

**ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
UNA PROPUESTA DIDÁCTICA DESDE EL MODELO DE IMRE LAKATOS
“UNA TEORÍA CIENTÍFICA SOBRE: LA EXTINCIÓN DE LOS DINOSAURIOS
POR UN CHOQUE METEORÍTICO”**

HERNANDO AUGUSTO GALINDO COLLAZOS

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
INSTITUTO DE PEDAGOGÍA
MAGÍSTER EN LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA
SANTIAGO DE CALI
2009**

**ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
UNA PROPUESTA DIDÁCTICA DESDE EL MODELO DE IMRE LAKATOS
“UNA TEORÍA CIENTÍFICA SOBRE: LA EXTINCIÓN DE LOS DINOSAURIOS
POR UN CHOQUE METEORÍTICO”**

HERNANDO AUGUSTO GALINDO COLLAZOS

**Trabajo presentado para optar al título de:
Maestría en la Enseñanza de la Ciencia**

**Asesor:
OMAR DÍAZ SALDAÑA**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
INSTITUTO DE PEDAGOGÍA
MAGÍSTER EN LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA
SANTIAGO DE CALI
2009**





UNIVERSIDAD DEL VALLE
INSTITUTO DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
ÉNFASIS ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
NATURALES.

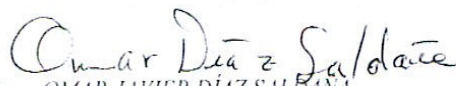


ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE MAESTRÍA

FECHA DE LA SUSTENTACION: <i>Santiago de Cali, 13 de Abril de 2010</i>
ESTUDIANTE: <i>HERNANDO GALINDO COLLAZOS (Código 9302080)</i>
TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: <i>“UNA TEORÍA CINÉTICA SOBRE: LA EXTINCIÓN DE LOS DINOSAURIOS POR UN CHOQUE METEORÍTICO”</i>
DIRECTOR DE TESIS: <i>Profesor OMAR JAVIER DÍAZ SALDAÑA</i>
EVALUADORES: <i>Profesor ERNESTO ENRIQUE COMBARIZA CRUZ</i> <i>Profesora ESPERANZA GALARZA DE BECERRA</i>
COMENTARIOS DE LOS JURADOS El estudiante muestra capacidad para hacer una propuesta novedosa. El jurado destaca la madurez y la convicción en la exposición de los fundamentos teóricos; así mismo la traducción de la teoría epistemológica de Lakatos a una propuesta didáctica.
APROBADO <input checked="" type="checkbox"/> APLAZADO <input type="checkbox"/> RECHAZADO <input type="checkbox"/>


Profesor ERIC RODRIGUEZ WORONIUK
Subdirector de Investigaciones y Posgrados


Profesor ERNESTO E. COMBARIZA CRUZ
Jurado - Evaluador


Profesor OMAR JAVIER DÍAZ SALDAÑA
Director de Tesis


Prof. ESPERANZA GALARZA DE BECERRA
Jurado - Evaluador

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	8
1. ANTECEDENTES	11
2. EL PROBLEMA	14
3. JUSTIFICACIÓN	15
4. OBJETIVOS	17
4.1 OBJETIVO GENERAL	17
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
5. HIPOTESIS DE TRABAJO	18
6. ASPECTOS TEÓRICOS	19
6.1 EL MODELO DE LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN DE IMRE LAKATOS	19
6.2 APRENDIZAJE Y PROCESO DE REESTRUCTURACIÓN DEL CONOCIMIENTO	21
6.2.1 Proceso de reestructuración	22
6.2.2 Explicitación progresiva	23
6.2.3 Proceso de integración jerárquica	23
7. MATERIAL DIDÁCTICO	24
7.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
7.2 PROPÓSITOS PARA EL PROFESOR DE CIENCIAS	24
7.3 METODOLOGÍA	26
7.3.1 Secuencia de aprendizaje de la propuesta didáctica	26
7.3.1.1 Proceso de reestructuración	26
7.3.1.2 Explicitación progresiva	27
7.3.1.3 Proceso de integración jerárquica	27
7.3.2 Aspectos evaluativos	27
7.4 LIMITES DEL MATERIAL DIDÁCTICO	28
7.5 GRÁFICO DEL MODELO DE LAKATOS APLICADO A LA DIDACTICA	28

7.6 UNA TEORÍA SOBRE LA EXTINCIÓN DE LOS DINOSAURIOS	30
7.6.1 Descripción de caso en mención	30
7.7 DESCRIPCIÓN DEL CASO EN MENCIÓN	31
7.7.1 Las pruebas	32
7.7.1.1 Primera prueba: la anomalía de iridio	32
7.7.1.2 Segunda prueba: los cuarzos las maclas mecánicas	34
7.7.1.3 Tercera prueba: la espinela níquelífera	35
7.7.2 Capacidad de predicción	36
7.8 HIPOTESIS AUXILIARES	41
7.8.1 Primera hipótesis auxiliar: el carácter altamente selectivo	41
7.8.2 Segunda hipótesis auxiliar: el decaimiento fotosintético fue relativamente corto: algunos meses	41
8. TEORÍAS QUE EXPLICAN LA DESAPARICIÓN DE LOS DINOSAURIOS OCURRIDOS EN EL CRETACICO Y COMPLEMENTAN LA TEORIA DEL CHOQUE METEORITICO	42
8.1 TEORIA VOLCÁNICA	42
8.2 TEORIA DE LA REGRESIÓN MARINA	42
8.3 EL METEORITO DE YUCATAN NO EXTERMINÓ A LOS DINOSAURIOS	42
9. CONCLUSIONES SOBRE LAS TEORIAS CIENTÍFICAS	43
10. MATERIAL DIDÁCTICO PARA EL ESTUDIANTE	50
11. CONCLUSIONES	51
BIBLIOGRAFIA	52

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Modelo lakatosiano de una teoría científica	29
Figura 2. Imagen de dinosaurio	30
Figura 3. Capa de arcilla sedimentaria	32
Figura 4. Posición relativa respecto al límite C/T	33
Figura 5. Red de átomos y sus enlaces químicos	34
Figura 6. Espinela niquelífera	35
Figura 7. Ubicación cráter de impacto	37
Figura 8. Dimensiones anomalías campo gravitatorio	38
Figura 9. Las anomalías	39

RESUMEN

Con fundamentos en la filosofía de Imre Lakatos y la psicología del aprendizaje de Juan Ignacio Pozo; esta investigación pretende que los estudiantes modifiquen sus ideas previas en un dominio dado del conocimiento hacia modelos más cercanos de la ciencia.

Para lograr este propósito se presenta un material didáctico llamado: "La desaparición de los dinosaurios por una catástrofe meteorítica", donde el estudiante tendrá la oportunidad de intervenir en clase y en una serie de talleres para así, comprender la estructura interna de una teoría científica: su hipótesis central, la heurística positiva, sus anomalías, las hipótesis auxiliares.

PALABRAS CLAVES: ideas previas, hipótesis central, heurística positiva, anomalías, hipótesis auxiliares.

INTRODUCCIÓN

Una de las variables que merecen atención por parte de los investigadores en la didáctica de las ciencias es el tipo de conocimiento científico que se enseña en los colegios de secundaria. “Es muy posible que los métodos de enseñanza hayan variado en las últimas décadas; también las ideas, sobre la en que el alumno aprende. Sin embargo, la estructura conceptual de la ciencia que se enseña en la escuela se considera como algo dado e inamovible y ha estado normalmente fuera del alcance e interés de la investigación educativa: no constituye una variable problemática en las reflexiones y estudios sobre didáctica de las ciencias”. (Otero, 1.989)

Ciertas investigaciones originadas en de los años ochenta, toman como eje central la epistemología de las ciencias como ruta de navegación. En sus análisis sobre los modelos de enseñanza tradicional se identifican presupuestos epistemológicos de orientación positivista subyacentes en la mayoría de los programas y prácticas educativas. (Porlán, 1990), se refiere a lo anterior como el absolutismo epistemológico, donde los conceptos se organizan de manera acumulativa, lineal, e inconexos. Estos contenidos atomizados y estáticos de las diferentes disciplinas de las ciencias son “impuestos” a los estudiantes mediante una enseñanza tradicionalista de tipo memorístico.

El papel de la epistemología de las ciencias supera la mera descripción de conceptos, enfoca su preocupación principalmente hacia el conocimiento de la misma naturaleza de la ciencia, su estructura interna, el papel de las teorías científicas, el carácter provisorio y relativo de los diferentes modelos científicos que interpretan un hecho o fenómeno natural.

Así, la meta de la educación científica deber ser que el estudiante conozca la existencia de diversos modelos alternativos en la interpretación y comprensión de la naturaleza y que la exposición y el contraste de estos modelos será de ayuda, no sólo a comprender mejor los fenómenos estudiados, sino sobre todo, la naturaleza del conocimiento científico elaborado para interpretarlos. La educación científica debe ayudar al estudiante a construir sus propios modelos, pero también a interrogarlos y redescubrirlos a partir de los elaborados por otros, ya sean sus propios compañeros o científicos eminentes”. (Glyn y Duit, 1995b; Ogborn y Cols., 1996).

Para Alexandre y Giere (1997), “los estudiantes elaboran modelos explicativos paulatinamente a través de los procesos de enseñanza y aprendizaje. El objetivo de la enseñanza de las ciencias debe ser, el de promover en los estudiantes la construcción de modelos explicativos de las ciencias experimentales y, a su vez, guiarlos para que desarrollen una actitud tendiente a recurrir a dicho modelo cada vez que deban justificar el desarrollo sobre algunas teorías científicas.”

La modificación de los modelos explicativos que poseen los estudiantes ha sido una preocupación de las teorías cognitivas desde finales de los años setenta, algunos autores como R. Driver, 1986, manifiesta que las concepciones alternativas de los estudiantes son resistentes a los cambios conceptuales de la ciencia propuestos en los programas escolares.

Estas dificultades originaron varios modelos de cambio conceptual, entre otros, (Hewson, 1981 y Posner, 1982) consideran la analogía existente entre la filosofía de I. Lakatos y el cambio conceptual del estudiante. Es el caso de la teoría de la reestructuración del conocimiento científico en el aula (Pozo, M.A. Gómez, 1998), donde el cambio conceptual se produce al entrar en crisis el modelo alternativo del estudiante, una vez que se haya explicitado y; encuentre una teoría alternativa mejor, que dé cuenta de un fenómeno o hecho no explicado por su modelo cotidiano anterior.

López Ruperez, (1990) dice: “la filosofía de la ciencia de Lakatos se puede convertir en un adecuado instrumento epistemológico de predicción/prescripción respecto de la evolución de la didáctica de las ciencias como disciplina científica que ilumine el camino a recorrer por el investigador en particular y por la comunidad científica en general”.

Se trata de profundizar y enriquecer los modelos elaborados por los alumnos, que deben ir integrando no sólo cada vez más información sino también otros modelos y perspectivas. Asimismo se trata de que el estudiante pueda interpretar las diferencias y similitudes entre diferentes modelos (J.I. Pozo, 1998)

Pero, no basta enfocar el problema del cambio conceptual solamente al estudiante, es indispensable que el profesor de ciencias modifique en parte sus propias concepciones sobre los modelos epistemológicos que posee sobre las ciencias. “Un cambio epistemológico por parte del docente en ciencias hacia concepciones menos dogmáticas, puede influir en tener actitudes más abiertas y en explorar nuevas situaciones didácticas, pero un cambio en las concepciones no garantiza un mejoramiento, si el profesor no posee los conocimientos procedimentales y esquemas prácticos de acción en el aula” (Furio y Carnicer, 2002). Cada vez hay una mayor probabilidad de que los cambios en el docente se consoliden con la ayuda de propuestas que resuelvan situaciones prácticas cotidianas de enseñanza. Por tanto, es indispensable brindarle al profesor de ciencias, investigaciones didácticas a partir de la epistemología de las ciencias que contribuyan a resolver en parte, una serie de problemas en la enseñanza de las ciencias originados en el aula de clase.

