (1 tomo). La selección de la muestra se hizo de forma intencional y corresponde a los textos de los niveles de 3^{ero} a 5^{to} año de bachillerato, donde la docente investigadora ejerce la enseñanza de Biología y Química. La investigadora y el tutor hicieron una revisión completa de cada tomo y se hizo una selección de 1 tema de Química y Biología respectivamente por cada tomo. No se seleccionaron temas de física porque esta disciplina no es la especialidad de la investigadora, quedando abierta la posibilidad de otra investigación en el futuro donde se analicen los temas de física.

El criterio aplicado para la selección de los temas fue que trataran, en lo posible, aspectos de la historia o de la naturaleza de las ciencias fácticas o experimentales. Esto es que describan la evolución real de las teorías científicas como una actividad compleja, determinada por el contexto social e histórico donde se lleva a cabo, que va más allá de la simple presentación de los contenidos, fórmulas y hechos experimentales de cada disciplina. Se dio por sentado que los postulados de la teoría crítica deberían ser reflejados por

las lecturas seleccionadas, en razón de que los textos fueron diseñados desde la visión de este enfoque filosófico de la educación. En tal sentido se espera que el análisis de las lecturas refleje de manera satisfactoria esta postura filosófica. Esto dio como resultado un total de 11 temas de ciencias naturales que serán objeto de evaluación. Los temas seleccionados y su ubicación en cada uno de los tomos se describen en la tabla 1 de la sección de anexos.

3.4.- Validación de los criterios desde la filosofía de la ciencia.

En el caso de la naturaleza de la ciencia los criterios para evaluar los textos y recopilar los datos fueron tomados de un estudio previo (Páez, Rodríguez y Niaz, 2004). El tutor como autor de este trabajo sugirió su aplicación y el permiso correspondiente. La validación de los criterios se hizo en tres etapas: Etapa 1, el tutor y la investigadora aplicaron los criterios a una submuestra, seleccionada al azar, de dos (2) lecturas. Las divergencias surgidas se resolvieron mediante discusión hasta alcanzar un consenso. Etapa 2, la investigadora aplicó los criterios para evaluar el resto de las lecturas en los cinco (5) tomos, para su posterior discusión con el tutor. Etapa 3, con la experiencia adquirida en las primeras dos etapas, la investigadora y el tutor discutieron los resultados de la aplicación de los criterios en las once (11) lecturas. Las divergencias que surgieron se resolvieron de nuevo mediante discusión hasta alcanzar un consenso.

En este sentido, para lograr los objetivos de la presente investigación se indagó, recolectó, organizó, analizó e interpretó diferentes informaciones en torno a la nueva filosofía de la ciencia y la pedagogía emancipatoria contenidas en los libros de textos de la Colección Bicentenario. Además, se llevó a cabo la consulta de fuentes primarias como documentos impresos, electrónicos y audiovisuales que permitan lograr los objetivos planteados,

tales como el grado en que se presentan, en una muestra de textos de la Colección Bicentenario, los postulados de la nueva filosofía de la ciencia y de la pedagogía crítica o emancipatoria.

3.5.- Criterios para evaluar la naturaleza de la ciencia

En virtud de la perspectiva ya señalada el presente trabajo de investigación cualitativa sobre la enseñanza de las ciencias de la naturaleza en los textos de la Colección Bicentenario (ME, 2012), se plantea como problema fundamental aclarar las siguientes cuestiones: ¿Cuál es la imagen de la ciencia reflejada por los textos de la colección bicentenario? ¿En qué grado el enfoque de los textos de la colección bicentenario con respecto a la naturaleza de la ciencia concuerda con el enfoque actual manejado por la historia y la filosofía de la ciencia? La evaluación del tópico “Naturaleza de la Ciencia” se hará en el capítulo dedicado a este tema de una muestra de cinco (5) textos de la colección bicentenario de los niveles de 3^{ero}, 4^{to} y 5^{to} año de bachillerato bolivariano (ver referencias bibliográficas), y permitirá responder estas interrogantes. La evaluación de los textos se hará mediante una serie de criterios racionales basados en una revisión crítica de la literatura (ver Introducción), que reflejan el punto de vista de la historia y filosofía de la ciencia y sobre la naturaleza de la ciencia y desde la pedagogía crítica se visualizará si los textos promueven estrategias emancipadoras para su enseñanza. Como ya se ha indicado estos criterios fueron tomados con permiso de los autores de un estudio previo de Páez, Rodríguez y Niaz, (2004).

Partiendo de las características más importantes de la naturaleza de la ciencia, se aplicaron ocho (8) criterios para evaluar el enfoque de los textos con respecto a la naturaleza de la ciencia (NC) y su grado de concordancia con el enfoque actual de la enseñanza de la ciencia. En tal sentido, los textos

deben reflejar explícitamente los siguientes aspectos de la naturaleza de la ciencia:

NC₁: El conocimiento científico es una explicación tentativa de los fenómenos naturales. La ciencia no es un cuerpo inalterable, rígido, de verdades absolutas. El conocimiento científico evoluciona en el tiempo, las viejas teorías son modificadas o descartadas a la luz de nuevas evidencias. Entre otras este criterio está basado en: Eflin, et al. 1999; Lakatos, 1970; Mc Comas et al. 1998. (Citados por Páez, Rodríguez y Niaz, 2004).

NC₂: La construcción del conocimiento científico es compleja. Esta construcción se basa en la observación, la evidencia experimental, la curiosidad, la creatividad y el poder de imaginación y a veces por la intervención de la casualidad. Entre otras este criterio esta' basado en: Cleminson, 1990; Irwin, 2000; Mc Comas et al. 1998; Vásquez, et al. 1999. (Citados por Páez, Rodríguez y Niaz, 2004).

NC₃: El mito del método científico: No existe un método único, científico universal que se pueda seguir estrictamente a través de las diferentes etapas. No hay una única manera de hacer ciencias. El método se adapta al problema a investigar y no es una receta que seguida al pie de la letra, permita llegar a resultados seguros. Más bien es un conjunto de supuestos y valores aceptados por la comunidad científica. Entre otras este criterio está basado en: Eflin et al., 1999; Feyerabend, 1975; Lakatos, 1970; Mc Comas et al., 1998; Millar & Driver, 1987; Vásquez et al., 1999. (Citados por Páez, Rodríguez y Niaz, 2004).

NC₄: *La dicotomía entre leyes y teorías.* Leyes y teorías son construcciones de la mente humana para explicar / entender los fenómenos en la naturaleza. En la práctica no hay diferencias entre ambas. La afirmación de que una teoría se convierte en ley y/o viceversa después de sucesivas verificaciones,

es un mito del positivismo. Entre otras este criterio está basado en: Blanco y Niaz, 1997, 1998; Lakatos, 1970; McComas *et al.* 1998; Niaz, 1998, 2000a, y 2001b. (Citados por Páez, Rodríguez y Niaz, 2004).

NC₅: Los principios heurísticos o explicativos. Estos orientan el proceso de construcción del conocimiento científico, dado que permiten al científico diseñar experimentos e interpretar los resultados. Por ejemplo, en el caso del modelo atómico de J.J. Thomson, el principio heurístico consiste en enfatizar la importancia de la polémica sobre la naturaleza de los rayos catódicos (ondas en el éter o partículas universales con carga), en el diseño de experimentos para obtener datos que permitieron a Thomson a postular su modelo atómico. Entre otras este criterio está basado en: Lakatos, 1970; Matthews, 1994; Niaz, 1998, 2000a, 2001b; Schwab, 1962. (Citados por Páez, Rodríguez y Niaz, 2004).

NC₆: *Las observaciones están impregnadas de teoría.* Dos investigadores pueden interpretar la misma observación con enfoques completamente diferentes, debido a las influencias ejercidas por el marco teórico de cada uno y por el entorno social, cultural e histórico donde se desenvuelven. Para ser más claro compare la diferencia entre lo observado por Kepler y Tycho al mirar el amanecer. Kepler consideraba el sol como fijo y la tierra en movimiento. Tycho, al contrario, creía que la tierra estaba fija y el sol estaba en movimiento a su alrededor. Dado que los marcos teóricos de Kepler y Tycho eran diferentes, es obvio que los dos podrían haber observado el mismo objeto físico, pero la conceptualización o "construcción" de la realidad de cada uno era diferente. Entre otras este criterio está basado en: Hanson, 1958; Kuhn, 1970; Lakatos, 1970; Niaz, 1994, 1998, 1999, 2000^a. (Citados por Páez, Rodríguez y Niaz, 2004).

NC₇: *La ciencia y la tecnología se influyen mutuamente.* La aplicación del conocimiento científico puede generar soluciones tecnológicas (instrumentos, equipos, sustancias) para resolver problemas sociales y ambientales, pero estas soluciones tecnológicas pueden a su vez ocasionar, de manera no intencionada, nuevas situaciones problemáticas, las cuales conducen a un nuevo ciclo de investigación científica y de nuevas tecnologías. Entre otras este criterio está basado en: Irwin, 2000; Mc Comas *et al.*, 1998; Ryan y Aikenhead, 1992. (Citados por Páez, Rodríguez y Niaz, 2004).

NC₈: *La ciencia avanza a través de conflictos, rivalidades y controversias entre los defensores de programas rivales.* El avance de la ciencia se debe a la competencia entre programas de investigación rivales que chocan en la fase experimental, las polémicas entre los partidarios de teorías rivales, y el escepticismo. Por el contrario, el punto de vista positivista enfatiza un crecimiento acumulativo de la ciencia, esto es, una teoría se convierte en ley tras sucesivas verificaciones. Entre otras este criterio está basado en: Lakatos 1970; Niaz, 1998; Silveira, 1997. (Citados por Páez, Rodríguez y Niaz, 2004).

3.6.- Escala cualitativa para evaluar el grado de concordancia de los textos con los criterios de la naturaleza de la ciencia.

Esta escala ya ha sido utilizada en estudios previos (Niaz, 1998; 2000a, b; 2001b; Páez *et al.* 2002, 2004) para evaluar textos de química general a nivel universitario y de bachillerato. La escala utiliza los siguientes parámetros:

Satisfactorio (S): Las características de la ciencia abarcada por cada uno de los criterios son explicadas en forma detallada por el texto en uno o más párrafos.

Mención (M): El texto se limita a mencionar las características de la ciencia abarcada por cada criterio sin profundizar en los detalles.

No menciona (N): El texto no hace mención de las características de naturaleza de la ciencia señaladas por cada uno de los criterios.

3.7.- Criterios para evaluar los textos desde la pedagogía crítica o emancipadora

En este caso los criterios fueron diseñados por la investigadora y el tutor siguiendo los planteamientos o sugerencias de la teoría crítica de la educación, especialmente las recomendaciones de Paulo Freire (1992) (“Educación bancaria” versus Educación como práctica de la libertad); Jurgen Habermas (1982) (La teoría de los intereses cognitivos) y Henry Giroux (1990) (Los profesores como intelectuales transformativos).

PC₁: Enfoque de los contenidos desde el interés práctico: El texto promueve la enseñanza de los temas de ciencias naturales desde una estrategia dialógica que facilite a los estudiantes el aprendizaje significativo y a la vez comprender su importancia para interactuar con el medio ambiente y formar parte de él, conviviendo y no compitiendo. Por ejemplo, relaciona los temas de biología y química con actividades que promuevan el diálogo sobre el cuidado del medio ambiente, ahorro de recursos naturales, cuidado de la salud y la alimentación. Criterio basado en Habermas (1982); Freire (1992).

PC₂: Enfoque de los contenidos desde el interés emancipador: El texto promueve la enseñanza de los temas de ciencias naturales desde una estrategia dialógica que promueve no solo el aprendizaje significativo de la ciencia sino además sugiere actividades de aplicación de los contenidos, como los proyectos educativos de integración comunitaria (PEIC), para la

orientación educativa de problemas críticos que impiden la transformación de la comunidad. Ejemplo: control de embarazo adolescente, control de epidemias locales, elaboración de productos artesanales, cultivos agrícolas a pequeña escala, entre otros. Criterio basado en Habermas (1982); Freire (1992).

PC₃: Enfoque emancipador de la investigación científica: El texto no solo promueve el aprendizaje significativo de procesos de las ciencias sino además sugiere actividades de aplicación de los contenidos científicos mediante la investigación acción-participante, promoviendo la integración escuela-comunidad en un diálogo de saberes para la resolución de problemas que contribuyan a mejorar sus condiciones de vida. Criterio basado en Habermas (1982); Freire (1992); Giroux, (1990).

PC₄: Enfoque de los contenidos de la ciencia desde lo cotidiano: El texto no solo promueve el aprendizaje significativo de procesos de las ciencias, sino que además hace uso de la transposición didáctica, mediante ejemplos de la vida cotidiana, para explicar las ideas científicas o los conceptos de las ciencias, promoviendo la curiosidad, la innovación y la contextualización socio-crítica sobre los diferentes ámbitos o tópicos de las ciencias naturales. Criterio basado en Habermas (1982); Freire (1992); Giroux (1990).

3.8.- Validación de los criterios para la pedagogía crítica:

El proceso de validación siguió la misma metodología de los criterios que se tomaron para la naturaleza de la ciencia (NC) aplicándolos en las once (11) lecturas seleccionadas (ver cuadro 1, sección de anexos). La escala de evaluación sigue los mismos parámetros de la NC, pero adaptados a la visión de la pedagogía crítica.

Satisfactorio (S): Las sugerencias para la enseñanza de las ciencias naturales abarcada por cada uno de los criterios desde la visión de la pedagogía crítica son explicadas en forma detallada por el texto en uno o más párrafos.

Mención (M): El texto se limita a mencionar algunas sugerencias para la enseñanza de las ciencias naturales abarcada por cada uno de los criterios de la visión de la pedagogía crítica, pero sin profundizar en los detalles.

No menciona (N): El texto no hace mención de las sugerencias para la enseñanza de las ciencias naturales desde la visión de la pedagogía crítica señalada por cada uno de los criterios.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LOS TEXTOS

4.1.- Análisis de los textos desde la visión de la nueva filosofía de la ciencia:

Criterio NC₁

La tabla N° 2 de la sección de anexos resume los resultados del análisis para las diferentes lecturas seleccionadas de la Colección Bicentenario. Comenzando con el criterio NC₁, se observa que solo dos (2) lecturas (L₁ T₁ Bio 3 y L₁ T₁ Qca 5) dan una explicación satisfactoria (S) de los aspectos del criterio, esto es: “El conocimiento científico es una explicación tentativa de los fenómenos naturales. La ciencia no es un cuerpo inalterable, rígido, de verdades absolutas”.

A continuación, citamos dos párrafos que ilustran la explicación satisfactoria del criterio NC₁

Ejemplo 1: Insuficiencia de la teoría de Lewis (Química)

La teoría de Lewis permite predecir la estructura de muchos compuestos y establece, a partir de los electrones de valencia de los átomos enlazantes, la configuración estable de los gases nobles. Átomos como los del carbono, el nitrógeno, el oxígeno y el flúor cumplen con la regla del octeto. Sin embargo, como todo modelo, esta teoría tiene sus excepciones. Algunos átomos, por ejemplo el fósforo, el azufre, el cloro y otros elementos no metálicos del período 3 y posteriores períodos de la tabla periódica, no cumplen con la regla del octeto, ...

Las ideas propuestas por Lewis en relación al enlace químico fueron desarrolladas antes de la llegada de la mecánica cuántica. En 1927, un año posterior a la publicación de la ecuación de Schrödinger, se aplicó ésta a los electrones implicados en la formación de enlaces covalentes, para buscar estructuras electrónicas de energía mínima. Para ello, surgieron dos modelos generales. El primero de ellos, el de electrones de valencia, propuesto por W. Heitler y F. London en 1927, el cual sirvió para que calcularan la fuerza de enlace en la molécula del hidrógeno. Posteriormente Linus Pauling y J. C. Staler extendieron sus ideas hasta elaborar la teoría general del enlace químico, conocida como la teoría del enlace de valencia (TEV) o teoría HLPS, en honor de Heitler, London, Staler y Pauling.