A partir de “la metodología de los programas de investigación científica” del filósofo Imre Lakatos, 1982, se recoge e integra, los principales conceptos sobre la estructura de una teoría científica, en una propuesta didáctica llamada “Una teoría científica sobre: el caso de la extinción de los dinosaurios por un choque

meteorítico”, la cual pretender contribuir en la elaboración por parte del estudiante de un modelo explicativo sobre el nacimiento, y desarrollo de una teoría científica.

Esta propuesta didáctica, propone que los estudiantes observen cómo los científicos en el campo empírico, utilizan una serie de pruebas que corroboran la solidez y confiabilidad de sus conjeturas formuladas en la hipótesis central. Se busca que el estudiante analice y realice las reflexiones pertinentes sobre cómo se construye una teoría científica, las diversas situaciones problemáticas que no puede resolver la teoría temporalmente; estas dificultades o nudos insolubles se denominan anomalías y son parte importante en las estructuras de las teorías. Sin embargo, las teorías desarrollan una serie de estrategias llamadas hipótesis auxiliares (heurística positiva) que soportan los embates argumentativos o empíricos protegiendo la hipótesis central (llamada centro firme o núcleo central teórico), a partir del resultado de nuevas pruebas que la contradicen. Con el tiempo estas teorías son remplazadas por otras más sofisticadas que dan razón a situaciones problemáticas nuevas no resueltas por las anteriores.

La propuesta didáctica incorpora su vez, desde las teorías del aprendizaje, lo concerniente a la construcción y reestructuración por parte del estudiante de sus modelos explicativos cotidianos o conceptos alternativos, por otros de mayor complejidad cercanos a la ciencia. Para este fin, la hipótesis propuesta en este documento, “los procesos fundamentales en la construcción del conocimiento científico en el aula” (Pozo, M.A. Gómez, 1982), explicita las diferentes fases que intervienen en el aprendizaje del estudiante durante la reestructuración que sufren sus ideas implícitas sobre un dominio o contexto dado, integrando jerárquicamente nuevas estructuras conceptuales de mayor complejidad provenientes de las actividades organizadas en clase de ciencias. Posteriormente el estudiante, previo análisis, podrá discernir sobre la aplicación de estas teorías en diversos contextos. Finalmente se presenta el material didáctico dirigido al estudiante “ Una teoría científica sobre: el caso de la extinción de los dinosaurios”, acompañado de una serie de talleres sugeridos, cuyo objetivo principal es lograr la intervención del estudiante con el propósito de integrar a su estructura conceptual, elementos de “la metodología de los programas de investigación científica” de Imre Lakatos, para la interpretación de ciertos eventos o fenómenos naturales en un nivel de mayor complejidad. Este propósito tiene como población objeto a los estudiantes de 9º grado.

1. ANTECEDENTES

En los últimos años la investigación educativa en ciencias ha revalorizado fuertemente la importancia de los aportes a la enseñanza de las disciplinas, de la epistemología de las ciencias. (Hodson, 1988). Hasta la década de los ochenta, la filosofía de las ciencias estuvo prácticamente ausente, tanto de los programas de enseñanza de las ciencias como de la formación del profesorado, asumiéndose implícitamente concepciones inmaduras e incontroladas sobre la naturaleza de las ciencias, en su mayor de tipo positivista (Burbules y Linn, 1991). Sin embargo, a partir de esa década, muchos trabajos consideran imprescindible incluir una reflexión sobre la naturaleza de la ciencia desde la epistemología de las ciencias, tanto en los programas de las ciencias como en la formación del profesorado.

En el nivel de secundaria los modelos academicistas de formación se centran en los contenidos de la materia a enseñar, a los que al final se añaden unos pocos conocimientos didácticos y unas prácticas finalistas. Esta formación no es la más adecuada, ni siquiera para los contenidos científicos; suelen impartirse de forma atomizada, estática y no globalizados (Hewson et al.1989). Por su parte Porlán agrega que el absolutismo epistemológico que ha menudo se transmite de la ciencia es otro de los aspectos de la formación que dificulta el cambio didáctico. (Porlán et al, 1997).

A su vez, a finales de los años setenta se habían consolidado avances desde la didáctica de las ciencias y la psicología cognitiva sobre lo que se ha llamado ideas previas, errores conceptuales o concepciones alternativas de los estudiantes. Las características de estas ideas previas han sido ampliamente difundidas, son persistentes y no se modifican tan fácilmente (Driver, 1986). Estas ideas interaccionan fácilmente con las ideas de las ciencias que se pretenden enseñar produciendo adaptaciones y deformaciones no deseadas en el aprendizaje. (Nieda J, Macedo B., 1979). Estas investigaciones de la psicología cognitiva van a ser fortalecidas por los aportes de la filosofía de las ciencias, en el avance de la didáctica de las ciencias.

Partiendo, de forma más o menos explícita sobre el origen de la naturaleza de las concepciones alternativas de los estudiantes, se han propuestos varios modelos de cambio conceptual. (Pozo. M.A. Gómez, 1998) retoma el modelo de la filosofía de Lakatos y propone que el cambio conceptual se produce en las siguientes condiciones:

El estudiante no abandonará sus ideas previas, hasta que no encuentre una teoría mejor, -sobre el cambio de los programas de investigación científica- que dé cuenta no sólo de lo que ya explicaban sus ideas espontáneas sino de fenómenos nuevos hasta ahora incomprensibles. La nueva teoría debe hacer mejores predicciones.

Un primer paso debe hacer explícitos las concepciones alternativas por parte del estudiante mediante la aplicación a problemas concretos. También debe tomar conciencia de las ventajas de la nueva teoría en contextos de dominio. Con los rasgos anteriores esta propuesta sobre el cambio conceptual, se halla más próxima al aprendizaje por reestructuración del conocimiento científico.

Las ideas previas referentes a tópicos específicos de las ciencias, necesitarían un cambio conceptual en los estudiantes que se daría cuando los supuestos epistemológicos y conceptuales sufran una reestructuración profunda en un dominio dado, superando las restricciones impuestas por el mismo sistema cognitivo. (Pozo, M.A. Gómez, 1998)

Dentro de esta misma línea de investigación, autores como Nussbaum (1989) Hewson (1981) y Posner, (1982), consideran que existen analogías entre la filosofía de Lakatos y el cambio conceptual en el estudiante. El cambio conceptual de los estudiantes se producirá cuando tengan insatisfacción con las ideas previas y simultáneamente las nuevas ideas le resulten inteligibles, plausibles y útiles. La estrategia didáctica comenzaría con una identificación de las ideas alternativas de los estudiantes, posteriormente se produciría un conflicto cognitivo por el uso de contraejemplos, para posteriormente asimilar las nuevas ideas con oportunidades para aplicarlas en situaciones diferentes.

En el caso de las teorías del aprendizaje por reestructuración del conocimiento lleva implícito también la teoría de Lakatos (1978) la teoría del aprendizaje de conceptos científicos (Pozo, 1987a). El cambio conceptual se produce en las siguientes condiciones: El alumno no abandonará sus ideas previas hasta que no encuentre una teoría mejor.

Los aportes inseparables, tanto de la psicología cognitiva del aprendizaje y los de la epistemología de la ciencia han ayudado a entender sobre cómo se aprende ciencia a partir de las reflexiones sobre la construcción del saber científico” (Juana Nieda, Beatriz Macedo, 1997)

En el caso de la teoría de la reestructuración del conocimiento científico en el aula, que sirve de modelo a esta propuesta, “el cambio conceptual se considera como una reestructuración profunda en un dominio dado, se produciría únicamente cuando cambiasen también esos supuestos implícitos que subyacen a las teorías de dominio, superando las fuertes restricciones al procesamiento impuestas por el propio sistema cognitivo” (Chi, Slotta y de Leeuw, 1994). El conocimiento intuitivo o cotidiano se apoya en supuestos epistemológicos y conceptuales radicalmente distintos a los que subyacen en las teorías científicas (Pozo, M.A. Gómez, 1998)

Las investigaciones e implementación de propuestas didácticas a partir de la filosofía de Lakatos son escasos. Entre los trabajos reportados bibliográficamente,

están: un trabajo de Maria Cecilia Pubiano, del grupo de Ciencia y Educación, Universidad FASTA, Mar de Plata Argentina. "Una propuesta para secuenciar contenidos en ciencias naturales desde una perspectiva lakatosiana" (2002), cuyo objetivo es una organización diferente de contenidos fundamentado en el origen de la producción del conocimiento científico, en las áreas Física y Química. Presenta un núcleo duro de las ciencias experimentales que agrupan los conceptos estructurantes de la Física y la Química. Luego, con estos conceptos como punto de partida, se desarrollan los núcleos temáticos de Biología.

2. EL PROBLEMA

De acuerdo a lo expresado en el capítulo anterior en cuanto a la necesidad de introducir en la investigación didáctica argumentos provenientes de la filosofía de las ciencias que fortalezcan y orienten conceptualmente el aprendizaje del estudiante a través del cambio conceptual y, a su vez, sirva de herramientas epistemológicas para el profesor de ciencias; se identifica como problema central de este trabajo: La ausencia de investigaciones acerca de un modelo de cambio conceptual enmarcado dentro de la epistemología de las ciencias que dé cuenta, sobre la estructura de una teoría científica: el papel de las hipótesis, los problemas internos que debe resolver, su metodología, el poder probatorio empírico, su relatividad y temporalidad, la competencia con otras teorías, y finalmente su superación. Esta carencia se ubica sobre todo en los programas de ciencias para estudiantes de 9º, nivel de educación básica.

3. JUSTIFICACIÓN

Diversos autores manifiestan: en los programas de formación de profesores los resultados de diversas investigaciones (Lederman,1992, Mellado, 1996, Marx et al.,1998; Meyer et al.,1999) indican que un cambio epistemológico hacia concepciones menos dogmáticas y absolutistas, tanto sobre las ciencias como hacia su enseñanza, puede influir en tener actitudes más abiertas y en explorar nuevas situaciones didácticas; pero un cambio en las concepciones no garantiza la transferencia al aula como conducta docente si el profesor no cambia sus actitudes y no dispone de conocimientos procedimentales y esquemas prácticos de acción en el aula.

A su vez, Nussbaum (1989) sostiene que la comprensión del problema del cambio conceptual en los estudiantes tiene que ser necesariamente esclarecido a partir del estudio riguroso de los puntos de vista de los filósofos de la ciencia. Reafirma que ningún educador, por lo menos en lo que a la enseñanza de las ciencias se refiere, puede incorporarse a la estrategia del cambio conceptual sin una concepción epistemológica acerca del conocimiento científico. Agrega, además, la importancia que desde este punto de vista debe dársele a la psicología del aprendizaje, la cual contribuye significativamente a la comprensión del por qué los hombres de ciencia cambian sus teorías.

Se hace necesario por los aspectos identificados en el problema central expuesto y de sus antecedentes, ampliar la investigación en la didáctica de las ciencias de fundamentar desde la epistemología de las ciencias acerca de la naturaleza del pensamiento científico. (Hodson, 1998, Gil Perez, 1993). Esta ausencia de la filosofía de las ciencias referida en los antecedentes, puede suplirse en parte, tomando como referencia la filosofía de Imre Lakatos acerca de “la metodología de los programas de investigación científica”. Se intenta desde aquí, realizar una adecuación de conceptos pertinentes de este modelo, hacia el terreno de la didáctica de las ciencias con la intención de adecuar una propuesta al estudiante de un modelo filosófico de: la estructura de una teoría científica, su origen, su posterior desarrollo, sus problemas internos y su forma de resolverlos temporalmente, y finalmente la superación de las teorías en el tiempo por otras de mayor poder probatorio.

En lo referente al cambio conceptual, el estudiante debe reestructurar ciertas concepciones alternativas o intuitivas; contrastar, reemplazar o limitar sus modelos explicativos, por un modelo cercano a las ciencias con mayor poder explicativo sobre ciertos contextos o dominios de las ciencias.

Estos dos aspectos anteriores, tanto de la filosofía de Lakatos como de la psicología del cambio conceptual: la teoría del aprendizaje de la reestructuración del conocimiento científico en el aula (Pozo, M.A. Gómez 1998), se integran

debido a que ambas poseen presupuestos conceptuales comunes, (ver Nussbaum, 1998 , Pozo, M.A. Gómez, 1998).