Así, la teoría del enlace de valencia (TEV) proporciona una visión más clara sobre la formación de los enlaces químicos en comparación con la teoría de Lewis. La TEV establece que una molécula estable se forma a partir de la reacción de los átomos, cuando la energía potencial del sistema es mínima; la teoría de Lewis ignora los cambios energéticos en la formación de un enlace químico. Sin embargo, el planteamiento de compartición de electrones de Lewis se mantiene, de algún modo, presente en la teoría del enlace de valencia, aunque se abandona la regla del octeto y se sustituye por la condición de que dos electrones desapareados puedan ocupar un mismo orbital. (L₇ T₁ Qca 5, p.p 117- 120).

Ejemplo 2:

¿Cómo las células fabrican sus proteínas? (Biología)

Es importante que sepas que Crick usó el término “dogma” en un sentido figurado. Según el diccionario, se denomina dogma a una proposición que se asienta por firme y cierta y no admite réplica. Pero las ideas científicas sólo son aceptadas hasta que aparezca

evidencia experimental que las desmienta. La ciencia es dinámica y nunca alcanza la verdad absoluta, solo se aproxima a ella. Por tanto, nunca se afirma en “dogmas”. (L₇ T₁ Bio 3, p.131).

Normalmente, el “dogma central de la biología” se cumple en los organismos más diversos, que guardan su información genética en forma de ADN, utilizan el ARN como intermediario y las proteínas como estructuras o maquinaria enzimática. Sin embargo, la ciencia nunca puede asentarse en “dogmas”, y este en particular ha tenido que ampliarse ante nuevas evidencias experimentales. (L₇ T₁ Bio 3, p.136).

Criterio NC₂

Para el criterio NC₂, que enfatiza los factores que hacen de la construcción del conocimiento científico una actividad compleja, se observa en la tabla N° 2 que solamente dos (2) lecturas (L₁₈T₂Bio 4 y L₁T₁ Cs. N 5) alcanzaron la calificación de “satisfactorio” en la escala cualitativa. Las demás lecturas no mencionan (NM) los aspectos del criterio limitándose a presentar una imagen de la ciencia como una “retórica de contenidos”. A continuación, citamos dos ejemplos que ilustran la explicación satisfactoria del criterio NC₂:

Ejemplo 1:

Los resultados de la actividad de científicas y científicos nos han permitido acumular una cantidad de pruebas o evidencias que apoyan a la teoría de la evolución de Darwin, entre estas podemos mencionar las que siguen.

El registro fósil o paleontológico: Las evidencias provenientes de los organismos fosilizados permiten a las investigadoras y los investigadores conocer cómo eran algunas especies extintas, su hábitat y la relación que tienen con los organismos que existen en la actualidad.

Esta evidencia tan importante ha permitido conocer, en parte, la línea o relación evolutiva del ser humano y sus antecesores. La evolución del caballo y de las ballenas, son ejemplos bien conocidos gracias a los aportes del registro fósil. (L₁₈ T₂ Bio 4, p. 59)

Ejemplo 2:

En los proyectos científicos, las y los estudiantes actúan en buena medida siguiendo las pautas de las científicas y los científicos profesionales, hasta donde se los permiten su edad y formación. Realizan así indagaciones exploratorias, descriptivas o explicativas sobre fenómenos naturales. Por ejemplo, estudian las reacciones de unos invertebrados ante diversos estímulos, investigan las características de un ambiente costanero, exploran fenómenos magnéticos o comprueban hipótesis sobre la influencia de determinados factores en la fotosíntesis de plantas. (L₁ T₁ Cs N 5, p. 21).

Criterio NC₃

El criterio NC₃, enfatiza que no existe un método único para la construcción del conocimiento científico. El método se adapta a las características del problema de investigación. De acuerdo con la tabla 2 ninguna de las lecturas menciona o describe satisfactoriamente los aspectos de este criterio, lo cual puede constituirse en una debilidad de los textos analizados y llevar a pensar a estudiante y docentes que la investigación científica se guía exclusivamente por el método hipotético deductivo, el cual es propio de las ciencias experimentales, pero se aplica muy poco en las ciencias sociales.

Criterio NC₄

El criterio NC₄ enfatiza que no hay diferencias entre leyes y teorías científicas, dado que ambas son construcciones de la mente humana para explicar / entender los fenómenos en la naturaleza. De acuerdo a la tabla 2 (ver sección de anexos) ninguna de las lecturas analizadas menciona los

aspectos de este criterio. No aclarar este aspecto en los textos analizados puede consolidar en estudiantes y docentes la falsa idea de que una teoría se convierte en ley y/o viceversa después de sucesivas verificaciones, lo cual es un mito de la filosofía positivista.

Criterio NC₅

El criterio NC₅ enfatiza que el desarrollo de las teorías científicas se basa en los principios heurísticos o explicativos. Estos orientan el proceso de construcción del conocimiento científico, dado que permiten al científico diseñar experimentos e interpretar los resultados. De acuerdo a los resultados de la tabla 2 solamente una (1) lectura (L₁₈T₂Bio4) logro la calificación de satisfactorio para este criterio, lo cual se ilustra en la siguiente cita:

¿El cambio es lo único seguro en los seres vivos? (Biología)

El proceso que permitió la adaptación de las especies en estas islas era, según Darwin, la selección natural. Esta se basa en que los organismos con características que mejor se adapten a las condiciones ambientales sobrevivirán, y se reproducirán con mayor facilidad, logrando así tener descendientes que heredarán esas características que permiten sobrevivir. Por el contrario, aquellos miembros de la población con características que no se ajusten a ese ambiente en específico, se reproducirán en menor cantidad o morirán tempranamente sin reproducirse.

La evolución por selección natural, según Darwin, se basa en que las especies son capaces de producir más descendientes de los que sobreviven y se reproducen con el tiempo. Por ejemplo, de las decenas de huevos que produce una tortuga marina, sólo unos pocos tortuguillos llegarán a la edad reproductiva y dejarán descendientes. (L₁₈ T₂ Bio 4, p.p 55-58)

Criterio NC₆

El criterio NC₆ resalta el papel de la observación personal en la construcción del conocimiento. “*Las observaciones están impregnadas de teoría*. Dos investigadores pueden interpretar la misma observación con enfoques completamente diferentes, debido a las influencias ejercidas por el marco teórico de cada uno y por el entorno social, cultural”. Del análisis de la tabla 2 (ver sección de anexos) se observa que solamente una (1) de las lecturas analizadas (L₁₈ T₂ Bio 4) logró la calificación de satisfactorio. La siguiente cita ilustra este caso.

¿El cambio es lo único seguro en los seres vivos? (Biología)

Charles Darwin (1809-1882) y Alfred Russel Wallace (1823-1913), fueron dos grandes naturalistas que de manera independiente encontraron una misma respuesta sobre el posible origen de las especies, y esa respuesta es la selección natural. Ellos trabajaron en distintas regiones del mundo, observaron durante mucho tiempo a la naturaleza, reflexionaron sobre sus observaciones y coincidieron al proponer el fundamento teórico que explica el mecanismo que permite la evolución de las especies.

En 1858 Wallace envió desde Asia su trabajo a Darwin para que este como experto le ayudara a mejorar su obra. Estos evolucionistas pioneros habían llegado a similares conclusiones y Darwin decidió publicar juntos sus trabajos ese mismo año ante los científicos de Londres en la Sociedad Linneana.

En la actualidad, el pensamiento darwiniano parece a primera vista no reflejar los logros de Wallace, pero quizás el aporte más significativo de su obra fue el apoyar las conclusiones que desde años anteriores Darwin ya poseía sobre este mecanismo de la evolución, y que no se había atrevido aún a develar por su afán de organizar más evidencias y quizás por temor a la crítica de la sociedad científica y otros grupos importantes de su entorno. Darwin y Wallace estudiaron la biodiversidad y llegaron a parecidas conclusiones: es el ambiente a través de la selección natural la fuerza que está detrás de esa variedad de la vida. (L₁₈ T₂ Bio 4, p.p 54-56).

Criterio NC₇

El criterio NC₇ destaca como la influencia mutua entre ciencia y tecnología contribuye al crecimiento del conocimiento científico. De acuerdo a la tabla 2 este es el criterio que mejor se refleja en los textos de la Colección Bicentenario. De las once (11) lecturas analizadas siete (7) reflejan de manera satisfactoria los aspectos de este criterio. ¿Qué explicación podemos sugerir para este resultado? En un trabajo reciente con una muestra de 16 textos tradicionales de bachillerato, utilizados en Venezuela, (Páez, Rodríguez, y Niaz, 2004), lograron un resultado similar que responde esta pregunta:

El séptimo criterio (NC7) se refiere a la influencia mutua entre ciencia y tecnología y sus aportes a la solución de problemas sociales y ambientales. De acuerdo a la Tabla 1, un total de 5 textos describen satisfactoriamente (S) este criterio. 4 textos mencionan (M) los aspectos del criterio y 5 no hacen mención (N). La explicación de los resultados se debe a la tendencia actual de los libros de texto a reflejar la presentación del conocimiento científico dentro del enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), el cual plantea la presentación del conocimiento científico dentro de un contexto más significativo para estudiantes y docentes (p. 19, el resaltado es nuestro).

Las siguientes citas ilustran como los textos de la Colección Bicentenario reflejan satisfactoriamente los aspectos del criterio NC₇ y simultáneamente el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), el cual también es importante dentro de la visión de la teoría crítica para la enseñanza de las ciencias de la naturaleza (Habermas,1982):

Ejemplo 1: Explorando el misterioso mundo de la materia (Química)

Con el avance del conocimiento científico y tecnológico, en particular, sobre la estructura atómica, hoy conocemos, por ejemplo, sobre la naturaleza e inestabilidad del núcleo atómico de algunas sustancias, ya que un gran porcentaje de los núcleos decaen o se desintegran, y en ese proceso emiten radiación alfa, beta o gamma. Los átomos que experimentan este proceso se conocen como

isótopos radioactivos. Los cuales tienen los múltiples usos a nivel social, entre lo que mencionares dos.

En el campo alimentario, las técnicas nucleares juegan un papel fundamental en la conservación de alimentos. No basta con producir más alimentos, sino también en saber preservarlos. La aplicación de la radiación de los isótopos está permitiendo para conservar los alimentos.

En el campo de la medicina, la radiación se utiliza ampliamente. En el diagnóstico para generar imágenes de órganos y glándulas; en los tratamientos de ciertos tipos de cáncer; como trazadores para seguir la distribución de ciertos compuestos químicos en el organismo, entre otros. (L₈ T₁ Qca 3, p. 158).

Ejemplo 2: Ciencia y tecnología en tu formación integral (Lectura integradora)

Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente: el reto de hoy

Desde siempre ha habido relaciones entre la ciencia y la tecnología, y hoy en día esa interacción se ha acentuado hasta el punto que se habla de tecno-ciencia. En efecto, la tecnología ha ofrecido a la ciencia instrumentos que han abierto nuevas posibilidades de observación, medición y cálculo: el telescopio, el microscopio, los sensores digitales, las computadoras... Y también le ha planteado nuevos retos, como ayudar a encontrar maneras más efectivas de combatir plagas de cultivos, o evitar la corrosión temprana de puentes y otras grandes estructuras metálicas. Por su parte, la ciencia le ha abierto a la tecnología nuevas posibilidades de acción, por ejemplo, en el tratamiento de enfermedades transmisibles a partir del conocimiento de su causantes y vectores, o en la producción de fibras artificiales gracias al esclarecimiento de la estructura y reactividad de ciertas sustancias, entre muchos otros casos, pues hoy más que nunca la tecnología se basa en conocimientos científicos.

Desde luego, estas dos valiosas iniciativas humanas no se desarrollan en un vacío, sino que ocurren en sociedades concretas y, a la vez que inciden sobre ellas, reciben el impacto de las fuerzas que allí operan. Hasta cierto punto, han existido siempre estímulos a la innovación y al pensamiento, pero también poderes opresores e influyentes, intereses minoritarios que han limitado, coaccionado y desviado muchas iniciativas de ciencia y tecnología: han querido

acallar las explicaciones científicas que no coincidían con la “verdad” imperante, han desechado tecnologías que no convenían a sus intereses aunque contribuían al bien común, y de maneras más o menos sutiles han impedido el desarrollo de ciertas finalidades y de ciertas formas de trabajar y han fomentado otras, atendiendo sólo a su conveniencia.

(L₁T₁ Cs N 5, p. 13).

Es importante observar que el último párrafo se relaciona de manera crítica con el aspecto ambiental, social y económico y ubica la relación CTS descrita por el criterio dentro del enfoque filosófico para la enseñanza de las ciencias de la pedagogía crítica que sustenta el diseño de los textos de la Colección Bicentenario.

Criterio NC₈

El último criterio aplicado, dentro del enfoque de la nueva filosofía de la ciencia es el NC₈: La ciencia avanza a través de conflictos, rivalidades y controversias entre los defensores de programas rivales. De análisis de la tabla 2 (ver anexos) se observa que solo dos (2) de las lecturas seleccionadas para el análisis (L₄T₁ Bio 4 y L₁₈ T₂ Bio 4) cumplen satisfactoriamente con los aspectos del criterio. El resto no los menciona. A continuación, citamos dos ejemplos que cumplen satisfactoriamente con el criterio:

Ejemplo 1:

La disputa entre los defensores de la teoría de la generación espontánea y los defensores de la teoría de la biogénesis. (Biología)

Como puedes apreciar, la disputa entre los seguidores de la generación espontánea y los de la biogénesis seguía dando de qué hablar en el mundo científico, sobre todo cuando se descubrió que haciendo simples infusiones de paja y dejándolas al aire libre, éstas se colmaban de microorganismos en pocos días. Los primeros decían que los principios pasivos (el caldo) y activo (el aire) al combinarse generaban los microbios, mientras que los segundos opinaban que en

la paja y en el aire debían existir esporas de los microbios. Algunas esporas eran lo suficientemente resistentes al calor y no morían, y las que flotaban en el aire, al caer en el caldo se desarrollaban rápidamente.

La Polémica entre Needham y Spallanzani comenzó en 1745 cuando el primero de estos personajes, un sacerdote, médico y biólogo inglés, John Turberville Needham (1713-1781), hirvió caldo de carne y lo colocó en un matraz de vidrio y lo tapó con corcho. Luego de varios días el caldo estaba poblado de microorganismos. Y daba el mismo resultado si el caldo era de semillas, de paja, de trigo o de calabazas. Como podrás imaginar, estos resultados fueron aplaudidos fervientemente por los seguidores de la Generación Espontánea. (L₄T₁ Bio 4, p. 75)

Ejemplo 2:

La polémica entre mutacionistas y darwinistas (Biología)

Esencialmente, los mutacionistas cuestionaron la selección natural como el único proceso de la evolución, pensaban que la evolución no era gradual sino, todo lo contrario, se daba en saltos y más rápido. Según estos autores hay variaciones ordinarias que se pueden observar de forma simple entre los individuos de una especie y no tienen consecuencias en la evolución, pero hay otras variaciones que surgen por mutación genética y producen grandes modificaciones en los organismos y tal impacto puede dar lugar a diferentes especies. De esta manera, una nueva especie se origina de forma inmediata: es producida a partir de una especie preexistente, pero sin ninguna preparación visible y sin transición.

La polémica entre mutacionistas y darwinistas se solucionó en la década de los 30, cuando se demostró que las mutaciones importantes dependían de la herencia mendeliana para pasar de una generación a otra y que la selección natural podía afectarlas, actuando de forma acumulativa sobre las pequeñas variaciones y solo así llegando a producir cambios importantes. (L₁₈ T₂ Bio 4, p. 62).

Resumiendo, los aspectos más importantes del análisis, podemos concluir en lo siguiente:

. - Solo el criterio NC₇, que enfatiza la relación mutua entre ciencia y tecnología, es cumplido satisfactoriamente por la mayoría de las lecturas analizadas que conforman la muestra, lo cual demuestra la tendencia seguida por las demás lecturas que conforman los cinco (5) textos de la Colección Bicentenario.

. - Los criterios NC₁ y NC₂ son descritos satisfactoriamente solamente por dos (2) de las once (11) lecturas. Mientras que los criterios NC₅ y NC₆ apenas son descritos satisfactoriamente por una (1) sola lectura (L₁₈ T₂ Bio 4), la cual se titula: *¿El cambio es lo único seguro en los seres vivos?* Esta lectura de Ciencias Biológicas describe la evolución histórica de las diferentes teorías que explican la evolución de los seres vivos en nuestro planeta. Se observa en la tabla 2 que esta lectura es la que cumple satisfactoriamente con la mayor cantidad de criterios, por lo cual se puede afirmar que encaja con las recomendaciones de la nueva filosofía de la ciencia para su enseñanza en el aula de clase.