Para el profesor de ciencias naturales, es de suma importancia integrar sus presupuestos conceptuales, con ciertos conocimientos de la epistemología del filósofo Lakatos y la teoría del aprendizaje sobre la reestructuración del conocimiento científico en el aula. Ambos presupuestos teóricos amplían en su red de significados los fundamentos epistemológicos y psicológicos para poder ofrecer al estudiante los elementos necesarios sobre un dominio de la ciencia: la estructura y desarrollo de una teoría científica.

4. OBJETIVOS

4.1-OBJETIVO GENERAL

Construir una propuesta para la didáctica de las ciencias a partir de la filosofía de Imre Lakatos y la teoría del aprendizaje sobre la reestructuración del conocimiento científico en el aula, sobre la estructura de una teoría científica para estudiantes del ciclo básico de secundaria.

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Contribuir en el proceso de construcción en el estudiante de un modelo explicativo sobre el conocimiento e importancia de una teoría científica a partir de la epistemología de I. Lakatos
- Brindarle al docente de ciencias, el enfoque didáctico de los modelos como eje articulador de una propuesta didáctica de las ciencias. Y la teoría sobre los procesos de la construcción del conocimiento científico en los estudiantes.
- Ofrecer al docente de ciencias un material didáctico donde se integran los enfoques mencionados para ayudar a enriquecer su práctica pedagógica.

5. HIPOTESIS DE TRABAJO

Como solución posible al problema mencionado, se propone elaborar un material didáctico fundamentado en dos grandes propuestas teóricas centrales. La primera se refiere a la filosofía de las ciencias, el modelo Imre Lakatos-la metodología de los programas de investigación científica 1982-, y segundo, desde la psicología del aprendizaje “los procesos fundamentales en la construcción del conocimiento científico en el aula”. (Pozo, M.A. Gómez, 1982). A partir de estos dos centros teóricos se realiza una propuesta llamada: Una teoría científica sobre, la hipótesis sobre la desaparición de los dinosaurios por un choque meteorítico.”.

Para la elaboración de esta propuesta, la teoría filosófica de I. Lakatos referida brinda una serie de conceptos que al ser transferidos intencionalmente, establece las bases de un modelo epistemológico para que los estudiantes puedan interpretar y analizar cómo los científicos elaboran una teoría científica, su hipótesis central, la heurística positiva la cual sirve de guía la búsqueda de pruebas que corroboren la hipótesis central, la capacidad de elaborar hipótesis auxiliares que den razón de los embates de otras teorías alternas, la capacidad de predicción de las teorías. La relatividad de toda teoría como su temporalidad debido a problemas que no puede resolver, y finalmente son superadas por otras teorías de mayor poder probatorio empírico.

En lo que se refiere al aprendizaje del estudiante se sustenta a partir del modelo, los siguientes procesos de reestructuración del conocimiento científico en el aula: a) reestructuración (conocimientos o representaciones previas del estudiante). b) explicitación progresiva (donde el estudiante explicita sus concepciones intuitivas). c) Integración Jerárquica (modelo de la ciencia alternativa). Sin embargo, estas secuencias presentan cierta flexibilidad y su implementación no puede seguir un orden tan estricto y riguroso.

Estos elementos filosóficos y de la psicología del aprendizaje mencionados se integran intencionalmente en un material didáctico llamado: el nacimiento de una teoría científica, el caso de la desaparición de los dinosaurios por un choque meteorítico. Este material contiene una serie de talleres propuestos como alternativa de evaluación para el estudiante de 9º. grado.

6. ASPECTOS TEÓRICOS

Los elementos teóricos que hacen parte de la estructura de la hipótesis de trabajo se desarrollan a continuación. En primer lugar, la filosofía de I. Lakatos donde se consideran los conceptos de mayor relevancia del modelo de los programas de investigación científica en lo referente a la estructura de una teoría científica. Así, el profesor de ciencias puede conocer e interpretar el material didáctico acerca del nacimiento de una teoría: la hipótesis de la desaparición de los dinosaurios por un choque meteorítico, desde la epistemología de Lakatos.

En segundo lugar, se desarrolla la teoría del aprendizaje: los procesos de construcción del conocimiento científico en el aula (Pozo. Y M.A.Gómez, 1998). Es conocida la importancia de una teoría del aprendizaje del estudiante en todo proceso didáctico, que sirva de guía al profesor para: identificar los conocimientos cotidianos o previos, sus secuencias y ritmos de aprendizaje, las dificultades que presenta cuando se superan los conceptos alternativos o teorías cotidianas en un dominio dado y, la adopción de nuevos supuestos conceptuales y epistemológicos más cercanos a las ciencias que le permitan al estudiante, interpretar escenarios y situaciones en un dominio determinado de la ciencia.

Estos aspectos están organizados de la siguiente manera:

6.1 EL MODELO¹ DE LOS PROGRAMAS² DE INVESTIGACIÓN DE IMRE LAKATOS.

Las teorías científicas hacen parte de la estructura del conocimiento científico, son ellas las que dan sentido a las observaciones e interpretaciones y guían el campo de la práctica científica, sobre los fenómenos del mundo.

Desde la epistemología de las ciencias podemos interrogar las teorías científicas: cómo aparecen, cuál es su desarrollo, qué elementos juegan en su validación, qué problemas o anomalías internos la contradicen, cuál es el papel de la historia, cómo son relevadas o superadas por otras teorías en el tiempo.

Los aportes del filósofo de las Ciencias Imre Lakatos, sobre los Modelos de los Programas de Investigación Científica, dan una visión, que podemos utilizar en forma didáctica para que los estudiantes comprendan e interroguen sobre las estructuras teóricas que utilizan los científicos en la interpretación de los diferentes fenómenos de la naturaleza.

Para Lakatos, **los programas de investigación científica** son las unidades de desarrollo de la ciencia y reflejan el estado de una ciencia en un momento determinado. Son problemáticas progresivas que se caracterizan con un “**centro**

¹ Los modelos son estructuras teóricas que simulan la realidad

² Los programas son una serie de enunciados sobre la realidad y poseen una heurística positiva

firme ó núcleo teórico”, constituido por las ideas o hipótesis centrales de la teoría; y una **heurística positiva** que define problemas, esboza la construcción de un cinturón protector de hipótesis auxiliares que protegen al centro firme, prevé **anomalías**, (que se refieren a “hechos” que la teoría no puede explicar en cierto momento dado) pero que, mientras el programa de investigación mantenga su fuerza, puede con toda libertad dejarlas de lado.

Cada etapa de un programa de investigación científica debe incrementar el contenido de forma consistente. Un cambio de problemática teórica consistentemente progresivo. También debe exhibir un cambio empírico intermitentemente progresivo.

“Es primordialmente la heurística positiva de su programa, no las anomalías, la que determina la elección de sus problemas. Sólo cuando la fuerza rectora de la heurística positiva disminuya, se puede conceder más atención a las anomalías. La metodología de los programas de investigación puede explicar de este modo el elevado grado de autonomía de la ciencia teórica”. (Lakatos)

La heurística positiva es la que impide que el científico se pierda en el océano de anomalías al guiar la investigación. La selección racional de problemas que realizan los científicos que trabajan en programas de investigación importantes está determinada por la heurística positiva del programa y no por las anomalías psicológicamente embarazosas. Estas se archivan con la esperanza de que, llegado el momento, se convertirán en corroboraciones del programa. Esto explica, la autonomía relativa de la ciencia teórica.

Un programa de investigación se dice que es progresivo mientras su desarrollo teórico anticipa su desarrollo empírico, esto es, mientras continúe prediciendo nuevos hechos con cierto éxito. Sin embargo, un programa de investigación es regresivo cuando se retrasa en su desarrollo empírico; para que ocurra un cambio de un programa de investigación, es necesario que éste sea regresivo, pero no es suficiente. Se necesita además que haya otro programa progresivo, lo cual quiere decir, que el nuevo programa de investigación tenga poder heurístico, que aporte hechos nuevos y que éstos tengan coherencia entre sí.

Los resultados de las comprobaciones experimentales son los que determinan de modo muy sencillo las decisiones de mantener o rechazar una hipótesis. La relación de la observación con un hipótesis que se está comprobando es relativamente poco problemática dentro de un programa de investigación, debido a que el núcleo central y la heurística positiva sirven para definir el lenguaje observacional bastante estable.

Las anomalías de una teoría. Un elemento final son las pruebas que atacan su núcleo teórico, estos problemas internos se conocen como las anomalías de la teoría, y establecen de cierta forma sus límites. No obstante, estos puzzles o

nudos problemáticos originan nuevas argumentaciones teóricas provisionales, llamadas “hipótesis auxiliares” que sirven de *cinturones protectores* del núcleo teórico central. En el caso de que otra teoría sea más sofisticada o explicativa podrá en un momento determinado ser adoptada por la comunidad científica como la de mayor validez; pero, en las ciencias ninguna teoría es superada plenamente, éstas se resisten a desaparecer y seguirán desarrollando investigaciones que logren darle mayor poder argumentativo.

“Las anomalías muestran el carácter limitado de toda teoría en explicación de los diferentes fenómenos de la naturaleza. Permiten establecer la evolución histórica en la construcción del conocimiento humano, su veracidad temporal”. (I. Lakatos)

“Los científicos tienen piel gruesa. No abandonan una teoría simplemente porque los hechos la contradigan. Normalmente o bien inventan alguna hipótesis de rescate para explicar lo que ellos llaman después una simple anomalía o, si no pueden explicar la anomalía, la ignoran y centran su atención en otros problemas”. (Lakatos, 1982)

Las teorías poseen sin embargo anomalías que no pueden resolver, esto denota epistemológicamente su relatividad en el tiempo y en el conocimiento histórico del hombre.

6.2 APRENDIZAJE Y PROCESO DE REESTRUCTURACIÓN DEL CONOCIMIENTO

Es necesario plantear la teoría del aprendizaje sobre la reestructuración del conocimiento científico en el aula, los argumentos necesarios que intervienen en estos procesos por parte de los estudiantes durante su aprendizaje en el salón de clase. Qué modelo de enseñanza utiliza el profesor y cómo este modelo determina los criterios para seleccionar y organizar los contenidos; las actividades de enseñanza y su evaluación.

Es sustancial, en primer lugar, explicitar el tipo de conocimiento intuitivo o cotidiano que utilizan las personas o estudiantes en su práctica diaria. Este conocimiento asume de forma implícita ciertos principios sobre la naturaleza de la realidad y actúa conforme a ellos (por Ej., que la realidad existe, hay un objeto real ahí afuera y tiene propiedades, es rojo, se está moviendo, no es que yo lo vea moverse etc.). Así, según este modelo las personas clasificamos todos los objetos del mundo en un número limitado de categorías, a las que atribuimos unas propiedades determinadas (es un pájaro, es un proceso de evaporación, es un estudiante indisciplinado etc.) (Pozo. M.A. Gómez, 1998)

Sin embargo, el conocimiento cotidiano en ciertos contextos comunes de la vida de las personas funciona al tener alta predicción sobre hechos de la vida normal, conduce a los mismos resultados. Además, suelen ser teorías con un fuerte

significado cultural, socialmente compartidas, con un gran valor pragmático. Todo esto hace muy improbable su erradicación (todos dicen que el sol “sale”, o que las cosas caen por su propio peso, con independencia de nuestros conocimientos de física). (Pozo, M.A. Gómez, 1998)

Por otra parte, es muy común por parte del profesor y las instituciones educativas, la imposición de ciertos modelos de enseñanza donde se asume el conocimiento científico como un saber absoluto, con un realismo interpretativo, el cual consiste en creer que a través de la ciencia es posible conocer cómo es en realidad la naturaleza y el mundo. Todo lo que tiene que hacer el estudiante, por consiguiente, es reproducir ese conocimiento, incorporándolo a su memoria. Y la vía más directa para lograrlo, será mediante una exposición lo más clara y rigurosa posible.