. - Las demás lecturas tienden, de manera general, a enfatizar el desarrollo de la ciencia como retórica de conclusiones, resaltando los aspectos teóricos y los experimentos que verifican hipótesis e investigación.

4.2.- Análisis de los textos desde la pedagogía crítica o emancipadora

La tabla N° 3 de la sección de anexos muestra los resultados del análisis para la aplicación de los cuatro (4) criterios de la pedagogía crítica o emancipatoria a las once (11) lecturas seleccionadas de la Colección Bicentenario.

Criterio PC₁

Comenzando con el criterio PC₁, se observa que seis (6) de las once lecturas (L₇ T₁ Bio 3, L₈ T₁ Qca 3, L₁₆T₂ Bio 3, L₁₈ T₂ Qca 3, L₈ T₁ Qca 4, L₁ T₁ CsN 5) dan una explicación satisfactoria (S) de los aspectos del criterio, esto es: “promueve la enseñanza de los temas de ciencias naturales desde una estrategia dialógica que facilite a los estudiantes el aprendizaje significativo y a la vez comprender su importancia para interactuar con el medio ambiente y formar parte de él, conviviendo y no compitiendo”.

A continuación, citamos dos párrafos que ilustran la explicación satisfactoria del criterio PC₁

Ejemplo 1:

Explorando el misterioso mundo de la materia (Química).

En el campo de la medicina, la radiación se utiliza ampliamente. En el diagnóstico, para generar imágenes de órganos; en el tratamiento, para atacar ciertos tipos de cáncer; como trazadores, para seguir la distribución de compuestos químicos en el organismo, entre otras posibilidades. En nuestro país, el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) desarrolla estudios relacionados con la radiación nuclear y presta servicios a la comunidad, como la evaluación y el control de equipos de radiodiagnóstico, así como la irradiación de diversos productos. Recientemente, se instaló la planta de esterilización mediante radiación gamma (PeGAMMA). (L₈T₁Qca 3, p.158).

Ejemplo 2:

Los genes vienen en paquetes (Biología).

Al reconocer a los cromosomas como los agentes transmisores de los caracteres hereditarios, se han desarrollado técnicas cada vez más sofisticadas para su análisis. La citogenética es el estudio de los cromosomas, tanto en su número como en estructura, y es una herramienta de gran importancia en el diagnóstico de diversas afecciones humanas relacionadas con alteraciones numéricas y estructurales de los cromosomas

La elaboración de cariotipos de células de fetos de mujeres embarazadas en los que se sospecha que puede haber anomalías

hereditarias –mediante técnicas como la amniocentesis y la biopsia corial –permite el diagnóstico temprano para un posible tratamiento desde antes del nacimiento. El estudio de los cromosomas y la elaboración de mapas genéticos fue el primer paso en el Proyecto Genoma Humano, cuyo objetivo fue inicialmente determinar la secuencia de pares de bases de ADN en todos los cromosomas de nuestra especie. L₁₆T₂ Bio 3, p. 52

Criterio PC₂

El criterio PC₂, plantea actividades de aplicación de los contenidos, como los proyectos educativos de integración comunitaria (PEIC), para la orientación educativa de problemas críticos que impiden la transformación de la comunidad, se observa en la tabla N°3 que solamente tres (3) lecturas (L₁₈T₂Qca3, L₅T₁Bio5, L₇T₁Qca) alcanzaron la calificación de “satisfactorio” en la escala cualitativa. Las demás lecturas no mencionan (NM) los aspectos del criterio en las que los contenidos no muestran actividades que permitan poner en prácticas proyectos de aprendizajes encaminados a resolver problemas del medio en el cual se desenvuelven los estudiantes. A continuación, citamos dos ejemplos que ilustran la explicación satisfactoria del criterio PC₂:

Ejemplo 1:

Primeros intercambios con el mundo fuera del liceo (Lectura integradora)

Los llamamos “primeros” pues entendemos que actividades más complejas, como los proyectos de investigación o las unidades didácticas integradas, implican a menudo interacciones con el mundo exterior. En este caso son actividades más sencillas y breves, pero que enriquecen la formación estudiantil y abren nuevos horizontes. Incluso, es posible que en ocasiones resulten la chispa que genera iniciativas más amplias; como una visita guiada: a una fábrica, una granja, un taller mecánico, una panadería... O también a ambientes más organizados para la divulgación científica: un museo, un jardín botánico, un zoológico... Otra posibilidad son las invitaciones a

expertas o expertos para que asistan al aula a conversar sobre sus saberes: una señora que cultiva orquídeas, un aficionado a la astronomía, una odontóloga, un ebanista, un investigador en química, entre muchos otros.

Proyectos de aprendizaje investigativo

Dada su importancia en la formación más profunda e integral de las y los estudiantes, dedicamos secciones apartes a dos grandes tipos de actividades que necesitan estar presentes en el liceo: los proyectos de investigación de cada grupo-clase y los proyectos de aprendizaje servicio o grandes proyectos comunitarios de toda la institución.

Abordamos aquí los proyectos de investigación de cada grupo-clase, los cuales-al igual que las Unidades Didácticas Integradas-son transdisciplinarios y se basan en la reflexión y la investigación. Pero en este caso los temas y las actividades a desarrollar deben surgir de los propios estudiantes, contando con el apoyo de sus docentes-sobre todo para el caso de las actividades-. Es decir, se invierte el peso de la participación. L₁T₁ CsN 5 p.p 18-19.

Ejemplo 2:

Proyecto de aprendizaje: “Un compuesto químico en que nos afecta”
(Química)

Proyecto de aprendizaje: “Un compuesto químico que nos afecta
“En equipo de trabajo, y con las orientaciones de la profesora o el profesor, seleccionen un compuesto químico de gran relevancia en la vida cotidiana, y elaboren modelos moleculares a través de diferentes materiales de bajo costo. Además, indaguen acerca de las propiedades, usos, procesamiento e impacto social del compuesto seleccionado. Para mayor orientación de cómo diseñar el proyecto, revisen las lecturas sobre investigación en este libro. L₇T₁ Qca 5 p. 125.

Criterio PC₃

El criterio PC₃, plantea la aplicación de actividades a través de los contenidos científicos mediante la investigación acción-participante,

promoviendo la integración escuela-comunidad en un diálogo de saberes para la resolución de problemas que contribuyan a una mejor condición de vida. De acuerdo con la tabla 3 se observa que cinco (5) lecturas ($L_7 T_1$ Bio 3, $L_8 T_1$ Qca 4, $L_{18} T_2$ Bio 4, $L_7 T_1$ Qca 5) alcanzaron la calificación de “satisfactorio” en la escala cualitativa. Las demás lecturas no mencionan (NM) los aspectos del criterio, donde no se pone de manifiesto actividades que permitan la integración de la escuela con la comunidad, dejando a un lado el dialogo constante y con esto la integración de todos los entes que forman parte de la comunidad educativa. A continuación, citamos un ejemplo que ilustra la explicación satisfactoria del criterio PC_3 :

Ejemplo:

El lenguaje de la química en los alimentos (Química)

Resulta muy importante que amigos, familiares y conocidos conozcan la importancia de llamar a cada sustancia química por su nombre; por ello, comparte saberes con estas personas, así como discute con profesores y compañeros del liceo la relevancia del lenguaje químico. Te invitamos a realizar una serie de actividades que permitan disfrutar del Lenguaje de la Química en los Alimentos. ¿Qué necesitan? Pará esta actividad requerimos etiquetas de alimentos enlatados, bebidas gaseosas, sal de mesa, azúcar, de igual manera toda la información que puedas recabar sobre las sustancias químicas que contienen las frutas, miel de abejas, leguminosas (frijoles, caraotas), leche, carne de res, cerdo, pollo y pescado. ¿Cómo lo harán? Sugerimos clasificar estos alimentos en grupos utilizando diferentes criterios como, por ejemplo: Alimentos que ayudan a mantener el sistema inmunológico fuerte. Alimentos que contribuyen a la reproducción de células cancerígenas. Orienten el trabajo preguntándose: ¿cuáles elementos son más comunes en cada grupo?, ¿cuáles compuestos se encuentran en mayor proporción? Comparen sus ideas con el resto de sus compañeros. ¿Cómo organizarán la información? Sugerimos que construyan una forma de registrar los datos, puede ser a través de una tabla, listas, mapas mentales o conceptuales, y en función a la clasificación anterior identifiquen: Bioelementos primarios, secundarios y oligoelementos. Elementos tóxicos, metales pesados, aditivos químicos, conservantes,

colorantes. ¿Qué harán con los datos? ¿Qué tipo de sustancia interviene en cada caso? Emplea los tres sistemas de nomenclatura en química para nombrarla. Ubica los bioelementos u oligoelementos en la tabla periódica. Compara tus registros y observaciones con los demás compañeros y discute con ellos los beneficios o daños que pueden ocasionar en nuestro organismo las sustancias estudiadas. ¿Cuáles recomendaciones pueden ofrecer? Sugerimos compartir toda esta información con vecinos y amigos, pueden canalizarla desde la mesa de salud del consejo comunal de su sector. L₈ T₁ Qca 4, p.p. 147-148.

Criterio PC₄

El último criterio aplicado, dentro del enfoque de la pedagogía crítica o emancipatoria es el PC₄: El uso de la transposición didáctica, a través de ejemplos cotidianos para explicar conceptos científicos que promuevan la curiosidad, la innovación y la contextualización socio-crítica de las ciencias naturales. De la tabla 3 se observa que cinco (5) de las lecturas seleccionadas (L₇T₁Bio 3, L₈T₁Qca 3, L₁₆T₂Bio3, L₁₈T₂Qca3, L₁ T₂ Bio4) para el análisis cumplen satisfactoriamente con los aspectos del criterio. El resto no los menciona. A continuación, citamos dos ejemplos que cumplen satisfactoriamente con el criterio:

Ejemplo 1:

¿Cómo las células fabrican sus proteínas? (Biología).

Cuando escribimos una palabra en nuestro idioma tenemos que escoger de entre las 28 letras de nuestro alfabeto aquellas que formen dicha palabra en el orden correcto. Por ejemplo, no es lo mismo escribir “AMOR” que “RAMO”, o “MORA”, aunque tengan las mismas letras. Así mismo, para que una proteína realice su función en la célula de manera correcta, el orden en que estén colocados los aminoácidos que la constituyen debe ser correcto. Existen 20 tipos de aminoácidos que serían como las “letras” de las “palabras” llamadas proteínas. L₇ T₁ Bio 3 p.127.

Ejemplo 2:

Reacciones Químicas (Química)

Terminado el primer tiempo de un juego de fútbol entre la Vinotinto y otro equipo, ¿notas algún cambio en los jugadores con respecto al comienzo? El caminar, correr, ejercitarse ha generado en ellos una serie de manifestaciones (sudoración, agotamiento) que evidencian que estamos en presencia de reacciones químicas, o reacciones a nivel biológico ocurridas en el organismo.

La química nos rodea, está dentro y fuera de nuestro organismo. Son muchos y variados los procesos químicos que ocurren a nuestro alrededor: oxidación de metales, quema de papel, eliminación del sedimento en el sanitario o la acidez estomacal, entre otros. ¿Cómo podemos hablar acerca de ellos?

Comunicarse es sensacional. Para ello necesitamos conocer los términos básicos del tema que conversamos, la simbología y las representaciones de los mismos. ¿Lo dudas? Si estás disfrutando de uno de los partidos eliminatorios de fútbol de la Vinotinto y tu equipo anota un gol, ¿cómo expresas lo ocurrido? Dices, por ejemplo, que el jugador venezolano se acercó y a cierta distancia del arco logró ingresar el balón sin que el portero contrario pudiera evitarlo, o exclamas: ¡Goooool!

Así como el término gol engloba un significado y una serie de pasos que conducen a la anotación de un punto en el fútbol, cuando hablamos de reacciones químicas hacemos uso de unas ecuaciones que engloban información acerca de los procesos y transformaciones producidos en ellas. Así como el término gol engloba un significado y una serie de pasos que conducen a la anotación de un punto en el fútbol, cuando hablamos de reacciones químicas hacemos uso de unas ecuaciones que engloban información acerca de los procesos y transformaciones producidos en ellas. **L₁₈ T₂ Qca 3** p. 82.

En función del análisis realizado a las diferentes lecturas podemos resumir que el criterio PC₁, en donde se promueve la enseñanza de las ciencias naturales a través de estrategias dialógicas que faciliten el aprendizaje significativo de los estudiantes, es cumplido satisfactoriamente por seis (6) de las lecturas analizadas que conforman la muestra, lo cual hace notorio la tendencia a seguir por las demás lecturas de los cinco (5)

textos de la Colección Bicentenario. El criterio PC₄ es descritos satisfactoriamente por cinco (5) de las once (11) lecturas entre las que destaca las lecturas L₁₈T₂ Q 3, la cual se titula ¿Las reacciones son acontecimientos inusuales o cotidianos? En esta lectura se podrá aprender sobre las ecuaciones químicas, y como ellas facilitan la comprensión de los procesos ocurridos en las reacciones químicas, utilizando para ello la transposición didáctica a través de ejemplos relacionados con la vida cotidiana. Se observa en la tabla 3 (sección de anexos) que esta lectura es la que cumple satisfactoriamente con tres (3) de los cuatros (4) criterios descritos, por lo que se puede decir que concuerda con las recomendaciones de la pedagogía crítica o emancipatoria para la enseñanza de las ciencias naturales en el aula de clases. El criterio PC₂ es descrito satisfactoriamente por tres (3) de las once (11) lecturas, mientras que el PC₃ por cuatro (4) de ellas. Las demás lecturas plantean la enseñanza de las ciencias naturales tomando en cuenta estrategias que les permitan a los estudiantes la comprensión de su entorno, utilizando para ello ejemplos cotidianos que pueden poner en práctica en su día a día, y así poder resolver cualquier problemática que se presente tanto en su institución como en su comunidad. Como era de esperarse se puede concluir que las diferentes lecturas de los textos cumplen en mayor grado con los criterios de la pedagogía crítica.

Es importante señalar que no tenemos referencias para hacer comparaciones con otras investigaciones sobre los textos enfocados desde la pedagogía crítica o emancipatoria, por lo que el análisis de las lecturas se realizó en función de los criterios propuestos por la investigadora y el tutor, esperando que esta investigación sea la base para que se realicen más investigaciones sobre este tema, y se puedan realizar las comparaciones respectivas.

4.3.- Conclusiones

Se pudo observar en el análisis de las lecturas seleccionadas de los textos de la Colección Bicentenario, que los mismos mantienen un enfoque positivista de la naturaleza de las ciencias, acentuando el desarrollo de las ciencias naturales a través de la retórica de conclusiones, resaltando así solo los aspectos teóricos y experimentales que verifican hipótesis e investigaciones, los cuales no concuerdan con el enfoque actual de la nueva historia y filosofía de las ciencias.

De acuerdo con la tabla 2 ninguna de las lecturas menciona o describe satisfactoriamente los aspectos del criterio NC₃, ya que las mismas no enfatizan que para la construcción del conocimiento científico no existe un método único, o en todo caso no aclaran que el método hipotético deductivo, utilizado por las ciencias naturales, no es aplicado estrictamente en la construcción de las teorías científicas. Esto representa una debilidad de los textos analizados ya que puede llevar a pensar a estudiantes y docentes que la investigación científica se guía exclusivamente por el método hipotético deductivo sin ninguna variante.

Las once (11) lecturas analizadas no mencionan el criterio NC₄ el cual destaca que no existen diferencias entre leyes y teorías científicas, lo cual puede consolidar en estudiantes y docentes la falsa idea de que una teoría se convierte en ley y/o viceversa después de sucesivas verificaciones. Al defender la dicotomía ley-teoría, los textos contribuyen a que los docentes y estudiantes mantengan una concepción jerárquica de hipótesis, leyes y teorías. (Páez, 2004).

Solo una lectura menciona de manera satisfactoria los criterios NC₅ y NC₆, la cual resalta que el desarrollo de las teorías científicas se basa en los principios heurísticos o explicativos los cuales orientan el proceso de

construcción del conocimiento científico, por lo que se hace necesario enfatizar los principios heurísticos de cada teoría; y tomar en cuenta la observación personal, para interpretar los aportes que muestran la nueva filosofía de las ciencias en las lecturas de ciencias naturales.

De la tabla 2 también se puede observar que solo dos (2) de las once (11) lecturas seleccionadas cumplen satisfactoriamente con los aspectos del criterio NC₈, el cual pone de manifiesto que para que se lleve a cabo el conocimiento científico se hace necesario la controversia y competencias entre teorías rivales, aspectos estos importantes dentro del enfoque de la nueva filosofía de las ciencias.

Solo el criterio NC₇, que enfatiza la relación mutua entre ciencia y tecnología, es reflejado satisfactoriamente por los textos al ser cumplido por seis (6) de las once (11) de las lecturas analizadas. Este criterio plantea la necesidad de que los estudiantes adquieran una idea clara de la relación entre ciencia, tecnología y sociedad con énfasis en la preservación del medio ambiente. Esta estrategia fortalece la formación de una cultura científica y tecnológica, que les permita comprender mejor su entorno, y estar así más capacitados al momento de tomar decisiones en su día a día. Este criterio también guarda estrecha relación con los postulados de la teoría crítica para la enseñanza de las ciencias naturales.

En el marco de la teoría crítica o emancipatoria, se pudo observar que la mayoría de lecturas analizadas de la colección bicentenario cumplen en forma satisfactoria con los planteamientos de los criterios diseñados; Se puede concluir de la tabla 3 (sección de anexos) que seis (6) lecturas dan una explicación satisfactoria (S) de los aspectos del criterio PC₁, en las que las ciencias naturales se plantean de tal manera que los estudiantes puedan obtener un aprendizaje significativo que les facilite interactuar en el medio

en el cual se desenvuelven, permitiéndoles participar de manera activa en la construcción de sus propios aprendizajes.

De acuerdo a la tabla 3, tres (3) lecturas alcanzaron la calificación de “satisfactorio” en la escala cualitativa para el criterio PC₂, el cual plantea actividades de aplicación de los contenidos, como los proyectos educativos de integración comunitaria (PEIC). La aplicación de contenidos en los proyectos de aprendizaje permitirá a los estudiantes explorar el mundo de las ciencias naturales y aplicar los conocimientos de estas ciencias en el diseño y aplicación de soluciones para problemas de su entorno cotidiano y comunitario, potenciando su curiosidad, motivándose día a día a aprender, innovar, y aportar soluciones a las distintas problemáticas que se presenten en su comunidad.

En cuanto al criterio PC₃, se pudo observar que cinco (5) de las once (11) lecturas analizadas alcanzaron la calificación de “satisfactorio” en la escala cualitativa. Se pudo notar que dentro de los contenidos de las distintas lecturas de ciencias naturales se promueven actividades que incentivan la investigación acción participante a través del dialogo de saberes, se fomenta la participación continua y el compromiso social en los estudiantes, claves para su desenvolvimiento en la sociedad. Las actividades de participación comunitaria (APC), planteadas dentro de los contenidos de la colección bicentenario tienen como objetivo de que los estudiantes puedan aplicar los aprendizajes adquiridos, en proyectos que vayan al servicio de resolver problemas de su comunidad.

Finalmente se puede observar en la tabla 3 que cinco (5) de las lecturas seleccionadas para el análisis cumplen satisfactoriamente con los aspectos del último criterio (PC₄) aplicado para el análisis dentro del enfoque de la pedagogía crítica o emancipatoria, el cual plantea la importancia del uso de la transposición didáctica a través de ejemplos cotidianos para explicar conceptos científicos. Las lecturas se enfocan en relacionar los contenidos

de las ciencias naturales con ejemplos cotidianos que comúnmente suceden a nuestro alrededor. El aporte de las lecturas de biología y química en este sentido, facilitan el acercamiento de los estudiantes a la realidad de las ciencias naturales y contribuyen a una mejor integración en su entorno social.

4.3.- Recomendaciones

1. Se recomienda que los textos de la Colección Bicentenario incluyan lecturas que relacionen aspectos interesantes y motivadores de la historia de las ciencias naturales. De esta manera los textos de la colección bicentenario reflejarán una imagen de las ciencias naturales más realista, la ciencia como una actividad humana y no de genios, accesible a los proyectos de formación profesional de los estudiantes y docentes.
2. Los textos deben proponer lecturas donde se promueva la realización de investigaciones a través de las diferentes modalidades del método científico y no uno único como el “hipotético deductivo”.
3. Para la enseñanza motivadora de las ciencias naturales, es necesario que los docentes tomen en cuenta dentro de su formación y actualización la historia y filosofía de las ciencias.
4. Los resultados de las lecturas enfocadas dentro de la pedagogía crítica o emancipatoria sirven como escenario para que los docentes planteen nuevas estrategias didácticas para la enseñanza de las ciencias

naturales de una forma más significativa y motivadora dentro de las aulas de clases.

Referencias bibliográficas

- ARIAS, F.**, (2006). *El Proyecto de Investigación*. (5ª ed.). Caracas: Episteme.
- CERTAD, P.** (2012). Análisis de contenido del texto escolar de ciencias naturales tercer grado: colección bicentenario “la tierra: nuestro hogar. Investigación y Postgrado, Vol. 27 Nº 1.
- FERNÁNDEZ, J y Moreno, S** (2013) La química en el aula: entre la ciencia y la magia. Revista mur=ciencias. Disponible en www.murciencia.com/upload/.../quimica-ciencia_y_magia.pdf
- FERNANDEZ, I y otros** (2002) Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. Historia y epistemología de las ciencias. Enseñanza de las ciencias, 2002, 20 (3) Documento en línea consultado en: www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21841/21675
- FREIRE, P.** (2006). Pedagogía de la autonomía: saberes necesarios para la práctica educativa. Undécima edición. Siglo XXI Editores. México.
- FREIRE, Paulo** (1989): La educación como práctica de la libertad. Madrid: Siglo XXI.
- FREIRE, Paulo** (1992): Pedagogía del oprimido. Madrid: Siglo XXI.
- GOLOMBEK, Diego A.** (2008). Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa. Ediciones Santillana. Buenos Aires, Argentina.
- GARZÓN, L** (2010) . Pedagogía socio critica en Paulo Freire y Henry Giroux. Documento en línea consultado en: <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/5375/2/GarzonTrujilloLeonardoJans2010.pdf>
- GIROUX, Henry.** (1990). Los Profesores como intelectuales. Hacia una pedagogía crítica del Aprendizaje. Madrid, Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia y Ediciones Paidós Ibérica S.A., 1990.
- HABERMAS, Jurgen.** (1982). Conocimiento e interés. Ediciones Tauro, Madrid, 1982.
- LAKATOS, Imre.** (1989). La Metodología de los Programas de Investigación Científica. Alianza Editorial, Madrid, 1989.

- MALAYER, M.** y Pujol, R. (2004). Imagen de la ciencia y vinculaciones Ciencia- Tecnología- Sociedad en textos universitarios de Química general. Documento en línea consultado en: www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid...Ing...
- MATTHEWS, M.** (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.
- MATTHEWS, M.** (1998). In defense of modest goals when teaching about the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*. 35(2): 161-174.
- McCOMAS, W.**, Almazroa, H., y Clough, M. (1998). The nature of science in science education: An introduction. *Science & Education*. 7: 511-532.
- MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA EDUCACIÓN** (2007). Currículo Nacional Bolivariano. Diseño Curricular del Sistema Educativo Bolivariano Edición: Fundación Centro Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de Ciencia, CENAMEC, 2007.
- MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA EDUCACIÓN** (2013) Colección Bicentenario. Ciencias Naturales Tercer Año “Ciencias para vivir en comunidad”. Nivel de Educación Media del Subsistema de Educación Básica.
- MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA EDUCACIÓN** (2013) Colección Bicentenario. Ciencias Naturales Cuarto Año “Energía para la vida”. Nivel de Educación Media del Subsistema de Educación Básica.
- MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA EDUCACIÓN** (2013) Colección Bicentenario. Ciencias Naturales Quinto Año “Construyamos el futuro”. Nivel de Educación Media.
- NIAZ, M.** (2001 a). Understanding nature of science as progressive transitions in heuristic principles. *Science Education*. 85: 684-690.
- NIAZ, M.** (2001 b). How important are the laws of definite and multiple proportions in chemistry and teaching chemistry? *Science & Education*. 10: 243-266.
- NIAZ, M.** y Rodriguez, M. (2002). Historia y filosofía de la ciencia: necesidad de su incorporación en los textos universitarios de ciencias. Documento en línea consultado en: ri.bib.udo.edu.ve/.../787/1/11%20HISTORIA%20Y%20FILOSOFIA.pdf

- NIAZ, M.** (2005). ¿Por qué los textos de química general no cambian y siguen una 'retórica de conclusiones'? Revista de Enseñanza de la Química. Año 2005, N° 16/3. (P.p 410-415). Edición Aniversaria.
- NIÑO, L.** (2009). Reconstrucción racional del origen de las teorías ácido-base y sus implicaciones en los textos universitarios de química: Un enfoque Lakatosiano. Tesis presentada como requisito para optar al título de magíster scientiarum en educación mención enseñanza de la química. Universidad de Oriente, Núcleo Sucre. Cumaná.
- PÁEZ, Y;** Rodríguez M. y Niaz, M. (2004). Los Modelos Atómicos Desde La Perspectiva De La Historia Y Filosofía De La Ciencia: Un Análisis De La Imagen Reflejada Por Los Textos De Química De Bachillerato. Investigación y Postgrado v.19 n.1 Caracas abr. 2004.
- PÁEZ, Y.,** Rodríguez, M.A. y Niaz, M. (2002). La teoría atómica de Dalton desde la perspectiva de la nueva filosofía de la ciencia: Un análisis de la imagen reflejada por los textos de química de bachillerato. Paradigma. 23(2): 97-122.
- POPPER, Karl.** El Mito del Marco Común "En defensa y de la ciencia y la racionalidad". España: Editorial PAIDOS, 1ª edición, 1997.
- RODRÍGUEZ, M.A.,** Niaz, M., (2004). El experimento de la gota de aceite: Una ilustración de la metodología de investigación científica y sus implicaciones para los textos de física. Enseñanza de la Ciencia, N°32, p.p 357-386.
- SCHWAB, J.J.** (1962). The teaching of science as enquiry. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- SMITH, M., & Scharmann, L.** (1999). Defining versus describing the nature of science: A pragmatic analysis for classroom teachers and science educators. Journal of Research in Science Teaching. 37: 493-509.
- SOLAZ-PORTOLÉS. J.** (2010) La naturaleza de la ciencia y los libros de texto de ciencias: Una revisión educación xx1, vol. 13, núm. 1, 2010, pp. 65-80 Documento en línea consultado en: www.redalyc.org/pdf/706/70618037003.pdf.

Sección de anexos

Tabla N° 1 Ubicación por tomo, año, materia y páginas de los temas seleccionados para el análisis.

Tomo	Año	Materia	N° de Lectura y Tema	N° Paginas
1	3ero	Biología	7. ¿Cómo las células fabrican sus proteínas?	120-141
1	3ero	Química	8.Explorando el misterioso mundo de la materia	142-161
2	3ero	Biología	16.Los genes vienen en paquetes	40-57
2	3ero	Química	18. ¿Las reacciones son acontecimientos inusuales o cotidianos?	82-105
1	4to	Biología	4. ¿Cuándo y cómo surgió la vida?	66-81
1	4to	Química	8.“Hablemos en el mismo idioma: el lenguaje de la química”	132-149
2	4to	Biología	18. ¿El cambio es lo único seguro en los seres vivos?	52-77
2	4to	Química	24.Unidos somos estables	164-179
1	5to	Cs de la Naturaleza	1.Ciencia y tecnología en tu formación integral	10-25
1	5to	Biología	5.La biotecnología, desde lo tradicional a lo innovador	72-91
1	5to	Química	7.La naturaleza del enlace químico en los compuestos orgánicos	110-127

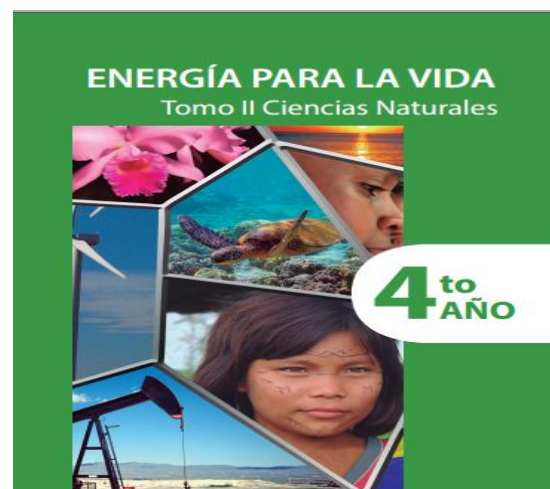
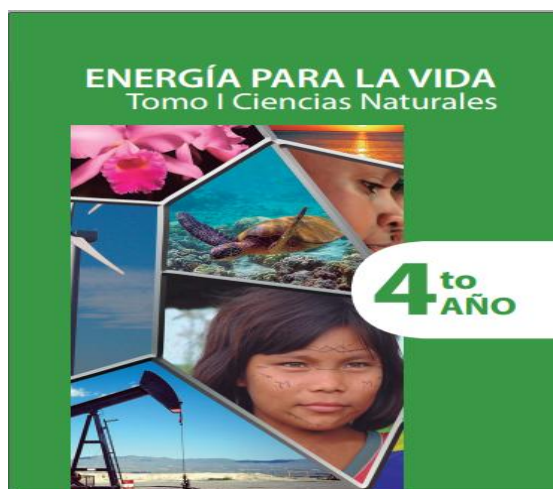
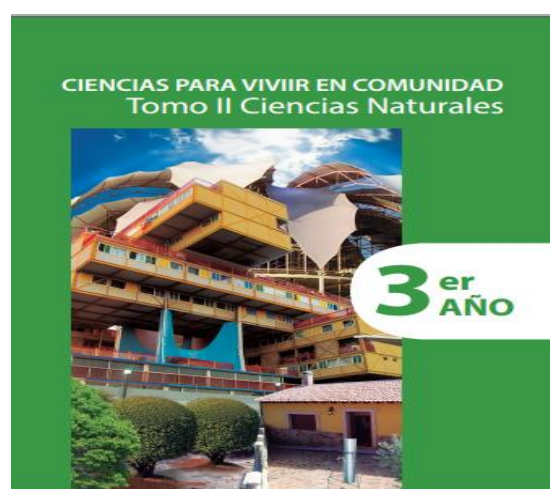
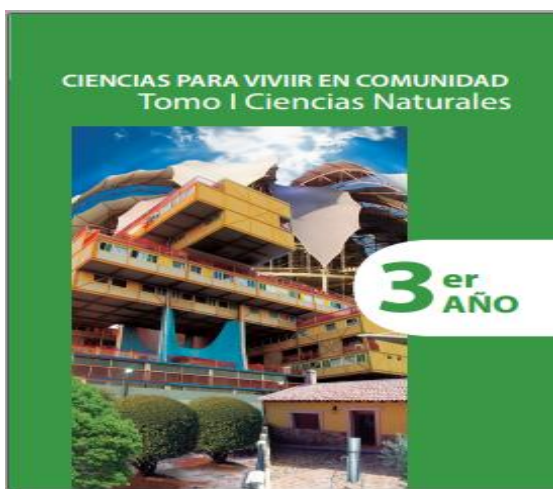
Tabla N° 2: Resultados del análisis de las lecturas aplicando los criterios diseñados con el enfoque de la Nueva filosofía de las ciencias para la enseñanza de las ciencias naturales

Lectura Tomo Materia Nivel	CRITERIOS DE LA NATURALEZA DE LAS CIENCIAS (NC)							
	NC ₁	NC ₂	NC ₃	NC ₄	NC ₅	NC ₆	NC ₇	NC ₈
L ₇ T ₁ Bio 3	S	NM	NM	NM	NM	NM	S	NM
L ₈ T ₁ Qca 3	NM	NM	NM	NM	NM	NM	S	NM
L ₁₆ T ₂ Bio 3	NM	NM	NM	NM	NM	NM	S	NM
L ₁₈ T ₂ Qca 3	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM
L ₄ T ₁ Bio 4	NM	NM	NM	NM	M	NM	NM	S
L ₈ T ₁ Qca 4	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM
L ₁₈ T ₂ Bio 4	NM	S	NM	NM	S	S	NM	S
L ₂₄ T ₂ Qca 4	NM	NM	NM	NM	NM	NM	S	NM
L ₁ T ₁ Cs N 5	NM	S	NM	NM	NM	NM	S	NM
L ₅ T ₁ Bio 5	NM	NM	NM	NM	NM	NM	S	NM
L ₇ T ₁ Qca 5	S	NM	NM	NM	NM	NM	S	NM

Tabla N° 3. Resultados del análisis de las lecturas aplicando los criterios diseñados con el enfoque de la pedagogía crítica para la enseñanza de las ciencias naturales.