El modelo del párrafo anterior, se toma en gran medida como criterio para seleccionar contenidos, el conocimiento disciplinar, o sea, el cuerpo de conocimientos aceptados por una comunidad científica. Estos conocimientos suelen presentarse como saberes acabados, establecidos, trasladando a los alumnos una visión estática y absoluta del saber científico. De esta forma, las teorías ya superadas o no, se enseñan o se presentan como conocimientos abandonados, que no son necesarios de conocer o aprender.

Una vez identificadas en los párrafos anteriores, el conocimiento realista de los estudiantes y el tipo de enseñanza generalizado en las instituciones educativas, se proponen a continuación los siguientes argumentos:

El aprendizaje de las ciencias en el estudiante requiere construir estructuras conceptuales más complejas a partir de otras más simples y, probablemente, establecer usos diferenciales para cada uno de los contextos de aplicación de esas teorías, así como ser capaz de redescubrir o analizar las formas más simples de conocimiento a partir de las más complejas. Esta idea del aprendizaje de la ciencia, entendido como la integración de modelos, implica por tanto diferentes procesos de construcción del conocimiento científico que va más allá del mero cambio de los conceptos cotidianos por otros científicos.

A partir de diversas teorías sobre la construcción del conocimiento científico en contextos escolares (por ejemplo: Chi, 1992; Glynn y Duit, 1995b; Lawson, 1994; Pozo, 1966a; Rodrigo y Correa, 1999; Vosniadou, 1994a.) Se realiza una síntesis de los tres procesos fundamentales en la construcción del conocimiento científico en el aula; propuestos por Juan Ignacio Pozo, 1998.

6.2.1 Proceso de reestructuración. Implica construir una nueva forma de organizar el conocimiento en un dominio que resulte incompatible con las estructuras anteriores. Esta reestructuración será necesaria cuando la superación de las teorías alternativas en un dominio dado requiera adoptar nuevos supuestos

epistemológicos, desde los que interpretar los escenarios y situaciones es ese dominio. No se trataría de enseñar las estructuras conceptuales como tales, en convertirlas en objeto directo de enseñanza; sino de generar las condiciones para que, en el estudio de contenidos conceptuales específicos, los alumnos aprendan a interpretar los fenómenos en términos de estructuras complejas. Los contenidos así, deberían promover cambios más profundos en las estructuras conceptuales de los estudiantes.

6.2.2 Explicitación progresiva. La construcción del conocimiento científico implica también un proceso metacognitivo, o metaconceptual de explicitación de las concepciones intuitivas, con el fin de adoptar niveles de representación cada vez más profundas, para ello, se requiere el diseño de escenarios que faciliten este proceso, enfrentando al estudiante a situaciones o problemas potenciales en contextos de interacción social que induzcan la comunicación de las propias concepciones. El estudiante saca a la luz de su propia conciencia buena parte de sus teorías implícitas (Ogborn y Cols, 1996)

6.2.3 Proceso de integración jerárquica. Una ventaja de un modelo científico frente al conocimiento cotidiano es que se transfiere más fácilmente a situaciones nuevas. En general puede sumirse que una teoría es más potente, y permite integrar a otra más simple parcial o totalmente, cuando:

- Tiene una mayor capacidad de generalización. Puede aplicarse a predecir hechos en dominios o ámbitos más amplios.
- Posee una estructura conceptual más compleja. Que permite reinterpretar en términos de interacción y relaciones dentro de un sistema los sucesos que otra teoría concibe como aislados o simplemente encadenados causalmente entre sí.
- Tiene mayor poder explicativo o de descripción representacional, ya que, al basarse en un género discursivo más elaborado o formalizado permite redescibir en términos de un modelo, hechos predichos pero no explicados por otra teoría.

7. MATERIAL DIDACTICO

El material didáctico tiene una primera parte que abarca la organización e implementación de los dos aspectos teóricos aplicados a un caso en particular: de una teoría científica. Esta primera sección va dirigida al profesor de ciencias de manera que posea los elementos que dan soporte pedagógico a esta propuesta. Ver Tabla 1.


7.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Que el estudiante: explicita sus conocimientos cotidianos o implícitos acerca de la desaparición de los dinosaurios.
- Que el estudiante reestructure sus esquemas mentales cotidianos por un modelo alternativo más próximo al conocimiento de las ciencias.
- Que el estudiante Integre a sus representaciones un modelo de las ciencias con el fin de acceder a un lenguaje y una estructura conceptual de mayor complejidad para interpretar y dar sentido a un dominio específico de la naturaleza.

7.2 PROPÓSITOS PARA EL PROFESOR DE CIENCIAS.

Brindarle la oportunidad de acceder al modelo de la Filosofía de las ciencias de Imre Lakatos, sobre un programa de investigación científica, y de un modelo de la teoría del aprendizaje acerca de la construcción del conocimiento científico en el aula, para generar en el estudiante: la identificación y explicitación de sus conceptos alternativos en un dominio dado; la construcción de un modelo conceptual más cercano a las teorías de las ciencias. Motivar al estudiante en los propósitos del material didáctico, orientando sus dudas, propiciando debates y acuerdos puntuales y generales. Colaborando en el propósito de aplicar e interpretar otros casos donde la ciencia y los científicos continúan investigando sobre hipótesis similares o divergentes al caso en mención.

Cuadro 1. Reestructuración teórica

REESTRUCTURACION TEORICA	FASES DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO	ACTIVIDADES DE INTERVENCIÓN DEL ESTUDIANTE 
	EXPLICITACIÓN PROGRESIVA	<p>a) Diseño de escenarios que faciliten el proceso de explicitación. De modo que el estudiante se enfrente a problemas potenciales, en lo posible en contextos de interacción social que induzcan la comunicación de sus ideas concernientes a las causas posibles sobre la desaparición de los dinosaurios, confrontándolas con los demás estudiantes.</p> <p>b) Profundización y formalización de las representaciones, favoreciendo los procesos de reestructuración. Toma de conciencia de las diferencias estructurales y conceptuales entre las teorías científicas y sus propias teorías implícitas.</p>

INTEGRACIÓN JERARQUICA	<p>Las formas de representación más elementales se integran o se redescubren, en las estructuras más complejas como son los modelos propuestos desde las ciencias.</p>	<p>Taller No 3. Analizar el modelo explicativo de Lakatos, compararlo con los modelos implícitos, tanto de él, como el de sus compañeros, Una vez establecidas en lo posible sus semejanzas como sus diferencias, resaltar la capacidad potente de un modelo científico en su aplicación a una cantidad de contextos diferentes. Así mismo indicar la capacidad restringida de las teorías intuitivas en contextos informales cotidianos. Se intenta una adecuada integración jerárquica, que permita discriminar metacognitivamente entre diferentes niveles representacionales.</p>
-------------------------------	--	---

7.3 METODOLOGÍA

Esta propuesta didáctica integra metodológicamente los principales aspectos de la teoría del aprendizaje y los procesos de reestructuración del conocimiento, con los elementos conceptuales de la filosofía de Imre Lakatos, Traduce para los estudiantes, en un lenguaje adecuado, los conceptos más relevantes de la teoría Lakatosiana del modelo de un programa de investigación científica, aplicados al nacimiento de una teoría científica: La hipótesis de la desaparición de los dinosaurios, por un choque meteorítico. El material ilustra en primer lugar el surgimiento de la hipótesis central de una teoría científica; en segundo lugar la heurística positiva que guía y orienta la búsqueda de pruebas que corroboren la hipótesis central; los problemas que la teoría no resuelve y; las hipótesis auxiliares y teorías complementarias que den mayor poder de explicación a la hipótesis central. (Cuadro 1)

En el material didáctico se encuentran una serie de actividades en forma de talleres que sirven de material de trabajo y de evaluación para el profesor.

7.3.1. Secuencia de aprendizaje de la propuesta didáctica. El Cuadro 1, muestra las secuencias de aprendizaje donde se integra la teoría de aprendizaje y reestructuración del conocimiento y la teoría filosófica de Imre Lakatos. Este cuadro sirve de guía al profesor de ciencias para secuenciar su enseñanza, la intervención del estudiante, los tiempos para propiciar en el estudiante dudas y discusiones en clase.

A continuación se desglosa cada aspecto de la secuencia del aprendizaje:

7.3.1.1 Proceso de reestructuración. El material didáctico está organizado desde la perspectiva del modelo Lakatosiano, en un dominio del conocimiento científico:

La investigación científica sobre la desaparición de los dinosaurios por el choque de un asteroide. Esta organización pretende ser una alternativa a los modelos implícitos de los estudiantes. Así mismo, contribuya a crear un modelo explicativo en los estudiantes desde la filosofía de Lakatos para la interpretación y análisis de otros fenómenos naturales.

“La reestructuración deberá traducirse y concretarse en un cambio de las estructuras conceptuales utilizadas en un dominio de conocimiento dado. No basta en enseñar estructuras conceptuales como tales, sino de generar las condiciones para que, en el estudio de contenidos específicos, los estudiantes aprendan a interpretar fenómenos en términos de estructuras más complejas. Se debe promover cambios en las estructura conceptuales.” (Pozo y M.A.Cómez, 1998). Esta etapa abarca todo el proceso de construcción del conocimiento científico en el aula.

7.3.1.2 Explicitación progresiva. En el taller 1 se pretende que el estudiante explicita sus conocimientos previos o ideas acerca de problemas del caso en mención, los comunique en contextos de interacción; compare sus propias ideas con las de otros estudiantes, promoviendo la discusión entre acuerdos y desacuerdos.

En el taller No. 2 se otorga al estudiante los elementos conceptuales de la filosofía de Imre Lakatos, para el análisis y la comprensión del programa de investigación científica sobre la hipótesis: La desaparición de los dinosaurios por un choque meteorítico. Pretende que el estudiante compare sus modelos explicativos, con el modelo y lenguaje de la filosofía de Lakatos, modifique en lo posible sus estructuras conceptuales, por un lenguaje más cercano al modelo lakatosiano, y sea capaz de interpretar el caso en mención, a partir de estructuras conceptuales más complejas

Esta explicitación progresiva tiene un segundo elemento: propiciar la formalización de las representaciones en códigos cada vez más explícitos; el conocimiento científico implica un cambio en los lenguajes mediante los que se codifica y comunica el conocimiento en los lenguajes de la ciencia en comparación con los lenguajes cotidianos del estudiante (Lemke, 1993) Esta explicitación implicará un uso cada vez mayor, de códigos formalizados por parte del estudiante. (Ogborn y colls., 1996)

7.3.1.3 Proceso de integración jerárquica. En el taller No. 3, trabaja los aspectos más importantes del proceso de integración jerárquica junto con las otras etapas, trata de promover cambios en las representaciones de los estudiantes por otras de mayor capacidad explicativa de las ciencias en un dominio específico.-el nacimiento de una teoría científica.-

La importancia de un modelo científico es su transferencia con mayor facilidad y mayor capacidad de generalización a situaciones nuevas; predice nuevos hechos que dan mayor poder de explicación a la hipótesis central. El estudiante debe establecer las diferencias entre un modelo intuitivo y un modelo de la ciencia, y su capacidad de aplicación en cada uno de ellos.”Mientras que en el conocimiento cotidiano pensamos con las teorías, actuar como un científico implica pensar en las teorías” (Kuhn, Amsel y O Loughlin, 1998). Sólo estudiando contextos y situaciones concretas pueden los estudiantes trascender y remover los cimientos de sus teorías. (Pozo, 1998)

7.3.2 Aspectos evaluativos. La evaluación del estudiante debe ser permanente, ha medida que se desarrolla el tema en mención, el docente debe estar presto a resolver dudas y promover inquietudes, así, como consultas de material referente a la teoría principal, como de otras teorías que la complementan y las contradicen la hipótesis central.

Se adjuntan algunos talleres suplementarios para el profesor donde se trabaja los aspectos más importantes de los objetivos propuestos para el estudiante y sirven de parámetros evaluativos, sin que el profesor pueda generar desde su perspectiva otros talleres sustitutos o complementarios.