Lectura Tomo Materia Nivel	PC ₁	PC ₂	PC ₃	PC ₄
L ₇ T ₁ Bio 3	S	NM	S	S
L ₈ T ₁ Qca 3	S	NM	NM	S
L ₁₆ T ₂ Bio 3	S	NM	NM	S
L ₁₈ T ₂ Qca 3	S	S	NM	S
L ₄ T ₁ Bio 4	NM	NM	NM	NM
L ₈ T ₁ Qca 4	S	NM	S	NM
L ₁₈ T ₂ Bio 4	NM	NM	S	S
L ₂₄ T ₂ Qca 4	NM	NM	NM	NM
L ₁ T ₁ Cs N 5	S	S	NM	NM
L ₅ T ₁ Bio 5	NM	NM	NM	NM
L ₇ T ₁ Qca 5	NM	S	S	NM

Portadas de los textos de la colección bicentenario:



Prólogos de los textos de la colección bicentenario

Algunas AICI te plantean problemas en situaciones vivenciales que pueden ser abordados en ambientes naturales o en ambientes controlados de laboratorio, las mismas presentan orientaciones para ayudarte en su desarrollo. En esta categoría están incluidas actividades que invitan a la realización de diverso tipo de proyectos.

Otras AICI serán realizadas en ambientes informáticos mediante simulaciones interactivas. Las mismas son una representación de fenómenos, construidas con modelos de la ciencia, los cuales son una aproximación a lo que sucede en la realidad.

Las APC están diseñadas de modo que puedas aplicar los aprendizajes en proyectos al servicio de problemas de tu comunidad. Con las mismas podrás fomentar tu compromiso social y realizar un aporte real. Además, es posible que para ello se requiera la participación de miembros de la comunidad con experiencia y conocimientos en el tema.

Las ARP requieren de la aplicación de contenidos y procesos en el abordaje de una situación problemática, sin necesidad de un contacto real con el fenómeno. Un problema es una situación en la cual tenemos preguntas acerca de algo y conocemos algunas condiciones de la situación. Para resolverlo organizarás y ejecutarás un plan que después evaluarás.

Las AAE te plantean nuevas elaboraciones relacionadas con los contenidos desarrollados, con el fin de clarificar y reafirmar lo aprendido. En su mayoría son situaciones que no podrás resolver solo con la memorización de ideas; para ello tendrás que poner en acción tu pensamiento reflexivo y creador.

La tercera y última sección de este texto escolar contiene cuatro (4) lecturas complementarias sobre desarrollos tecnológicos, procesos sociales y culturales, sobre venezolanas y venezolanos que han realizado contribuciones en el campo de la ciencia y la tecnología de nuestro país, organizaciones socio-comunitarias que utilizan, construyen y promueven los saberes de Ciencias Naturales para el beneficio de la comunidad. Todos ellos son una muestra de cómo el ingenio y la dedicación contribuyen al fortalecimiento de las actividades sociales, científicas y tecnológicas en Venezuela. Esperamos que sean de tu interés y te motiven a buscar temas similares, ampliando tu cultura científica con una visión humanista.

Este texto escolar se presenta en dos tomos, cuya distribución es la siguiente:

Tomo	Introducción integradora	Énfasis en Biología	Énfasis en Química	Énfasis en Física	Algo más...
I	1, 2, 3	4, 5, 6, 7	8, 9, 10	11, 12, 13	1
II	-----	14, 15, 16, 17	18, 19, 20, 21	22, 23, 24, 25	2, 3 y 4

Cuida este texto escolar pensando que pertenece a quienes lo necesitan, ya que te permite continuar con la aventura de conocer más sobre el maravilloso mundo de las Ciencias Naturales, para que explores, valores y protejas a la madre naturaleza como el único hogar común de la vida en el planeta. Nuestro deber, como humanidad, es convertirlo en un lugar para la igualdad, la justicia y la solidaridad hoy y siempre.

Mensaje a las profesoras, los profesores y las familias

Este texto escolar, titulado **Ciencia para vivir en Comunidad** forma parte de la Serie de Ciencias Naturales de la Colección Bicentenario. Constituye un material didáctico de referencia en el proceso educativo de las y los jóvenes de 3^{er} año del Nivel de Educación Media, que hemos realizado pensando en la necesidad que se tiene de actualizar el currículo en esta área.

El enfoque didáctico que se plantea, promueve la integración de los contenidos de tres áreas del saber: Biología, Química y Física, a través de los procesos de conceptualización, construcción teórica, investigación, creación, innovación y contextualización socio-crítica, propios de cada área. Además, está orientado por el humanismo científico, desde una perspectiva de la pedagogía crítica liberadora y se contextualiza en la realidad socioambiental.

La obra consta de veintinueve (29) lecturas que se han organizado en tres (3) secciones, las cuales pensamos pueden acompañar el proceso didáctico escolar. Todos los temas son referentes curriculares para la creación, participación y evaluación de proyectos educativos integrales comunitarios, y proyectos de desarrollo endógeno, entre otros. Se presenta en dos tomos, cuya distribución es la siguiente:

Tomo	Introducción integradora	Énfasis en Biología	Énfasis en Química	Énfasis en Física	Algo más...
I	1, 2, 3	4, 5, 6, 7	8, 9, 10	11, 12, 13	1
II	-----	14, 15, 16, 17	18, 19, 20, 21	22, 23, 24, 25	2, 3 y 4

La primera sección consta de tres (3) lecturas introductorias que consideran temas integradores y de referencia, afines a las Ciencias Naturales, tales como: una visión interdisciplinaria de las Ciencias Naturales, el trabajo por proyectos como oportunidad para la indagación estudiantil más libre y el agua como contenido integrador de las Ciencias Naturales y tema clave de nuestro tiempo. Les sugerimos el trabajo didáctico de estas lecturas al inicio del año escolar y volver a ellas cada vez que surja la necesidad de utilizar su contenido.

La segunda sección contiene veintidós (22) lecturas en las que se integran procesos didácticos acordes con cada disciplina y su estudio en este nivel. Nuestra intención es que estas lecturas, sirvan de referencia para la realización de diversos proyectos integradores de aprendizaje, en la línea de una didáctica centrada en procesos de conceptualización, investigación, creación e innovación.

Cada lectura está escrita en forma conversacional a fin de captar mejor la atención de las y los jóvenes. Presenta una introducción y un desarrollo del tema, donde se *conceptualizan las ideas científicas*, tomando como referencia aspectos de la cotidianidad, de la historia de la ciencia, el lenguaje natural, entre otros. Así, se promueve la construcción de conceptos, definiciones, teorías o modelos explicativos de algunos fenómenos que servirán para realizar el proceso de abstracción y desarrollo del lenguaje de las Ciencias Naturales.

Además, la comprensión de las ideas de las Ciencias Naturales en el ámbito escolar se potencia con su puesta en acción en los procesos ya mencionados. Los cuales pueden ser desarrollados a través de actividades como: solución de problemas, demostración, experimentos, trabajos de campo, situaciones virtuales. Su realización intenta la integración teórico práctica.

Por otra parte, se plantean actividades de participación comunitaria que motivan la realización de proyectos, donde los saberes de las ciencias se problematizan en el ámbito sociocomunitario, y se utilizan para contribuir con la solución de problemas prioritarios para la calidad de vida de todas y todos.

También, se incluyen actividades de autoevaluación, que servirán para continuar con la comprensión de los temas en estudio. Durante su ejecución, sus orientaciones serán importantes para las y los estudiantes.

Las actividades están destacadas en las lecturas con los iconos siguientes:



La tercera y última sección presenta cuatro (4) lecturas que complementan, integran, y a la vez fomentan la reflexión crítica. Todas están asociadas con el tema central del texto escolar: los saberes científicos para el beneficio de la comunidad. Además, permiten a las y los jóvenes saber más de una persona destacada en la ciencia, conocer a creadores de tecnología, y acercarse a valiosas experiencias comunitarias.

Este texto escolar pretende dar un aporte a la formación integral y ciudadana de las y los estudiantes, en aspectos relacionados con el ambiente y la salud integral, el uso de la ciencia para comprender la realidad y desarrollar la interculturalidad, el lenguaje, las tecnologías de la información y comunicación, la soberanía y defensa integral de la nación, los derechos humanos y la cultura para la paz, el trabajo liberador, entre otros conocimientos y valores indispensables para la vida en comunidad. Esperando que logren una comprensión de la realidad natural, así como modos de interactuar con ella, respetarla y preservarla para las generaciones futuras.

Como educadoras y educadores que somos, los invitamos a hacer uso de este material didáctico de referencia y estimular a sus estudiantes a leerlo y a realizar las actividades sugeridas, porque estamos convencidas y convencidos de que será de gran ayuda en la tarea de impulsar una educación en Ciencias Naturales para ejercer la ciudadanía, con un enfoque humanístico, crítico y liberador inspirado en los principios de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, la Ley Orgánica de Educación, y demás documentos rectores de la educación venezolana. Donde el vivir bien, el bien común y el desarrollo sustentable sean parte integral de la vida de las y los habitantes del planeta.

Algunas lecturas de los textos de la colección bicentenario

Estos desarrollos han abierto muchas posibilidades de mejorar nuestra existencia. Sin embargo, también han surgido problemas éticos acerca de hasta dónde podemos llegar al manipular la vida. Por ejemplo, los organismos transgénicos pueden producir graves efectos en nuestra salud y en la del ambiente; también pueden afectar la seguridad alimentaria cuando son producidos por empresas transnacionales que reclaman "derechos de propiedad" sobre ellos, a pesar de que se basan en siglos o milenios de ensayos de las y los agricultores. La toma de decisiones sobre cómo aplicar los conocimientos genéticos debe hacerse en el marco de un debate donde todas y todos participen, pero para ello debemos estar bien formados e informados.



Biotechnología moderna: pros y contras



En equipo, determinen una aplicación positiva y otra cuestionable de la biotecnología moderna. Exploren posibilidades y escojan sus dos casos, describan cada uno, busquen información a favor y en contra. ¿Son confiables y diversas sus fuentes de información? Traten de consultar también a expertos. Dialoguen en su equipo y tomen posición sobre los casos estudiados: ¿qué piensan ustedes?, ¿qué se debe hacer?, ¿por qué? Sería útil organizar un foro en el liceo sobre este tema, donde cada equipo pueda presentar sus conclusiones.

138

El núcleo atómico y nuestro entorno

Con el avance del conocimiento científico en el área, hoy sabemos que el núcleo de los átomos de algunos elementos es inestable. Estos núcleos inestables se desintegran, emitiendo radiaciones y dando origen a núcleos más pequeños de otras sustancias. Por ejemplo, el uranio luego de cientos de millones de años acaba convirtiéndose en plomo. Otros elementos radiactivos son el polonio y el radio. Se trata de un fenómeno espontáneo que ocurre en la naturaleza, y se relaciona con el equilibrio entre el número de protones y neutrones en el núcleo atómico. Por eso, para el mismo elemento algunos isótopos son más radiactivos que otros. Es el caso del uranio 235, mucho más radiactivo que el mayoritario uranio 238. Además de la natural, los seres humanos hemos logrado inducir radiactividad bombardeando los núcleos de algunos elementos con partículas cargadas de energía, por ejemplo partículas alfa. También hemos aprendido a concentrar y controlar los procesos radiactivos, lo que ha llevado a diversos usos.

En el campo alimentario, ayudan en la conservación de alimentos. La aplicación de radiaciones en cantidades pequeñas destruye microorganismos y permite que los alimentos duren más tiempo. El mismo principio se aplica en la esterilización de instrumental quirúrgico y en la preservación de obras de arte.



En el campo de la medicina, la radiación se utiliza ampliamente. En el diagnóstico, para generar imágenes de órganos; en el tratamiento, para atacar ciertos tipos de cáncer; como trazadores, para seguir la distribución de compuestos químicos en el organismo, entre otras posibilidades. En nuestro país, el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) desarrolla estudios relacionados con la radiación nuclear y presta servicios a la comunidad, como la evaluación y el control de equipos de radiodiagnóstico, así como la irradiación de diversos productos. Recientemente, se instaló la planta de esterilización mediante radiación gamma (PeGAMMA).

Como contraparte a estos beneficios, está el problema del manejo de los materiales radiactivos. ¿Qué hacer con sus residuos? En algunos casos son de corta vida y baja intensidad, pero en otros conservan la radiactividad durante miles de años. Así sucede con los residuos de las centrales que generan energía eléctrica a gran escala a partir de reacciones nucleares. Hasta ahora no se ha encontrado una solución definitiva a tal cuestión. A ello se suman los peligros de accidentes en esas instalaciones, con fugas radiactivas que pueden afectar a millones de personas y otros seres vivos, junto al aire, agua y suelos (recordemos Chernobyl, Fukushima...). En nuestro país no tenemos este tipo de centrales. Hay quienes piensan que el uso de la radiación nuclear para generar energía es "un mal necesario", ¿qué piensas tú? Te invitamos a reflexionar con tu grupo sobre el tema.

El estudio de los cromosomas es de gran importancia

Al reconocer a los cromosomas como los agentes transmisores de los caracteres hereditarios, se han desarrollado técnicas cada vez más sofisticadas para su análisis. La citogenética es el estudio de los cromosomas, tanto en su número como en estructura, y es una herramienta de gran importancia en el diagnóstico de diversas afecciones humanas relacionadas con alteraciones numéricas y estructurales de los cromosomas.

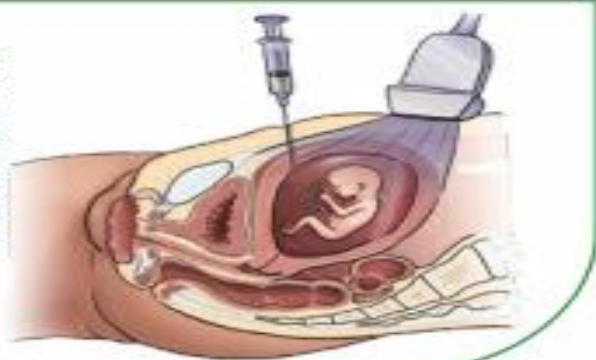
La elaboración de cariotipos de células de fetos de mujeres embarazadas en los que se sospecha que puede haber anomalías hereditarias –mediante técnicas como la amniocentesis y la biopsia corial –permite el diagnóstico temprano para un posible tratamiento desde antes del nacimiento. El estudio de los cromosomas y la elaboración de mapas genéticos fue el primer paso en el Proyecto Genoma Humano, cuyo objetivo fue inicialmente determinar la secuencia de pares de bases de ADN en todos los cromosomas de nuestra especie.

La elaboración de cariotipos también se hace para especies que están emparentadas, con el objeto de estudiar cómo se han originado. Por ejemplo, a través del estudio del cariotipo de diversas especies de caimanes (tipos de roedores) en Venezuela se pudo deducir la forma como se diferenciaron tales especies, a partir de la ruptura de diferentes cromosomas.

También se ha determinado que en los grandes monos, el cariotipo es de 48 (24×2) cromosomas, y que el cromosoma 2 de los humanos fue formado por una fusión de dos cromosomas, reduciendo así el número de éstos en nuestra especie a 46 (23×2) cromosomas. Este tipo de estudios ha permitido abordar el problema de la conservación de la biodiversidad desde una perspectiva genética.

Para saber más...

La amniocentesis es una técnica dirigida al estudio de los cromosomas en el feto. Alrededor de la 16ª semana de gestación se toma una muestra de líquido amniótico (2 a 10 ml), que contiene abundante cantidad de células procedentes de la piel del feto; éstas pueden aislarse y cultivarse para elaborar su cariotipo. Ello permite detectar anomalías cromosómicas y otros trastornos congénitos.



18

¿LAS REACCIONES SON ACONTECIMIENTOS INUSUALES O COTIDIANOS?

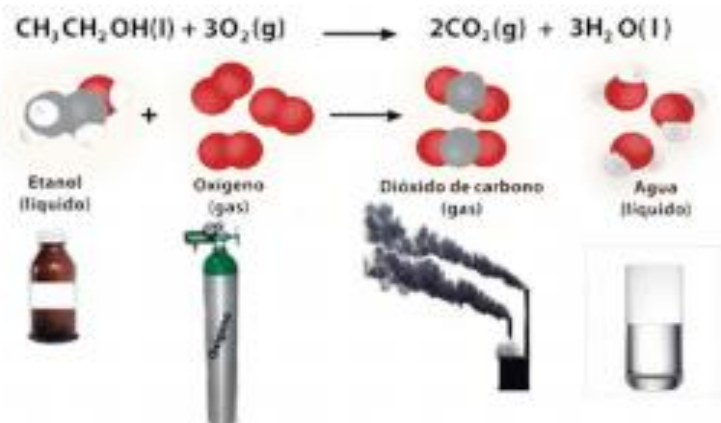
Terminado el primer tiempo de un juego de fútbol entre la Vinotinto y otro equipo, ¿notas algún cambio en los jugadores con respecto al comienzo? El caminar, correr, ejercitarse ha generado en ellos una serie de manifestaciones (sudoración, agotamiento) que evidencian que estamos en presencia de reacciones químicas, o reacciones a nivel biológico ocurridas en el organismo.

La química nos rodea, está dentro y fuera de nuestro organismo. Son muchos y variados los procesos químicos que ocurren a nuestro alrededor: oxidación de metales, quema de papel, eliminación del sedimento en el sanitario o la acidez estomacal, entre otros. ¿Cómo podemos hablar acerca de ellos?

Comunicarse es sensacional. Para ello necesitamos conocer los términos básicos del tema que conversamos, la simbología y las representaciones de los mismos. ¿Lo dudas? Si estás disfrutando de uno de los partidos eliminatorios de fútbol de la Vinotinto y tu equipo anota un gol, ¿cómo expresas lo ocurrido? Dices, por ejemplo, que el jugador venezolano se acercó y a cierta distancia del arco logró ingresar el balón sin que el portero contrario pudiera evitarlo, o exclamas: ¡Goooool!

Así como el término gol engloba un significado y una serie de pasos que conducen a la anotación de un punto en el fútbol, cuando hablamos de reacciones químicas hacemos uso de unas ecuaciones que engloban información acerca de los procesos y transformaciones producidos en ellas.

En esta lectura podrás aprender sobre las ecuaciones químicas y cómo ellas facilitan la comprensión de los procesos ocurridos en las reacciones químicas y su comunicación.





El lenguaje de la química en los alimentos

Resulta muy importante que amigos, familiares y conocidos conozcan la importancia de llamar a cada sustancia química por su nombre; por ello, comparte saberes con estas personas, así como discute con profesores y compañeros del liceo la relevancia del lenguaje químico. Te invitamos a realizar una serie de actividades que permitan disfrutar del Lenguaje de la Química en los Alimentos.

¿Qué necesitan?

Para esta actividad requerimos etiquetas de alimentos enlatados, bebidas gaseosas, sal de mesa, azúcar, de igual manera toda la información que puedas recabar sobre las sustancias químicas que contienen las frutas, miel de abejas, leguminosas (frijoles, caraotas), leche, carne de res, cerdo, pollo y pescado.

¿Cómo lo harán?

Sugerimos clasificar estos alimentos en grupos utilizando diferentes criterios como por ejemplo:

- Alimentos que ayudan a mantener el sistema inmunológico fuerte.
- Alimentos que contribuyen a la reproducción de células cancerígenas.

Orienten el trabajo preguntándose: ¿cuáles elementos son más comunes en cada grupo?, ¿cuáles compuestos se encuentran en mayor proporción? Comparen sus ideas con el resto de sus compañeros.

¿Cómo organizarán la información?

Sugerimos que construyan una forma de registrar los datos, puede ser a través de una tabla, listas, mapas mentales o conceptuales, y en función a la clasificación anterior identifiquen:

- Bioelementos primarios, secundarios y oligoelementos.
- Elementos tóxicos, metales pesados, aditivos químicos, conservantes, colorantes.

¿Qué harán con los datos?

¿Qué tipo de sustancia interviene en cada caso?

Emplea los tres sistemas de nomenclatura en química para nombrarla.

de mercancías y personas a través del mundo, y con la insaciable aspiración a consumir en un contexto de aguda desigualdad, facetas de un modelo tecnológico y socioeconómico que nos está llevando al desastre. Paralelamente, requerimos que este rompimiento no se traduzca en creciente exclusión o mayor explotación de seres humanos, sino que lleve al trabajo liberador y la igualdad.



Figura 1.4. Necesitamos que la investigación científica y tecnológica ayude a dar respuesta a los retos de la sociedad actual. De las fotografías, trabajos en el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas y en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. (Fotos: Aporrea y La Nación).

Participando en la construcción de alternativas

Desde Venezuela, y como parte de esa humanidad que necesita abrir nuevas vías de desarrollo, podemos ofrecer nuestro aporte en la elaboración tecnológica y la creación científica orientadas a la construcción de un mejor futuro. Junto a los trabajos en otras áreas fundamentales de la acción y el ingenio humanos, como el arte, la filosofía, la literatura o el estudio histórico, requerimos acrecentar nuestros esfuerzos en ciencia y tecnología, desde las iniciativas innovadoras en los propios centros productivos hasta los grandes proyectos de institutos especializados. No podemos depender sólo de los conocimientos y los productos que otros elaboren, necesitamos dominar estas áreas claves, generar respuestas, participar en provechosos intercambios, y tomar nuestras propias decisiones con la mejor comprensión de lo que está en juego.



Figura 1.5. Para Venezuela, es clave la investigación y desarrollo en petróleo y petroquímica. De la fotografía, trabajos en INTEVEP - PDVSA.

En la actual etapa de nuestro devenir tenemos que priorizar los esfuerzos científicos y tecnológicos dirigidos a ayudar a resolver graves problemas de nuestra sociedad, en áreas como producción agrícola, vivienda y hábitat, protección del ambiente, salud, educación, transporte y comunicaciones, entre otras. Necesitamos también investigar e innovar para el mejor aprovechamiento de recursos fundamentales, en campos como petróleo y petroquímica, energía hidráulica, o hierro, acero y metalmecánica.

Este énfasis en nuestras necesidades presentes no debe significar caer en un afán utilitarista e inmediatista: no podemos abandonar totalmente la ciencia básica, la indagación sobre las grandes preguntas referidas al funcionamiento del universo y de nuestro planeta. Tampoco podemos cerrarnos a la exploración de tecnologías de lejana aplicación. Es un asunto de saber combinar y balancear, para lograr un sistema científico-tecnológico fuerte, pertinente, diversificado y con raíces en las comunidades y en los centros productivos y educativos.

Tu formación en ciencia y tecnología

Destacamos dos facetas de tu formación en ciencia y tecnología: una que debe atender a la preparación que necesitas recibir para ser una ciudadana crítica o un ciudadano crítico, que conduzca de la mejor manera su existencia personal a la vez que se involucre en los problemas y posibilidades de la sociedad, en un contexto de democracia participativa. Y, de manera paralela y con énfasis distintos según sea tu interés, otra faceta que tiene que ver con las oportunidades que mereces para profundizar en ciertos temas y actividades, según tus inclinaciones científicas, tecnológicas, artísticas, sociales, entre otras.

Formación para la ciudadanía consciente

La ciencia y la tecnología no son cuestión sólo de las y los que quieren especializarse en esas áreas, ciertamente necesitamos investigadoras e investigadores pero, más allá de ello, necesitamos ciudadanas y ciudadanos que sepan de ciencia y tecnología y la usen en sus vidas. Esto es, que apliquen conocimientos científicos y tecnológicos para entender el mundo en que viven y para participar en la solución de problemas sociales y personales, pues en muchas áreas de nuestra existencia: en la familia, en el trabajo, en la comunidad, la ciencia y la tecnología nos ayudan a entender mejor las situaciones y a diseñar y desarrollar acciones positivas. Trascendiendo nuestro círculo cercano de acción, en una democracia todas y todos debemos involucramos en las grandes decisiones, ellas no son asunto exclusivo de las y los gobernantes, y para participar activamente a ese nivel nos conviene saber de ciencia y tecnología: ¿qué importancia tiene ahorrar energía eléctrica?, ¿debemos cultivar semillas transgénicas?, ¿qué valor reviste el petróleo de la Faja del Orinoco en el contexto mundial?, ¿nos conviene construir un reactor nuclear?, ¿hasta qué punto debe desarrollarse la minería en el Amazonas? Estas y muchas otras cuestiones que nos afectan como colectivo exigen que consolidemos conocimientos científicos y tecnológicos para participar e influir en las políticas públicas.

Por otra parte, saber más sobre estas áreas no tiene que ser una actividad aburrida pues, si el estudio está bien orientado, resulta interesante y placentero conocer acerca de la vida, la materia, la energía, el complejo funcionamiento de nuestro planeta, las lejanas estrellas que brillan en la noche y tantos otros temas. Así como comprender cómo funcio-



Figura 1.6. Para participar mejor como ciudadanas y ciudadanos de una democracia, nos conviene saber de ciencia y tecnología. Foto: Agencia Venezolana de Noticias.

nan equipos y sistemas que nos afectan: el motor de un vehículo, los rayos X de un consultorio, la cocina de nuestra casa, el teléfono celular que usamos, para mencionar unos pocos. Sin saber de ciencia y tecnología vamos existiendo sin percatarnos de lo que en verdad nos rodea, como si viviéramos encerrados, viendo sólo un pequeño pedazo del mundo.

Fomento de vocaciones científicas y tecnológicas

Todas y todos necesitan usar ciencia y tecnología como ciudadanas y ciudadanos pero, además de ello, en las aulas de los liceos se encuentran hoy quienes en poco tiempo podrían estar desarrollando investigación e innovación científica y tecnológica, para beneficio de nuestra sociedad venezolana. Estos años de la educación media deben ofrecerles a ellas y ellos la oportunidad de poner en práctica actividades estimulantes, que fomenten su vocación y afiancen las bases de su formación. Sin olvidar su uso de estas disciplinas para pensar y para participar en la toma de decisiones sobre los grandes problemas sociales, como ciudadanas y ciudadanos que son.

Paralelamente, estudiantes con otras vocaciones también pueden encontrar en la clase de ciencias naturales oportunidades para vincularse a esta área desde su propia perspectiva e interés. Así, relacionando ciencia y tecnología con arte, historia, geografía, política, etcétera.

Actividades para una formación crítica e investigativa en ciencia y tecnología

Se plantea así para nuestro liceo de hoy la necesidad de desarrollar actividades que preparen esa ciudadanía crítica y consciente, conocedora de la ciencia y la tecnología y capaz de utilizarlas provechosamente en su vida personal y colectiva; actividades que también atiendan al fomento de vocaciones en las diversas ramas de este gran campo de acción humana.

En tal sentido, hay que evitar estancarse en unas pocas rutinas de aula y, por el contrario, hay que fortalecer iniciativas orientadas hacia:

- La reflexión crítica.
- La investigación e innovación a nivel estudiantil.
- El compromiso con el medio socio-natural, considerando ámbitos: local, regional, nacional, latinoamericano-caribeño y mundial.
- Los valores democráticos y humanistas, expresados en nuestra Constitución, como: solidaridad, bien común, libertad, participación, corresponsabilidad, latinoamericanismo, equilibrio ecológico.

En los próximos apartes mencionamos algunas posibilidades, que van más allá de la simple división "horas de teoría y horas de práctica".

Laboratorios abiertos y semiabiertos

En ocasiones, son necesarias las actividades de laboratorio bastante guiadas, que orientan en la realización exitosa de procesos poco conocidos. Pero hay que abrirles un creciente espacio en el liceo a los laboratorios semiabiertos y abiertos, que exigen una mayor participación pensante del estudiantado y, de esta manera, los llevan a aprender más y de manera más investigativa. En los laboratorios semiabiertos se plantea el problema y el esbozo del diseño y las y los estudiantes completan este esbozo, llevan a cabo la actividad o actividades y establecen sus propias conclusiones, con apoyo teórico. En los laboratorios abiertos sólo se establece un área temática y las y los estudiantes plantean el problema, diseñan su trabajo, lo llevan a cabo y llegan a conclusiones. Otra posibilidad, algo menos libre pero también valiosa, es que se ofrezca a los estudiantes un problema amplio para trabajar.



Figura 1.7. El trabajo de laboratorio puede ser también semiaabierto o abierto. Foto: Fundación - Fulafe.

Claro que las fronteras entre los diversos tipos de laboratorio son borrosas. Así, creemos que incluso en actividades de laboratorio estructuradas, el estudiantado puede y debe participar interpretando resultados y estableciendo conclusiones. Pues una actividad de laboratorio no termina simplemente con el registro de lo sucedido.

A partir de varias actividades presentadas en este libro, es posible derivar otras nuevas que atiendan a los intereses e inquietudes del grupo estudiantil y que les permitan enriquecer y profundizar su formación. También resulta provechoso revisar propuestas de libros divulgativos, guías de trabajos de campo, manuales de actividades prácticas, así como ciberpáginas de similares contenidos. De allí se pueden extraer orientaciones para construir las iniciativas propias.

Talleres creativos

Es posible dedicar con cierta frecuencia una o varias sesiones de clase a la realización de un taller, entendido como una actividad práctica orientada hacia el dominio de ciertas destrezas, y que no se limita a un saber hacer sino también a conocer algo de la teoría detrás de lo que se hace, aunque el énfasis está en lo práctico. Hay muchas oportunidades en las clases de ciencias naturales para este tipo de actividad. Por ejemplo: aprender a manejar un instrumento, a elaborar cierto tipo de gráficos, a construir y procesar un cuestionario o una guía de observación de campo, a hacer fotografías de calidad, etcétera.



Figura 1.8. Taller sobre videografía en el Liceo Bolivariano Román Cárdenas (foto: Tichiro).

Lo que se aprende en el taller se puede poner en práctica luego en el desarrollo de las clases de ciencias naturales, ayudando como una aplicación o bien como parte de actividades más complejas. Los talleres pueden corresponder a una sola asignatura o ser interdisciplinarios. En este último caso implican arreglos de horarios novedosos dentro del liceo.

Seminarios

Si el taller enfatiza lo práctico, el seminario es un espacio para la lectura y el debate: se escoge un tema, se seleccionan lecturas comunes y otras de cada quien (libros o capítulos de libros, artículos de prensa, leyes, entradas de blogs, entre otros), y se participa en discusiones que permitan confrontar diferentes puntos de vista y razonar posiciones en torno a lo leído y reflexionado.

Es importante ponerse de acuerdo en temas relevantes, más o menos vinculados a contenidos programáticos, y que abran espacios para contrastar opiniones. Por ejemplo: dieta, ambiente y soberanía: ¿podemos seguir comiendo espagueti?; ¿los animales tienen derechos?; ¿cuál es el futuro del petróleo?; ¿se acaba el agua en el mundo?

Primeros intercambios con el mundo fuera del liceo

Los llamamos "primeros" pues entendemos que actividades más complejas, como los proyectos de investigación o las unidades didácticas integradas, implican a menudo interacciones con el mundo exterior. En este caso son actividades más sencillas y breves, pero que enriquecen la formación estudiantil y abren nuevos horizontes. Incluso, es posible que en ocasiones resulten la chispa que genera iniciativas más amplias: como una visita guiada a una fábrica, una granja, un taller mecánico, una panadería... O también a ambientes más organizados para la divulgación científica: un museo, un jardín botánico, un zoológico... Otra posibilidad son las invitaciones a expertos o expertos para que asistan al aula a conversar sobre sus saberes: una señora que cultiva orquídeas, un aficionado a la astronomía, una odontóloga, un ebanista, un investigador en química, entre muchos otros.