7.4 LÍMITES DEL MATERIAL DIDÁCTICO

Es muy importante para el profesor saber los límites del material en cuanto a sus propósitos:

El modelo del filósofo Imre. Lakatos no es único, es una interpretación subjetiva del autor sobre como se desarrollada un programa de investigación científica. En el caso del la teoría sobre la desaparición de los dinosaurios, la investigación realizada por los científicos, se ha adaptado al material para ser más comprensible por los estudiantes, es una transposición o adaptación didáctica de modo que promueva dudas y preguntas como elementos epistemológicos en el proceso de construcción del conocimiento por el estudiante.

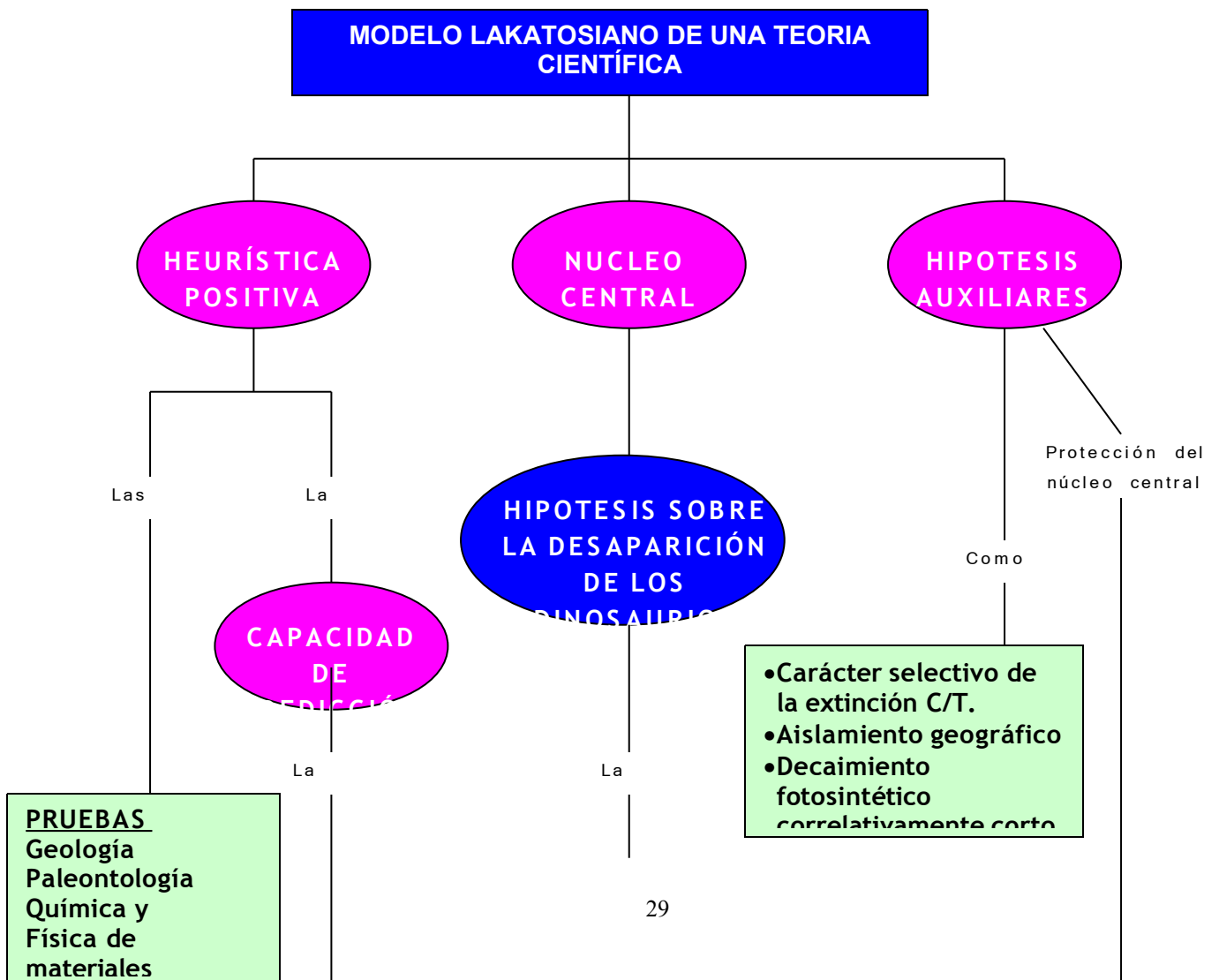
Este material siempre será limitado en cuanto a contenidos y los propósitos en la construcción de un modelo explicativo del estudiante. Debe por tanto el profesor estimular la aplicación de este modelo epistemológico con otros ejemplos o casos estudiados por la ciencia.

Nota: La Tabla 1, resume la secuencia de aprendizaje sobre la construcción del conocimiento científico en el aula. Esta organizado de manera que la primera etapa llamada proceso de reestructuración sea transversal a las otras dos etapas: explicitación progresiva e integración jerárquica.

7.5 GRÁFICO DEL MODELO DE LAKATOS APLICADO A LA PROPUESTA DIDÁCTICA

De acuerdo al apartado 6:1 sobre la teoría de Lakatos, se desglosan los principales conceptos teóricos de su modelo, y se efectúa la respectiva adecuación didáctica en la propuesta: una teoría científica sobre “el caso de la extinción de los dinosaurios”. Ver Figura 1.

Figura 1. Modelo Lakatosiano de una teoría científica



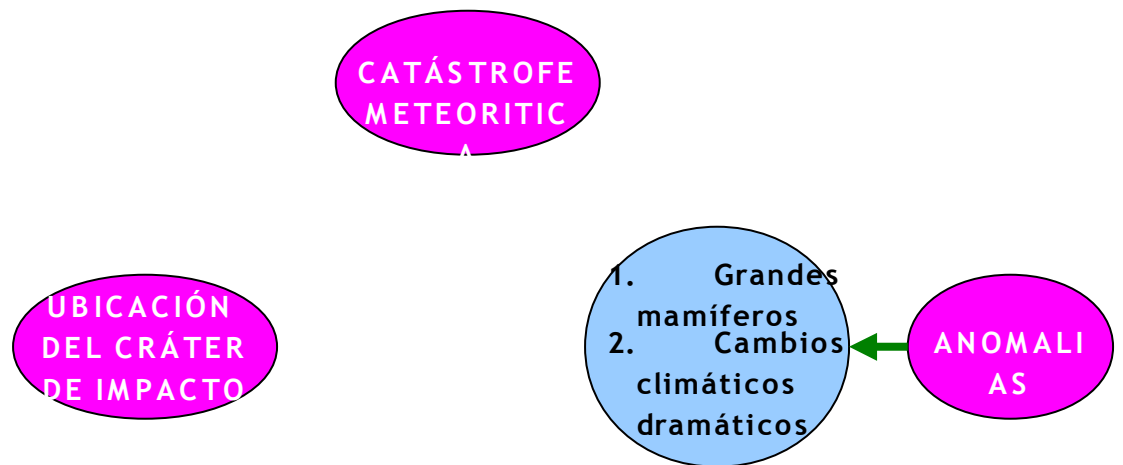
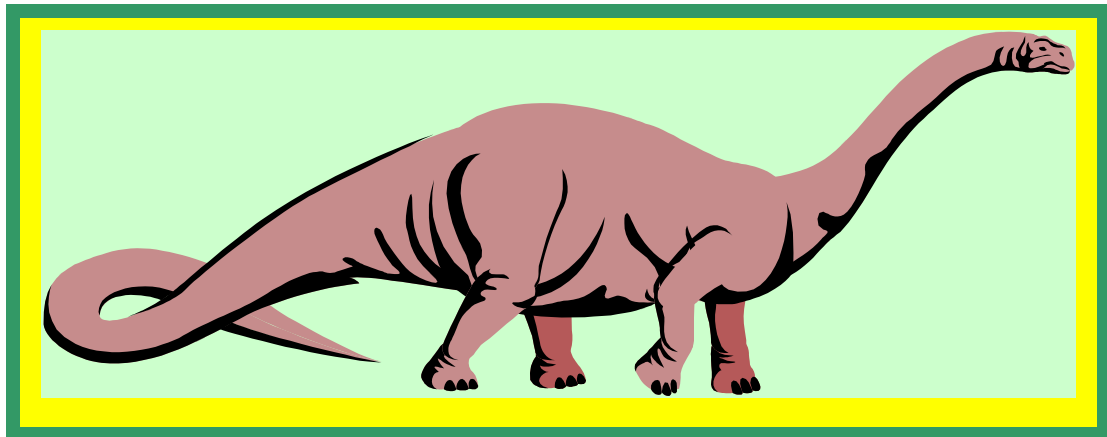


Figura 2. Imagen de dinosaurio



7.6 UNA TEORIA SOBRE LA EXTINCION DE LOS DINOSAURIOS

7.6.1 Descripción del caso en mención. Los paleontólogos³ saben desde hace mucho tiempo que al final de la era Secundaria⁴, aproximadamente 65 millones de años, desaparecieron casi la mitad de las especies marina y el 50% de los vertebrados en tierra, dentro de los cuales estaban los dinosaurios. Sin embargo, el carácter repentino y la importancia de los cambios no se hicieron evidentes hasta los años 1960. Estudiando los sedimentos depositados en los fondos de los mares, sin importar la situación geográfica del lugar estudiado, científicos, han demostrado que al menos la mitad de las especies que conforman el plancton⁵ del Cretáceo⁶ final, desaparecieron sin aviso previo. Esta fuerte disminución se traduce en la ausencia de restos fósiles en una capa de arcilla sedimentaria⁷ de esta época.- véase gráfica pag. 4.

¿Qué causo semejante catástrofe repentina, qué fenómeno pudo haber provocado tan colosal efecto sobre la vida del planeta?

Parte del trabajo de Los científicos es elaborar hipótesis a través de las cuales puedan dar explicaciones a los hechos o fenómenos por ellos estudiados. A continuación veremos cómo un grupo de ellos, elaboran una de estas hipótesis sobre la desaparición de los dinosaurios por los efectos del choque de un gran meteorito hace 65 millones de años sobre la Tierra, utilizando una serie de observaciones y pruebas que dan cuenta del gran impacto.

En los años 70, estos hechos descritos anteriormente intrigaban a un grupo de científicos Luis Álvarez (premio Nóbel de física 1.968) y su hijo Walter, a principios del año 1.970, investigaron sobre el iridio⁸ presente en el depósito de arcilla que marca el cambio del Cretácico a la era Terciaria. El iridio es un elemento muy raro en la composición de la corteza terrestre, se utiliza como un marcador de la materia de un meteorito cuando choca contra la Tierra y la “baña” de este elemento, acumulándose en el fondo de los océanos formando una fina capa. Los resultados arrojaron sorprendentemente una acumulación del iridio cien veces más de lo normal en la capa de arcilla mencionada.- Se considera que el iridio se deposita lentamente por los choques constantes de asteroides sobre la Tierra.

La edad registrada en la capa de arcilla y la abundancia relativa del iridio, llevó a estos científicos a establecer las conexiones e inferencias con esta anomalía del iridio y proponer como hipótesis ***una catástrofe cósmica: un gran meteorito choco contra la Tierra hace 65 millones de años. Los efectos causaron la***

³Científicos que estudian los fósiles, éstos son nuestra principal fuente de información prehistórica.

⁴ Era secundaria, era geológica.

⁵ microorganismos que viven en la superficie del mar y son la base alimenticia de otras especies.

⁶ Era geológica

⁷ Sedimentos de arcilla que se acumula por miles de años en los fondos marinos especialmente.

⁸iridio elemento de la tabla periódica, presente en la Tierra por acción volcánica y se sedimenta lentamente, presente en meteoritos que al chocar con el planeta aumenta su concentración en los sedimentos terrestres en un lugar y tiempo determinado.

desaparición de los dinosaurios y otras especies vivientes de la fauna y la flora al final del Cretácico.

A continuación se propone un modelo de investigación del filósofo Imre Lakatos para que puedas entender los principales componentes de una teoría científica; cuál es su hipótesis central, cómo los científicos encuentran las pruebas para sustentar dicha hipótesis. Qué problemas y desacuerdos presenta con otras teorías (anomalías); la defensa de los científicos de sus teorías elaborando hipótesis auxiliares para responder a esos desacuerdos. Veremos también la capacidad de predecir que poseen las teorías, al guiar la investigación (heurística positiva) hacia la búsqueda de pruebas que confirmen la hipótesis central.