Figura 1.8. Las visitas a museos y otros ambientes de interés abren perspectivas en el estudio de la ciencia y la tecnología.

Una vía adicional de abrirse al mundo externo es traer por turnos al aula y compartir brevemente con el resto del grupo una noticia de prensa interesante y que tenga que ver con ciencia y tecnología. En el transcurso del año es posible así enterarse de muchas novedades relevantes y pensar un poco en torno a las mismas. Traer muestras y compartir lo que sabemos de ellas es otra alternativa de apertura a todo lo que sucede y existe fuera de un aula, pensamos en frutos poco conocidos, pequeños animales encontrados (si están vivos deben devolverse a su medio luego de la observación), conchas, algas, rocas, un aparato novedoso (juguete, montaje...) una artesanía, un dulce típico hecho en nuestra casa, entre otros.

Unidades didácticas integradas

Son actividades más complejas organizadas por una profesora o profesor, o por un equipo de profesores, pero es posible que tus compañeras y compañeros y tú colaboren en la propuesta de temas y en el diseño. Cada unidad se centra en un gran tema que se aborda de manera interdisciplinaria o, más allá, transdisciplinaria (en el sentido de que se integran consideraciones de valor, propuestas para la acción y saberes más allá de las disciplinas). El trabajo en ellas no es cosa de un día ni dos, sino que implica un conjunto de labores de corte reflexivo e investigativo desarrolladas por los estudiantes, seguramente englobando laboratorios, talleres, seminarios y visitas, y que pueden entenderse dos o más semanas.

Algunos ejemplos de temas para unidades didácticas integradas serían: el agua en nuestras vidas; el petróleo en Venezuela; el mar Caribe; grandes obras de ingeniería en Venezuela, etc. Puede notarse cómo es factible vincular en estas unidades contenidos de biología, química, física, ciencias de la Tierra, ciencias sociales, tecnología, entre otros. Suponemos la necesidad de que las y los docentes involucrados se pongan de acuerdo para planificar estas unidades y para destinarles un número de horas de su tiempo de clase. Realizar al menos una al año resultaría beneficioso, por el impacto que tiene en la formación estudiantil el abordaje transdisciplinario de los temas.

Proyectos de aprendizaje investigativo

Dada su importancia en la formación más profunda e integral de las y los estudiantes, dedicamos secciones aparte a dos grandes tipos de actividades que necesitan estar presentes en el liceo: los proyectos de investigación de cada grupo-clase y los proyectos de aprendizaje-servicio o grandes proyectos comunitarios de toda la institución.

Abordamos aquí los proyectos de investigación de cada grupo-clase, los cuales al igual que las Unidades Didácticas Integradas son transdisciplinarios y se basan en la reflexión y la investigación. Pero en este caso los temas y las actividades a desarrollar deben surgir de los propios estudiantes, contando con el apoyo de sus docentes sobre todo para el caso de las actividades. Es decir, se invierte el peso de la participación.

No pretendemos que haya un solo modelo o patrón rígido de proyecto estudiantil, al contrario, creemos en la conveniencia de la variedad en enfoques y metodologías. Pero si defendemos que para recibir tan estimable calificativo un trabajo debe poseer como rasgos básicos los siguientes:

- Plantea un reto a resolver, una interrogante, un problema, una necesidad de respuesta de algún tipo.
- Este reto ha sido propuesto por las y los estudiantes o, al menos, ellas y ellos lo han escogido entre muchas opciones, y lo han perfilado.
- La resolución del reto planteado implica planificar y desarrollar una metodología de trabajo que abarca tanto la documentación como la confrontación con la realidad.
- Los resultados del esfuerzo realizado se comunican y se discuten con otros.



Figura 1.10. El trabajo en equipo es importante para la investigación, y debe organizarse de manera productiva.

Fases en un proyecto

La primera fase es la selección del tema. ¿De dónde surgen los temas de los proyectos? Hay muchas posibilidades: de visitas y conversatorios con expertos, de otras actividades ya realizadas en clase, de una lectura o una noticia de prensa que nos llamó la atención, de una propuesta del profesorado, de una sugerencia o planteamiento de alguna organización de la comunidad, entre otras. Lo importante es que el tema logre despertar el interés de la mayoría, si no de todo el grupo, y que pueda ser abordado de modo investigativo por estudiantes de este nivel, dadas su complejidad y exigencias. Se requiere dedicar algunas sesiones de trabajo a perfilar un buen tema, oyendo diversas propuestas fundamentadas y decidiendo por consenso o por votación, según el caso.

No tiene sentido que todos los estudiantes trabajen sobre los mismos asuntos: decidido el tema del proyecto, es preferible que se organicen equipos y que cada equipo aborde un subtema diferente dentro del gran tema. Por otra parte, es posible una vez al año abrir la oportunidad para proyectos individuales, los cuales ya no tienen necesariamente que ubicarse dentro de un mismo tema.

Elegido el tema y organizados los equipos, a continuación cada equipo elabora su plan de trabajo, ajustado al tipo de proyecto que se va a realizar y al asunto escogido. Seguramente siempre incluirá, entre otras secciones: objetivos, metodología y recursos. Puede también iniciarse con preguntas de investigación.

La labor dentro del proyecto no debe ser sólo documental sino que, siempre que sea posible, debe incluir indagación empírica real (encuestas, trabajos de campo, experimentos, estudios de caso, observaciones, construcciones, investigación-acción, etcétera).

La comunicación entre equipos y, en ocasiones, extraaula, es una fase necesaria para culminar el proyecto, y puede adoptar diferentes modalidades además del informe escrito: presentación oral, carteleras novedosas, itinerarios, autobiografías imaginarias, exhibiciones, minidemostraciones, entre otras.



Figura 1.11. La comunicación de lo investigado puede extenderse hacia la comunidad. Foto: Fuenfés.

Tres tipos de proyectos de aprendizaje investigativo

Creemos útil diferenciar tres grandes tipos de proyectos de investigación estudiantil en el área de ciencias naturales: los científicos, los tecnológicos y los que hemos llamado de investigación ciudadana.

En los proyectos científicos, las y los estudiantes actúan en buena medida siguiendo las pautas de las científicas y los científicos profesionales, hasta donde se les permiten su edad y formación. Realizan así indagaciones exploratorias, descriptivas o explicativas sobre fenómenos naturales. Por ejemplo, estudian las reacciones de unos invertebrados ante diversos estímulos, investigan las características de un ambiente costanero, exploran fenómenos magnéticos o comprueban hipótesis sobre la influencia de determinados factores en la fotosíntesis de plantas.



Figura 1.12. Los proyectos pueden ser científicos, pero también tecnológicos o de investigación-acción ciudadana.

¿Por qué los proyectos?

La investigación conducida por el estudiantado, adecuada a su edad y propulsora de su desarrollo, es la respuesta más completa y profunda a sus necesidades educativas. Al permitirles participar en la toma de decisiones sobre su propia educación, al incitarlos a interrogarse sobre las cosas, al ubicarlos en un medio rico y diverso, respetuoso de sus diferencias y valorizador de sus fortalezas, moviliza mente, corazón y manos para la empresa formativa.

Partiendo de problemas asumidos por ellos y ellas, los llama a "poner sobre la mesa" sus esquemas conceptuales, sus habilidades y sus valoraciones, les permite confrontarlas con las de compañeros y compañeras, profesores o profesoras, expertos y libros, y con la propia realidad, para llevarlos así a nuevos niveles, a veces de ampliación, otras veces de radical reestructuración. La actividad investigadora conlleva un hacer: en ocasiones científico, otras tecnológico y también en ciertas oportunidades ciudadano o cívico, como lo hemos denominado. Pero siempre es un hacer que permite a los estudiantes el dominio de capacidades nuevas y les va abriendo a ulteriores interrogantes y nuevas perspectivas sobre el mundo. La metacognición se practica y se desarrolla, al poder decidir, dirigir y evaluar la propia acción, en un contexto de apoyo procurado por la profesora o el profesor y el liceo.

Ni la más cuidadosa programación de actividades impuesta desde afuera y cumplida fielmente paso a paso puede igualar la potencia formativa de esta escolarización que se va organizando desde adentro y a medida que avanza, en una estructuración emergente, involucrando a las y los estudiantes de manera auténtica.

Proyectos comunitarios de todo el liceo

Estos grandes proyectos combinan la investigación con la acción solidaria y útil en la comunidad. Para ser más efectivos, consideramos recomendable que cada año liceo y comunidad se pongan de acuerdo en tres o cuatro líneas de trabajo y hagan los arreglos respectivos para la participación estudiantil. Luego, cada estudiante puede elegir en qué línea inscribirse. La participación de cada quien puede durar un número determinado de horas durante un lapso, incluyendo preparación, desarrollo y cierre. Pero el proyecto puede extenderse todo el año o incluso varios años, al ir rotando diferentes grupos de estudiantes.



Figura 1.15. Estudiantes del Liceo Nacional Eduardo Cordero de Guaymas (México) presentan al alcalde un proyecto de construcción del comedor estudiantil de su institución. Foto: Renée Perini.

Algunas posibles áreas para estos proyectos comunitarios: limpieza de playas y campañas de educación a los usuarios y usuarias; colaboración en casas de la alimentación; registro y caracterización de bienes patrimoniales; trabajo como auxiliares de investigación en estudios ambientales; contribución en levantamiento de datos requeridos por proyectos comunales...

En estos casos, la investigación ciudadana de la que hablamos en los proyectos de cada grupo-clase puede desarrollarse con más fuerza, llegando en mayor medida a la fase de la acción auténtica en la sociedad. En la modalidad grupo-clase, siendo siempre valiosa, la intervención en el mundo real tiene un carácter más acotado, por las propias limitaciones de tiempo, tamaño del grupo y estructura no tan estable de las vinculaciones con el medio exterior. En cambio aquí la organización a nivel de toda la institución garantiza una ubicación en ambientes reales por un tiempo prolongado, en actividades de colaboración de mayor impacto.

Es de notar que, en ocasiones, los estudiantes pueden incorporarse a actividades de investigación científica o tecnológica profesional, como asistentes. Viviendo así la experiencia de contribuir según sus posibilidades a un trabajo investigativo y de disfrutar de un buen número de aprendizajes durante el proceso.

Nunca los grandes proyectos comunitarios han de ser simplemente "activismo"; ellos requieren lectura, reflexión y elaboración de conclusiones sobre lo aprendido por cada equipo involucrado. Debe haber acción y reflexión.

Una invitación a investigar, crear y actuar

Te invitamos a desarrollar tu iniciativa junto a tus compañeros y compañeras, para que durante este año escolar puedas seguir explorando el mundo de la ciencia y la tecnología, sabiendo descubrir facetas de tu interés dentro de este variado campo, pues la ciencia y la tecnología tienen mucho que ofrecernos y de una u otra manera pueden relacionarse con lo que ya te llama la atención y abrir tu curiosidad a nuevas temáticas.

Al mismo tiempo, esperamos que puedas poner en práctica actividades diversas y fructíferas, que retén tu imaginación y tu ingeniosidad, y también te permitan aportar algo a tu comunidad. Apóyate en sugerencias que encuentres en este libro y en otras fuentes a tu alcance, comparte con tus compañeros y compañeras, y aprovecha las orientaciones de tus profesoras y profesores. Somos parte de una cadena que se remonta en el tiempo hasta los esfuerzos de Homo habilis fabricando sus herramientas, y los de tantos que han aportado en el campo tecnológico. De igual modo, somos descendientes de aquellas científicas y científicos que han trabajado por entender el mundo y sus fenómenos. A partir de ellas y ellos, seguimos adelante!



- Para formar los brotes se traspasan los callos a un medio de cultivo que contenga una proporción de auxinas/citoquininas menor que 1.
- Para multiplicar los brotes, estos se separan y se colocan en diferentes envases con cultivo.
- Para formar las raíces deben asegurarse que la relación de auxinas/citoquininas sea mayor a 1. Esto da lugar a la formación de plántulas.
- Esperar que crezcan las plántulas y sembrarlas en envases pequeños con tierra. Colocarle una paleta de madera y envolver la planta con plástico, cerrándola en la parte superior. La paleta sirve de soporte para evitar que la bolsa aplaste la planta.



Aplicaciones de la biotecnología en la salud

Posiblemente, cuando has tenido una fuerte infección y dolor de garganta te han practicado un exudado en esa zona. Las técnicas de cultivo también se utilizan para analizar el exudado de garganta, y determinar la causa. Específicamente, los antibiogramas permiten determinar la susceptibilidad, sensibilidad o resistencia de una bacteria a un grupo de antibióticos. Son utilizados en el laboratorio de microbiología para estudiar la actividad de los antimicrobianos frente a los microorganismos responsables de infecciones.

Investigar en qué principio biotecnológico se fundamentan los antibiogramas y qué relación existe entre el cultivo de tejidos y cultivos de bacterias.

¿Qué necesitan?

Libros, revistas, otros materiales impresos sobre esta temática; computadora con conexión a Internet.

¿Cómo lo harán?

Organizados en grupo, decidan sobre cuáles técnicas biotecnológicas, aplicadas al campo de la salud, quisieran investigar; argumenten las razones y distribuyan el trabajo que cada equipo va a realizar.

Consulten a los miembros de su comunidad que trabajan en salud sobre los antibiogramas. Elaboren dípticos, trípticos y otros medios para difundir la información registrada, colóquenos en lugares apropiados para informar a la comunidad.

Biotecnología moderna o contemporánea

Se refiere a la aplicación de conocimientos, dentro del área de la biología y de otras ciencias, que se basan en el descubrimiento de la estructura de doble hélice del ADN y sus implicaciones en los procesos celulares, con la intención de manipular el material genético de los organismos y modificar su actividad, de forma selectiva, buscando una utilidad práctica en la medicina, la agricultura, la alimentación, la energía, el ambiente o la producción industrial.

Las aplicaciones de la biotecnología moderna pueden organizarse en:

Tecnología del ADN/ARN: es decodificar el código genético; incluye la genómica, farmacogenética, ingeniería genética, secuenciación-síntesis y amplificación del ADN, expresión genética.

Proteínas y otras moléculas: (también llamadas unidades funcionales) secuenciación y síntesis de proteínas y péptidos, nuevos métodos de administración de fármacos macromoleculares, proteómica, aislamiento y purificación de proteínas, señalización celular, identificación de receptores celulares.

Tejidos y cultivos celulares: se refiere al cultivo de células y tejidos, ingeniería de tejidos, fusión celular, vacunas, manipulación de embriones.

Biotecnología de procesos: como la fermentación, para lo cual se usan biorreactores, bioprocesos, biorremediación, biofiltración y fitoremediación.

Organismos subcelulares: terapia génica, vectores virales.

Bioinformática: que comprende las bases de datos de genomas y secuencias de proteínas, formación de modelos de procesos biológicos complejos.

Nanobiotecnologías: o aplicaciones de las técnicas de nanofabricación para construir aparatos para el estudio de sistemas biológicos, administración de fármacos, diagnósticos.

Otra manera de clasificar las aplicaciones biotecnológicas es organizarlas de acuerdo al área o sector donde se desarrollan:

- **Sector industrial:** comprende la aplicación de técnicas biotecnológicas para mejorar procesos industriales o crear nuevos. Un ejemplo es la producción de nuevos materiales biodegradables, como bioplásticos, fibras y nuevos biocombustibles (ver figura 5.8).



Figura 5.8. Bolsa elaborada con material biodegradable.

• Sector salud: incluye técnicas dedicadas a la prevención, diagnóstico y tratamiento de un gran número de enfermedades. Las tecnologías asociadas a esta área contribuyen cada vez más al descubrimiento de nuevos fármacos y a la producción de otras sustancias farmacéuticas. Por ejemplo, la insulina (ver figura 5.9).



Figura 5.9. Insulina, hormona que debe inyectarse las personas diabéticas.



• Sector de cría de animales y agricultura: para mejoras de las características de plantas o animales. Por ejemplo, en la agricultura, el conocimiento del ADN ha permitido aislar genes de interés para realizar mejora de especies vegetales (ver figura 5.10).

Figura 5.10. Papa transgénica resistente al virus PVT transmitido por un gusano o pulgón.

Ingeniería o manipulación genética

Hasta 1970, el ADN era la molécula celular que planteaba más dificultades para su análisis bioquímico, por ser excesivamente larga y químicamente monótona. La secuencia de sus nucleótidos se estudiaba por caminos indirectos, como lo es la determinación de la secuencia de proteínas codificada por ese ADN. Actualmente, es posible separar regiones determinadas del ADN, obtener cantidades ilimitadas de esos fragmentos, conocer la secuencia de sus nucleótidos, identificar genes y sus propiedades específicas, poder seleccionarlos del genoma de un organismo, cortarles y trasladarlos o pegarlos al genoma de otro, es decir, pasar el ADN de unas células a otras, sin necesidad de que sean de la misma especie y ni siquiera del mismo reino.

Estos adelantos técnicos complejos, se incluyen dentro de la tecnología del ADN recombinante, que resulta de técnicas nuevas y de otras ya utilizadas en genética microbiana. La tecnología del ADN recombinante, o tecnología del ADN/ARN, permite obtener una molécula de ADN que proviene de la unión artificial de dos fragmentos de ADN. Resulta de la confluencia de varias líneas de investigación, como por ejemplo el conocimiento de las enzimas de restricción, de la enzima ligasa y de la presencia de plásmidos dentro de las bacterias.

¿Qué papel juegan las enzimas de restricción, los plásmidos y la enzima ligasa en el proceso de producción del ADN recombinante y la donación celular?

La enzima **endonucleasa** o **enzima de restricción** es una proteína que actúa como "tijera molecular", en el sentido de que puede reconocer una secuencia concreta de nucleótidos en una molécula de ADN y cortarla en un punto preciso, llamado **sito o diana de restricción**. Generalmente, las enzimas que reconocen 4 letras del ADN lo cortan con más frecuencia que cuando reconocen 6 u 8 letras, o más. Este tipo de enzima fue descubierta por los microbiólogos Daniel Nathans y Hamilton O. Smith, debido a lo cual estos investigadores ganaron el premio Nobel en 1978 y dieron origen a la ingeniería genética.

Las enzimas de restricción son producidas por bacterias como método de defensa contra virus, ya que degradan el ADN extraño. A su vez, el propio genoma bacteriano está protegido contra sus enzimas de restricción gracias a otras enzimas que modifican su ADN, añadiendo un grupo metilo [-CH₃] en un átomo específico de ciertos nucleótidos.

Las enzimas de restricción reciben su nombre de la bacteria de la que fueron aisladas; por ejemplo, EcoRI de *Escherichia coli*, BamHI de *Bacillus amyloliquefaciens*. Las tres primeras letras del nombre de la enzima corresponden a la primera letra del género (E) y las dos primeras letras de la especie (co) a la que pertenece la bacteria. Las tres primeras letras pueden ir seguidas por otra letra, por ejemplo (RI), es el nombre de la cepa, y un número romano (I) que indica el orden del descubrimiento. El tipo más común de enzimas de restricción (tipo II) proviene de bacterias *E. coli*.

Las enzimas de restricción cortan la molécula de ADN, sea de un organismo eucariote o de una bacteria, y como consecuencia se obtienen fragmentos de ADN cuyos extremos reciben un nombre. Si la enzima corta la cadena de ADN de forma asimétrica, entonces los extremos libres se denominan extremos cohesivos, y como consecuencia del corte se forman dos cadenas complementarias entre sí. Los extremos cohesivos o adherentes son particularmente útiles en la construcción de moléculas de ADN híbridas. Si la enzima corta las cadenas de ADN por el mismo lugar, se forman dos cadenas dobles y los extremos se denominan extremos romos. Estas dos formas de cortes en el ADN se ilustran en la figura 5.11. Luego, los fragmentos de ADN que resultan de la acción de la enzima de restricción se separan por electroforesis.

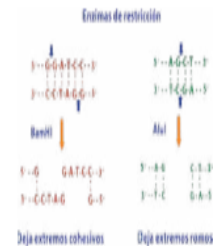


Figura 5.11. Las enzimas de restricción y los tipos de extremos que pueden resultar.

- Luego, se cubre la hoja con una placa fotográfica. Al revelar las placas, las bandas aparecen como bandas negras, cada una con un grosor determinado. El resultado es algo parecido a un código de barras de los que se usan para codificar los precios de los productos en los supermercados.

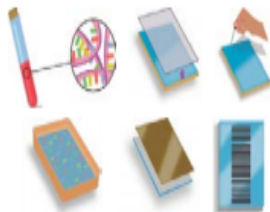


Figura 5.15. Técnica para obtener una huella genética.

Algunas aplicaciones de la técnica de la huella genética

¿Has escuchado o leído sobre las aplicaciones de esta técnica? Las pruebas de paternidad, la identificación de sospechosos, el estudio de compatibilidad en la donación de órganos, y la identificación de restos humanos, al compararlos con familiares, son algunos ejemplos de su uso.

Pruebas de paternidad

La huella genética o genética no asegura al 100 % la paternidad, pero sí da una probabilidad muy alta. En este caso se comparan las huellas genéticas de la madre, del hijo y del posible padre. Las bandas genéticas del hijo coincidirán con una serie de bandas que corresponden a la madre y si el resto de las bandas del hijo coinciden con las del supuesto padre, entonces la prueba será positiva. Si no coinciden, entonces el señor no es el padre y la prueba es negativa.

Esta técnica también sirvió para certificar que el criminal nazi doctor Mengele fue enterrado en Brasil con una identidad falsa.

Identificación de sospechosos

También se usa para identificar al criminal y descartar a posibles sospechosos: se compara el ADN obtenido de muestras de sangre u otros tejidos conseguidas en la escena del crimen con las de los posibles sospechosos. En la Figura 5.16 se ilustran las bandas de ADN obtenidas en la escena del crimen, la del sospechoso A y la del B, respectivamente. En este caso el sospechoso B es el criminal, porque sus bandas de ADN coinciden con las obtenidas de las muestras de sangre en la escena del crimen.

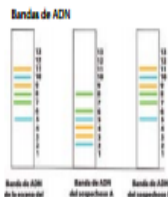


Figura 5.16. Huellas genéticas obtenidas en la escena de un crimen, la del sospechoso A y la del sospechoso B.

¿En qué medida las aplicaciones de la biotecnología favorecen a la humanidad?

Las aplicaciones del conocimiento científico, cualesquiera sean éstas, más tarde o más temprano repercuten en la vida del individuo y de su comunidad. Con las aplicaciones biotecnológicas modernas, los científicos están manipulando la naturaleza en una forma tal que los futurólogos del siglo XIX nunca imaginaron.

Es por ello que ha surgido la necesidad de normar las actividades que se realizan en la investigación sobre la biotecnología. En este sentido, nuestro país ya posee un Código de Bioética y Bioseguridad, cuya definición de bioética y algunas aplicaciones en diversos ámbitos se describen en la lectura "Ética en la Investigación Científica y Social", que forma parte del tomo 2 de este texto.

La bioética propone debatir los problemas que pueden afectar a la sociedad y elaborar recomendaciones que se basen en la evaluación de los pros y los contras, que puedan orientar a la sociedad a la hora de tomar decisiones.

Hay muchos ejemplos de aplicaciones biotecnológicas, algunos beneficiosos porque han mejorado la calidad de vida de los humanos, en cambio, otros pueden ser dañinos o potencialmente peligrosos. Mientras mayor es el conocimiento que se tenga sobre una situación, mayor es la probabilidad de que la decisión que se tome sea la más acertada. En consecuencia, como ciudadanas y ciudadanos que formamos parte de una sociedad, que cada día está más tecnificada, hay que estar muy bien informados y asomarse con mucho cuidado a las posibilidades de las aplicaciones biotecnológicas, ya que pueden repercutir en el bienestar de la humanidad, interpretándose bienestar no solo desde el punto de vista de la salud humana, sino desde el punto de vista de la salud ambiental y del planeta.

La biotecnología se ha anotado algunos éxitos, como los derivados de la modificación de bacterias para que produzcan insulina y hormona del crecimiento humano. Otros productos farmacéuticos, generados de la manipulación genética de microorganismos, son el interferón, que se utiliza para el tratamiento de algunas hepatitis y ciertos cánceres, y la eritropoyetina, que se suministra a pacientes sometidos a diálisis, para reponer los eritrocitos o glóbulos rojos perdidos durante este proceso.

En la búsqueda de mejoramiento de plantas, la biotecnología ofrece soluciones que van desde crear cultivos cuyos rendimientos superan con creces las variedades naturales, hasta sembrar especies transgénicas que producen su propio plaguicida. Sin embargo, el conocimiento genético actual dista mucho de ser tan completo como para predecir todas las transformaciones que la transgenia pudiese producir en las nuevas especies, y eso significa que no se sabe ni se puede medir con certeza si los efectos producidos son irreversibles o tienen consecuencias no previstas, y si repercutirán en futuras generaciones.

Ante el aumento del número de hectáreas de cultivos transgénicos en algunos países, la polémica se incrementa; así, algunas organizaciones ecologistas han solicitado la prohibición total de cualquier tipo de producción de transgénicos. Estas organizaciones no gubernamentales (ONG) invocan el "principio de precaución" ante los posibles riesgos derivados de tal tecnología y se oponen a la liberación de organismos genéticamente modificados al ambiente.



¡Vamos a reconocer alcanos y alquenos en materiales de uso cotidiano!

A nuestro alrededor, encontramos una gran diversidad de materiales de uso cotidiano y muchas veces no llegamos a pensar en su composición química. Siendo la gran mayoría de estos materiales compuestos orgánicos que presentan en su cadena enlaces simples (alcanos) o enlaces múltiples (alquenos o alquinos). Por ejemplo, entre los compuestos del carbono que pertenecen a los hidrocarburos, encontramos la parafina, que es utilizada en la elaboración de velas y productos relacionados, y también en la fabricación de cosméticos, creyones, chicles, textiles, calzados, entre otros. Por otra parte tenemos las grasas, que son indispensables en nuestra dieta, y las podemos encontrar en la mantequilla, las carnes rojas, y en los aceites comestibles. Sin embargo, a simple vista no podemos conocer si estos materiales están conformados por enlaces simples o múltiples. Por lo tanto, te invitamos a realizar la actividad experimental, la cual te permitirá reconocer la presencia de enlaces múltiples a través de la decoloración de una disolución café rojiza de yodo al mezclarse con la parafina y los aceites comestibles.

¿Qué tipo de enlace químico está presente en los materiales de uso cotidiano, como la parafina y los aceites comestibles?

¿Cuáles modelos de enlaces están involucrados en la parafina y los aceites comestibles?

¿Qué necesitan?

- Parafina, aceites comestibles (cualquier marca comercial) y agua.
- Vasos de precipitado o envases.



¿Cómo lo harán?

- ¿Qué pasa cuando disolvemos una disolución de yodo en parafina? Se recomienda registrar las observaciones.
- ¿Qué pasa cuando disolvemos una disolución de yodo en los aceites comestibles? Se recomienda registrar las observaciones.
- ¿Cuál de los dos materiales cambia de color? ¿qué evidencias tienen de la respuesta?

126

¿Cómo lo pueden interpretar?

- Justifiquen sus respuestas en función de las propiedades físicas de los diferentes materiales.

- Construyan un modelo material (en dos dimensiones) que explique por qué algunos de los materiales ensayados se decoloran y otros no.

¿Qué otras maneras efectivas habrá para realizar la experiencia?

- En esta actividad puedes utilizar otros materiales de uso cotidiano como por ejemplo cera, o aceite de niños.



Actividades de autoevaluación

1. Siguiendo las teorías de G.N. Lewis y Linus Pauling sobre el modelo de enlace:

- ¿Cuáles son los aportes de cada uno de estos científicos al modelo de enlace?
- ¿Qué relación tienen las teorías de Lewis y Pauling con la evolución del modelo atómico?
- ¿Cuál teoría de enlace prevalece en la actualidad? Justifica tu respuesta.

2. Representa la estructura de Lewis en cada caso y señala la geometría molecular:

- Dióxido de carbono (CO_2)
- Etileno (C_2H_4)
- Amoníaco (NH_3)
- Ácido clorhídrico (HCl)

3. ¿Por qué es importante conocer la naturaleza de un enlace químico?

4. Explica por qué la unión del monóxido de carbono (CO) con los átomos de hierro de la hemoglobina causa daños en el organismo.

127

HOJAS DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	La imagen de las ciencias de la naturaleza en los textos de la colección bicentenario: un análisis desde la perspectiva de la nueva filosofía de la ciencia y de la pedagogía crítica
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Calvo González Nelsi Johanna Yamilet	CVLAC	16313326
	e-mail	nelsi-calvo@hotmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Enseñanza de las Ciencias, Nueva Filosofía de la Ciencia, Pedagogía Crítica, Textos Colección Bicentenario.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Educación Mención Enseñanza de la Química	Programa de post grado en educación

Resumen (abstract):

La presente investigación tiene como objetivo principal hacer una evaluación de la imagen de las ciencias naturales que reflejan los libros de texto de las ciencias de la Colección Bicentenario. Esta evaluación se hará desde la perspectiva de la nueva filosofía de la ciencia y de la pedagogía crítica. Mediante un diseño documental y descriptivo se evaluaron una muestra de 5 textos de ciencias naturales de la Colección Bicentenario, para los cuales se utilizaron una serie de criterios conceptuales diseñados por el tutor y la investigadora, enfocados en la nueva filosofía de la ciencia y en los postulados de la pedagogía crítica. La mayoría de los textos mantienen un enfoque positivista de la naturaleza de las ciencias, acentuando el desarrollo de las ciencias naturales a través de la retórica de conclusiones, resaltando así solo los aspectos teóricos y experimentales que verifican hipótesis e investigaciones. Los textos enfatizan el método hipotético-deductivo y no se destaca la diferencia entre leyes y teorías. Pocos textos dan importancia a los principios heurísticos o explicativos que guiaron a los científicos en la elaboración de sus teorías, así como los debates polémicos que antecedieron a su elaboración. La mayoría de los libros sigue los postulados de la pedagogía crítica o emancipatoria lo cual es coherente con la pedagogía crítica que sustenta su diseño. Se sugiere que los textos de la Colección Bicentenario incluyan lecturas que describan aspectos interesantes de la historia de las ciencias naturales, promoviendo una imagen más humana de su actividad entre estudiantes y docentes. Los resultados de la presente investigación son importantes en la medida que permiten mejorar la presentación de los textos y la calidad de la enseñanza de la ciencia, elevando la motivación de los estudiantes para cursar carreras del campo de las ciencias naturales.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Páez Ysmandi	ROL	C ☐ A ☒ T ☐ J ☐ A ☐ S ☐ U ☐ U ☐
	CVLAC	V-4 939 414
	e-mail	Ypaez57@hotmail.com
	e-mail	
Maza Arelys	ROL	C ☐ A ☐ T ☐ J ☒ A ☐ S ☐ U ☐ U ☐
	CVLAC	V-8 302 567
	e-mail	
	e-mail	
Lizardi Oliden	ROL	C ☐ A ☐ T ☐ J ☒ A ☐ S ☐ U ☐ U ☐
	CVLAC	V-9 980 414 283
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

27	03	2017
----	----	------

Lenguaje: SPA _____

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis- calvon.doc	Aplication/word

Alcance:

Espacial: Nacional
Temporal: Intemporal

Título o Grado asociado con el trabajo: Magister Scientiarum en Educación, mención
Enseñanza de la Química

Nivel Asociado con el Trabajo: Magister

Área de Estudio: Educación Mención Enseñanza de la Química

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: Universidad de Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

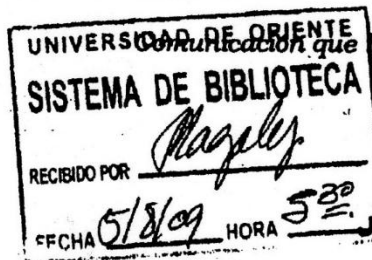
Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Letido el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.



Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CUNVELO
Secretario



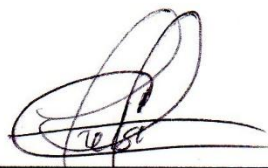
C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso- 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009) : “los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario para su autorización”.

Licda. Nelsi Calvo



Autora

MSc. Ysmandi Páez



Asesor

Nota: Esta hoja debe ser firmada para ser anexada en el formato Digital. (Scanear)