De acuerdo al modelo de Lakatos se organiza el material didáctico en: 1º.-núcleo central o hipótesis central. 2º. Heurística positiva.

1.- Hipótesis central: **La desaparición de los dinosaurios por una catástrofe meteorítica.**

2.- Heurística Positiva. Todo programa de investigación posee unas reglas que guían la investigación para: seleccionar pruebas, definir problemas, predecir nuevos hechos y, proponer hipótesis auxiliares para resolver dichos problemas protegiendo así, la hipótesis central

a.- Las pruebas. Se muestra la búsqueda de pruebas por los científicos de diferentes especialidades, estas pruebas requieren de un tiempo para su búsqueda y hallazgo. Muchas disciplinas científicas se requieren para el estudio de cada prueba: la geología⁹, la paleontología, la física y la química entre otras. Cada especialidad mencionada da mayor confianza a la hipótesis central.

b.- Capacidad de predicción.- La ubicación del cráter de impacto.

c.- Las hipótesis auxiliares.- Que dan solución temporal a las diversas anomalías y protegen así, el núcleo central o hipótesis central. Las teorías logran así, el desarrollo temporal, en su sofisticación y complejidad; hasta que, otra teoría de mayor capacidad de predicción, logre dar solución a los problemas que la actual no puede resolver, y además sea aceptada por la comunidad científica.

7.7 HEURÍSTICA POSITIVA

7.7.1 Las pruebas

⁹ La ciencia que estudia las capas terrestres

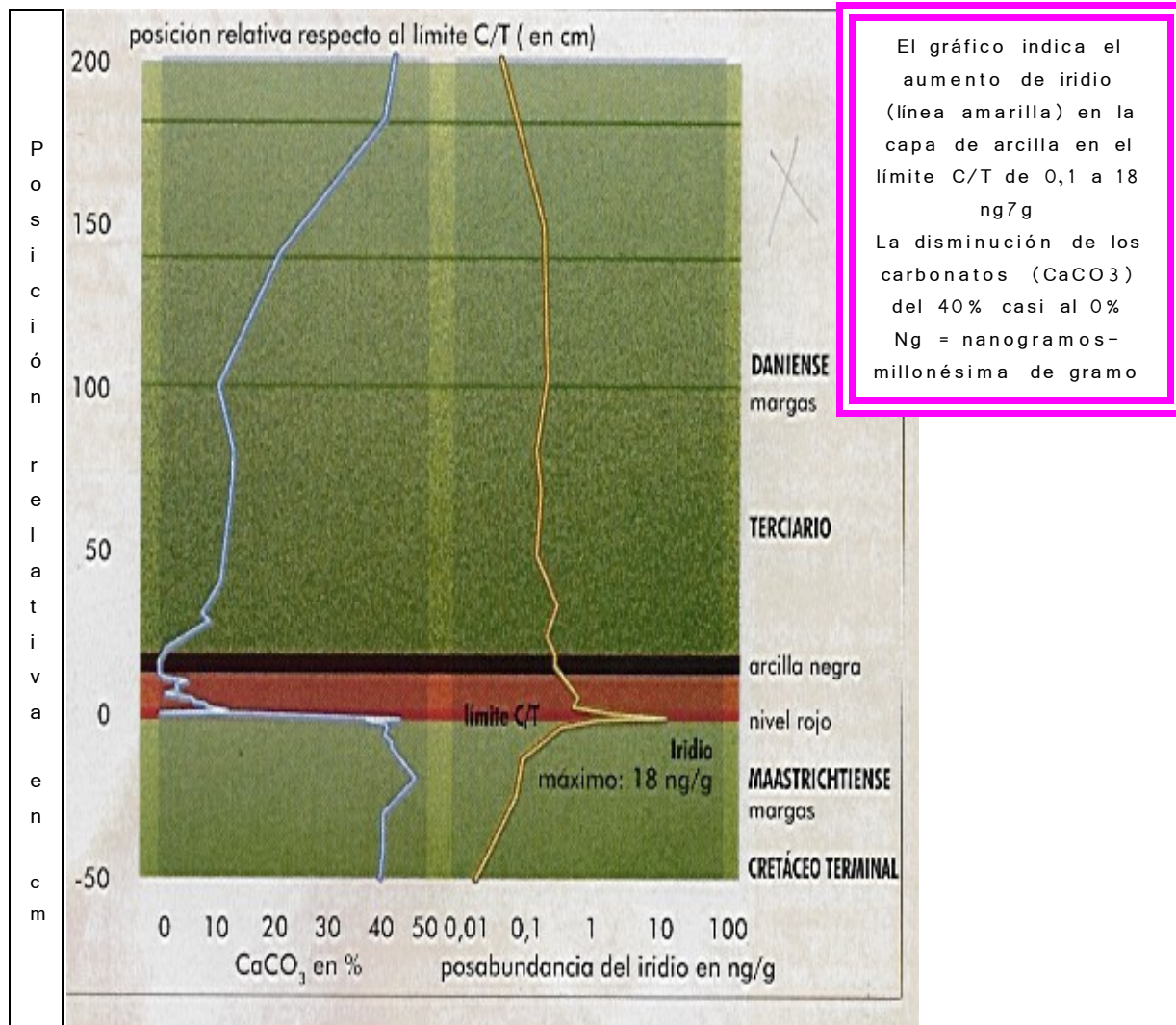
7.7.1.1 Primera prueba: la anomalía del iridio. Registro de la capa de arcilla sedimentaria del límite C/T. Donde se descubrió una alta presencia de iridio.

Figura 3. Capa de arcilla sedimentaria



El gráfico siguiente indica el aumento del iridio en la capa de arcilla en la frontera que divide al Cretácico de la era Terciaria. Así mismo, la disminución de los fósiles del plancton de esa época.- para una mejor interpretación con la ayuda de tu profesor, utiliza la información del cuadro de la derecha.-

Figura 4. Posición relativa respecto al límite C/T



Para la ciencia una sola prueba no se considera suficiente para la demostración de una hipótesis o teoría.

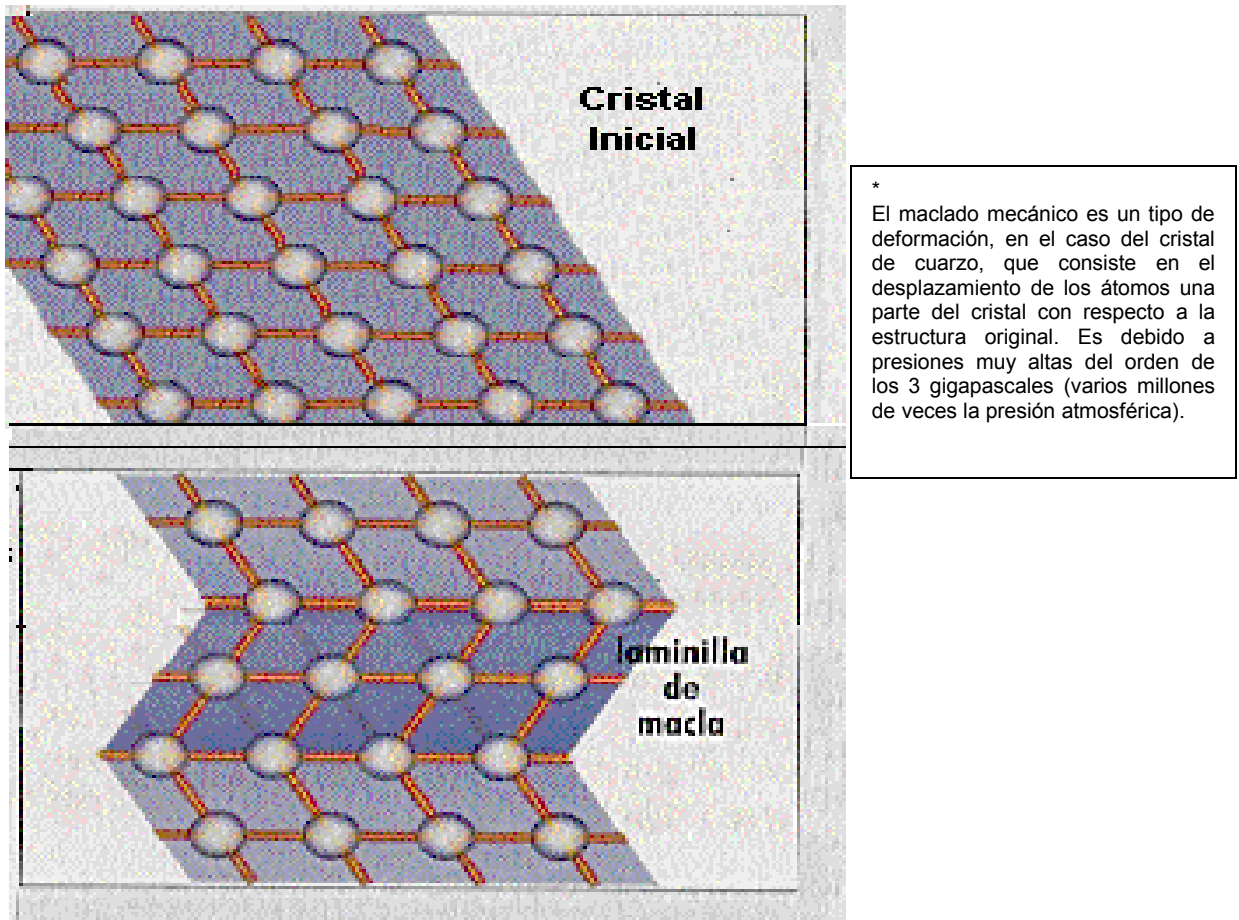
7.7.1.2 Segunda prueba: los cuarzos.-las maclas mecánicas*. ¿Se podrían buscar las huellas dejadas por el gran impacto?

El geólogo Bruce Bohor, en el año 1.984, descubrió en los sedimentos del límite Cretáceo/Terciario, una multitud de granos de cuarzo que contienen las maclas mecánicas.

El choque espectacular de un gran meteorito sobre el punto de impacto produce una presión de millones de veces la presión atmosférica (gigapascal) y grandes temperaturas, ocasionando que las rocas se transformen en polvo, otras se deforman y otras se compriman.

En el gráfico observas un cristal de cuarzo inicial (el dibujo representa una red de átomos y sus enlaces químicos), y en la parte de abajo un cristal de cuarzo deformado por un gran impacto donde los átomos toman otra posición.

Figura 5. Red de átomos y sus enlaces químicos



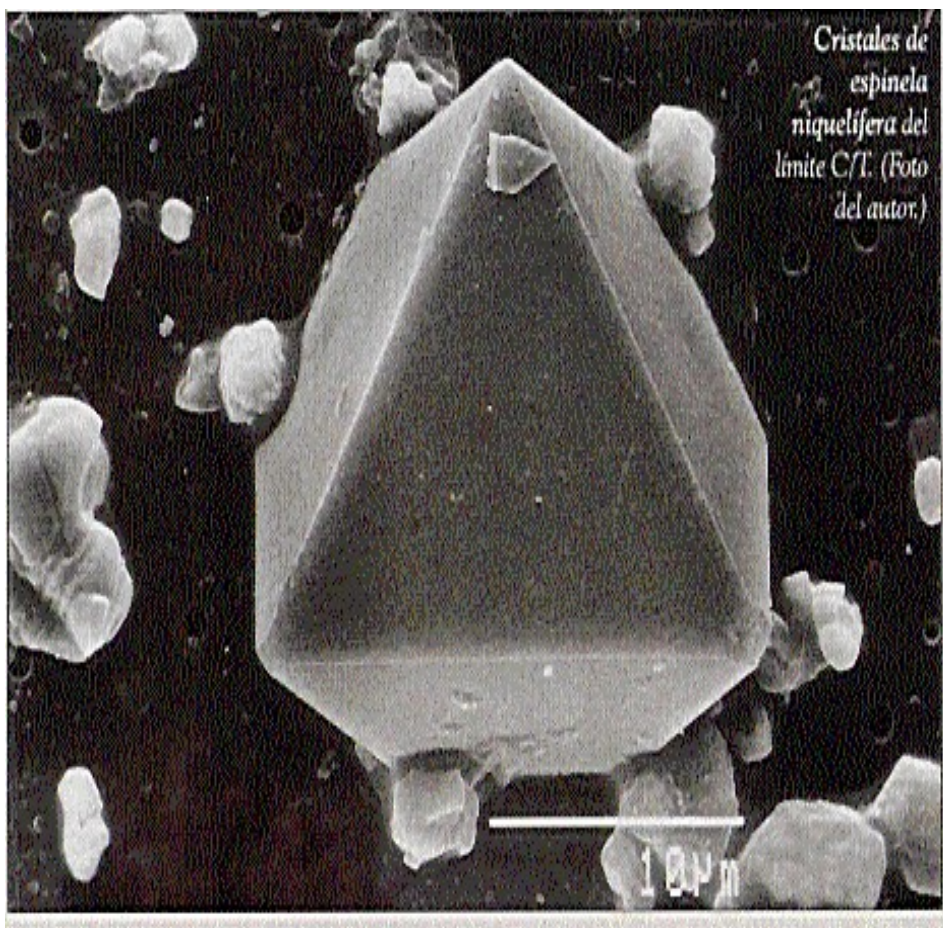
7.7.1.3 Tercera prueba: la espinela niquelífera*.- La espinela es un mineral que sólo se forma cuando un meteorito atraviesa a gran velocidad la atmósfera terrestre. La fricción con el aire hace que su superficie se caliente y se funda, formando pequeñas gotas que reaccionan con el oxígeno (oxidación)¹⁰. Luego se

¹⁰ Oxidación reacción del oxígeno del aire con otros elementos formando compuestos. Ej. El óxido de hierro de los clavos.

enfría y cae al suelo en forma de cristales. Su presencia en los sedimentos indica la caída de un meteorito.

Esta espinela fue encontrada en el año 1.983, por el geólogo italiano Alessandro Montanari, cuando analizaba los sedimentos de la capa C/T en una región de Italia. (ver Figura 6)

Figura 6. Espinela niquelífera



La espinela niquelífera, es un metal rico en hierro y níquel, resultado de la fusión y de la oxidación del meteorito cuando entró a la atmósfera. Son vestigios del meteorito mismo.

7.7.2 Capacidad de predicción. CHICXULUB. El cráter ideal.

La capacidad de predicción de la heurística positiva del programa de investigación:

Sólo faltaba identificar el cráter mismo. Actualmente se ha encontrado en el golfo de Méjico en la península de Yucatán.

A finales de los años 80 muchos científicos habían aceptado la hipótesis del gran impacto meteorítico. Sin embargo, la predicción indicaba que faltaba algo importante: el cráter del impacto que debió haber dejado en algún lugar de la Tierra.-se calculaba un cráter aproximado de 150 km a 200 km de diámetro-.

La acumulación de cuarzos chocados en la arcilla orientó la búsqueda hacia América del Norte, descartando otros cráteres por su tamaño y edad, en el año 1.991 los geofísicos ubicaron en la península de Yucatán en Méjico, un cráter con una anchura circular o diámetro que reunía las características del famoso cráter buscado.

¿Cómo se puede considerar este cráter como el de mayor opción en la hipótesis del gran choque?

Veamos a continuación los estudios hechos por geólogos y otros científicos a este cráter:

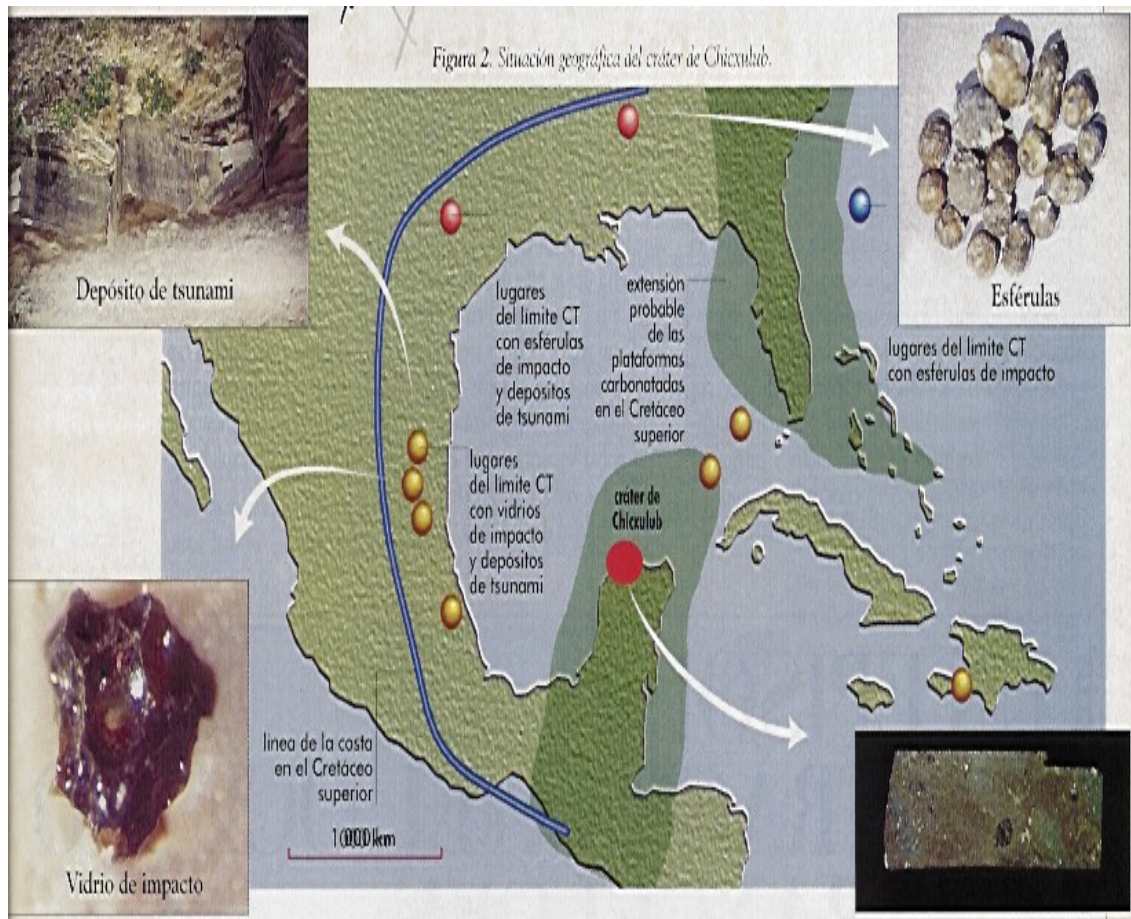
La edad. Este cráter estaba cubierto por sedimentos. La datación de la roca fundida encontrada en la base de la depresión, arrojó una edad de 64.98 \pm 0,05 millones de años. (ver gráfica. 5)

Depósitos del tsunami. En el gráfico puedes observar los depósitos de arena gruesa acopilada de 2 a 3 metros de grosor alrededor del cráter, dejadas por grandes olas.

Minerales de choque depositados en el fondo del cráter (maclas de cuarzo).

Esférulas de impacto. Son rocas fundidas en el impacto que luego se enfrían, formando esferas no perfectas, que luego caen a distancias considerables, formando depósitos simétricos al cráter de impacto.

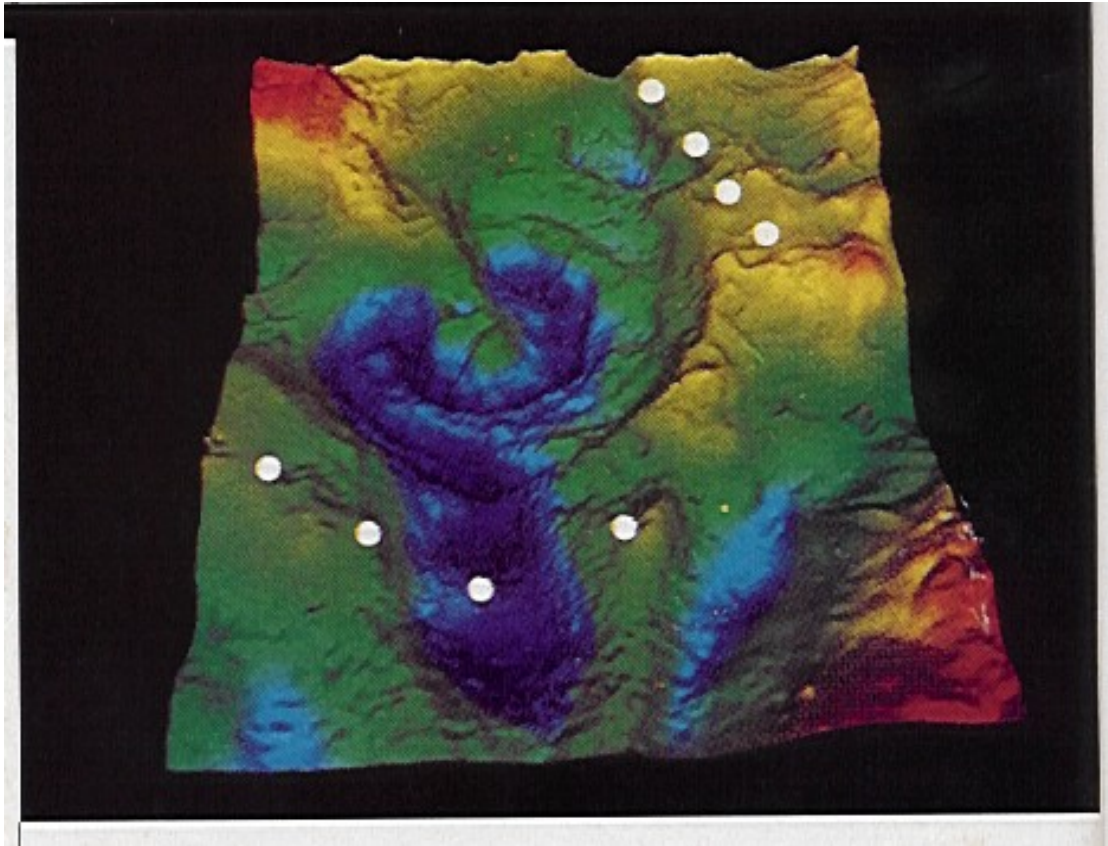
Figura 7. Ubicación del cráter de impacto



Ubicación del cráter de impacto en la península de Yucatán en Méjico. Descubierto en el año 1.991.

1 Diagrama en tres dimensiones de las anomalías del campo gravitatorio; indican la presencia en profundidad de una amplia depresión en anillos concéntricos que forman el cráter en forma visible. El diámetro está comprendido entre 180 y 310 kms. (ver Figura 8)

Figura 8. Dimensiones anomalías campo gravitatorio



Consecuencias del choque meteorítico sobre los ecosistemas terrestres

El gran impacto produjo enormes cantidades de polvo que fueron proyectadas a la atmósfera impidiendo el paso de la luz solar, la Tierra se oscureció disminuyendo dramáticamente la fotosíntesis. Este polvo al caer lentamente formó una capa enriquecida de iridio. En los océanos se produjo la desaparición de grandes poblaciones de plancton en las superficies marinas. Estos organismos están en la base de las cadenas alimenticias en los océanos, al faltar estos microorganismos los demás animales sufrieron una gran disminución. En tierra las plantas no pudieron realizar la fotosíntesis desapareciendo en cantidades enormes; los animales herbívoros como los dinosaurios sucumbieron los carnívoros también al faltar sus presas. Se originó un cataclismo ecológico; extinciones masivas¹¹ de fauna y flora se registraron hace 65 millones de años.

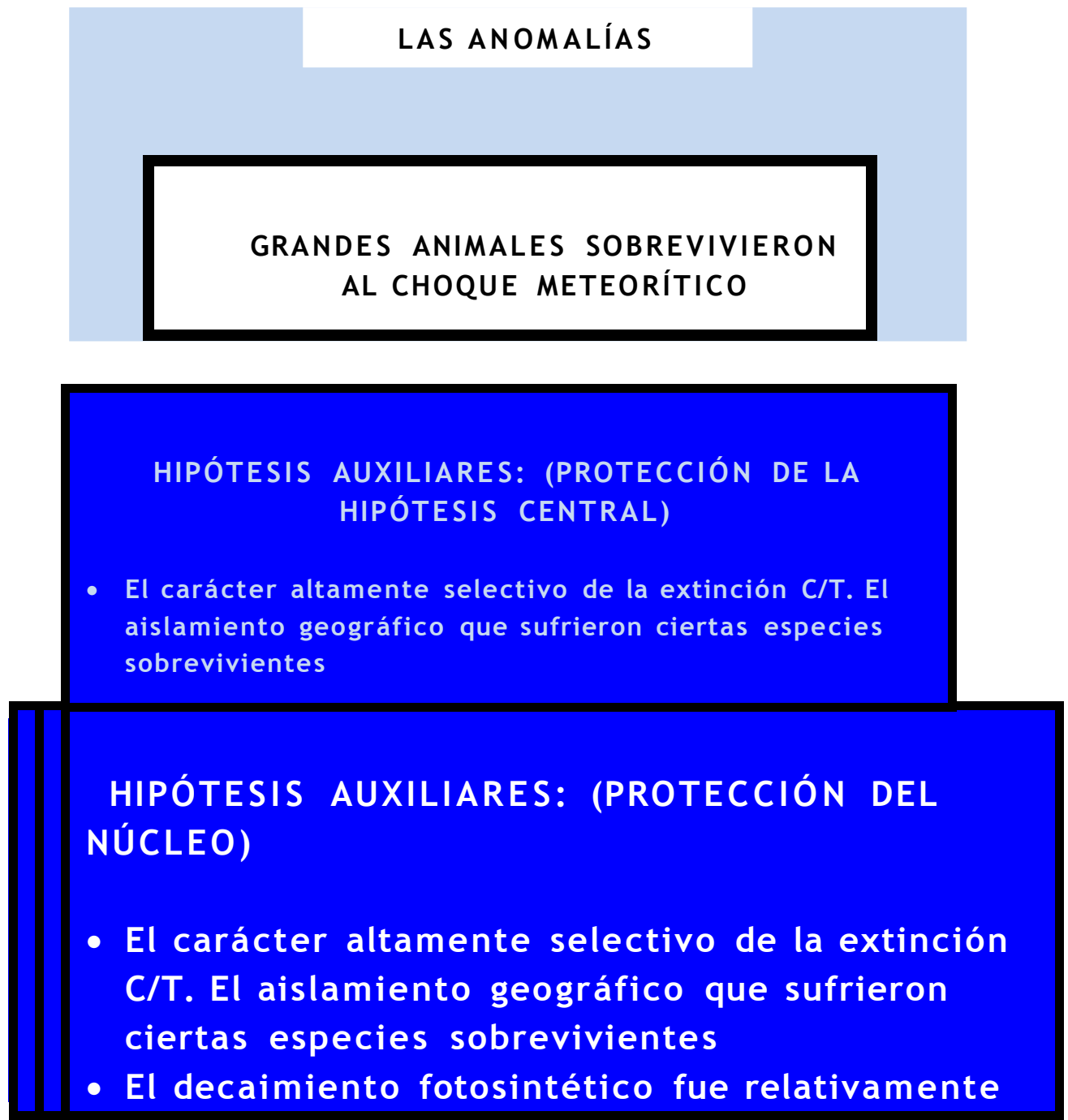
LAS ANOMALÍAS.

¹¹Desaparición de grandes poblaciones de organismos por causas repentinas: cambios climáticos, eventos sísmicos como terremotos, inundaciones et, choques de asteroides etc.

Toda teoría presenta una serie de problemas que no puede resolver temporalmente, estos dilemas se le conocen como anomalías, que pueden poner la teoría en duda. Sin embargo, los científicos defensores buscan respuestas llamadas hipótesis auxiliares para responder estas dudas y así, proteger la hipótesis central de la teoría.

A continuación veremos una serie de anomalías y otras teorías que explican la desaparición de los dinosaurios; y así mismo, las hipótesis auxiliares que responden a estas inquietudes.

Figura 9. Las anomalías



ANOMALÍAS EN EL CASO DE LA TEORÍA DE LA DESAPARICIÓN DE LOS DINOSAURIOS

Toda teoría presenta una serie de problemas que no resuelven en un momento dado. En el caso de la hipótesis de la desaparición de los dinosaurios por el choque de un meteorito, algunos científicos plantean dudas sobre esta hipótesis y proponen otras teorías, que veremos a continuación:

1.-Animales de gran tamaño sobrevivieron al choque meteorítico

De los vertebrados de cuatro patas, las principales víctimas de la crisis C/T fueron los grandes animales terrestres, marinos y voladores. Ningún animal de más de 25 Kg, parece haber sobrevivido. Sin embargo, algunos especialistas en fósiles se resisten aceptar la hipótesis del gran impacto debido a que algunos animales de gran tamaño sobrevivieron y, sus descendientes se encuentran presentes hoy en día: como las ballenas, los elefantes, cocodrilos de gran tamaño, algunas aves descendientes de ciertos dinosaurios.

2.-Cambios ecológicos dramáticos antes del impacto del meteorito

En el remoto oeste de los Estados Unidos, la formación geológica Hell Creek, los científicos están reconstruyendo los antiguos ecosistemas. La edad de los estratos más antiguos no se ha podido calcular, pero si la edad de los estratos superiores, que está calculada en 64.5 millones de años.

Los eventos que han quedado grabados en estas rocas sedimentarias sugieren que la explicación más frecuente de la extinción de los dinosaurios, que fue el impacto de un gigantesco asteroide, no es totalmente responsable de su desaparición.

En el intento de reconstruir el ecosistema, un grupo de científicos de Hell Creek ha concebido una nueva teoría sobre la extinción en masa. “Tal vez”, explica la científica Nan Cristal Arens, “es necesario que dos cosas coincidan geológicamente. La primera son cambios ecológicos que alteren significativamente el hábitat efectivamente “modificando las reglas del juego”; las características físicas y de comportamiento que antes eran adaptables para ciertos organismos, (los dinosaurios, por ejemplo, que necesitaban las plantas de flores para alimentarse) ya no funcionan igualmente bien. Si encima de esa presión se añade un trastorno ecológico instantáneo y gigantesco, la flora y la fauna que ya están teniendo dificultades para sobrevivir, probablemente mueran.

7.8 HIPÓTESIS AUXILIARES

Las hipótesis auxiliares, tratan de construir explicaciones provisionarias a las anomalías que aparecen dentro del programa de investigación y contradigan la hipótesis central.

De acuerdo a las anomalías vistas anteriormente la hipótesis central, sobre el choque meteorítico como responsable de la extinción, la heurística positiva recurre a hipótesis auxiliares y otras teorías para dar explicación a una serie de problemas, veamos:

7.8.1 Primera Hipótesis auxiliar: el carácter altamente selectivo de la extinción. Sin duda el impacto de meteorito, produjo un brutal cambio de temperatura que afecto a los animales ectodermos¹² sobre todo terrestres. Por lo que respecta a los dinosaurios, la cuestión de si eran animales de sangre fría o de sangre caliente sigue siendo objeto de controversia. Sin embargo hoy se aceptan otras teorías sobre sucesos que ocurrieron simultáneos en el transcurso del Cretácico y la edad terciaria y que contribuyeron a reducir la población de dinosaurios:

7.8.2 Segunda hipótesis auxiliar: el decaimiento fotosintético fue relativamente corto.-algunos meses. La interrupción de la fotosíntesis fue realmente corta-se considera de algunos meses-una perturbación mayor no habría dejado ningún superviviente. Las plantas con flores tuvieron también una súbita decaída durante este período. Muchas plantas resistieron: sus semillas, esporas o rizomas pudieron soportar durante un largo tiempo condiciones desfavorables y luego desarrollarse nuevamente.

Muchos organismos sobrevivieron debido a que su cadena alimenticia se basaba en materia orgánica en descomposición (humus). Lagartos pequeños y mamíferos se alimentaban de gusanos e insectos que se alimentaban del humus resistieron con gran eficacia la interrupción relativamente corta de la fotosíntesis.

¹² Organismos que no poseen una temperatura corporal idónea. Dependen de fuentes de calor externa. Los cambios bruscos de temperatura pueden producir su deceso.

8. TEORÍAS QUE EXPLICAN LA DESAPARICIÓN DE LOS DINOSAURIOS, POR OTROS FENÓMENOS OCURRIDOS EN EL CRETÁCICO Y COMPLEMENTAN LA TEORÍA DEL CHOQUE METEORÍTICO.

8.1 TEORÍA VOLCÁNICA

Enormes erupciones volcánicas a finales del cretácico, alteró la climatología y los sistemas ecológicos del planeta, produjo una densa nube de polvo y cenizas que impidió el paso de la luz solar extinguiendo los vegetales, provocó un fuerte descenso de la temperatura, llevando a la extinción de los dinosaurios.

8.2 TEORÍA DE LA REGRESIÓN MARINA

Existen registros geológicos del retroceso del mar en centenares de kilómetros en el límite del Cretáceo y Terciario, dejando al descubierto una superficie de unos 29 millones de kms. cuadrados, esta regresión de los océanos alteró gravemente los ecosistemas disponibles para los dinosaurios. Archivos fósiles muestran que en los últimos 10 millones de años en el noroeste de América del Norte, el número de especies se redujo en un 40%. -Así, una población en una situación tan crítica, no resistió el impacto de otro evento catastrófico.

8.3 EL METEORITO DE YUCATÁN NO EXTERMINÓ A LOS DINOSAURIOS

Un grupo de científicos encabezados por la micro-paleontóloga¹³ Gerta Keller, dice: ahora tenemos evidencias de que el impacto de Chicxulub ocurrió unos 300.000 años antes del fin del Cretácico, y por tanto no causó la extinción en masa. Los foraminíferos,¹⁴ los anfibios, las aves, los insectos y los dinosaurios aparentemente sobrevivieron a ese impacto. Sus hallazgos sugieren un enfriamiento de nuestro planeta que llevó a un descenso del nivel del mar de unos 30 a 80 metros, que causó gran daño a los foraminíferos. Sin embargo, agrega Seller, queda todavía por determinar qué fue, lo que realmente causó la extinción en masa a fines del Cretácico, pudo haber sido por efectos acumulados por rápidos cambios climáticos y ambientales.

¹³ Ciencia que estudia los fósiles de microorganismos.

¹⁴ Organismos unicelulares protegidos por una concha calcárea, algunos hacen parte del plancton

9. CONCLUSIONES SOBRE LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS.

Las teorías hacen parte del conocimiento científico, son ellas las que dan sentido a las observaciones e interpretaciones de los fenómenos de la naturaleza, a su vez, guían la práctica de los científicos-qué hechos o pruebas buscar, los tipos de laboratorios a realizar. etc.

Desde la filosofía de las ciencias, podemos interpretar la organización de las teorías científicas: cómo se plantea una hipótesis, que pruebas le dan validez, qué problemas o dudas presenta, las formas de resolver los problemas (hipótesis auxiliares). Con el tiempo sin embargo las teorías son superadas por otras teorías que aporten nuevos avances teóricos y pruebas empíricas que resuelvan problemas que la anterior teoría no podía resolver.

ANOMALÍAS EN EL CASO DE LA TEORÍA DE LA DESAPARICIÓN DE LOS DINOSAURIOS

Toda teoría presenta una serie de problemas que no resuelven en un momento dado. En el caso de la hipótesis de la desaparición de los dinosaurios por el choque de un meteorito, algunos científicos plantean dudas sobre esta hipótesis y proponen otras teorías, que veremos a continuación:

Animales de gran tamaño sobrevivieron al choque meteorítico.

De los vertebrados de cuatro patas, las principales víctimas de la crisis C/T fueron los grandes animales terrestres, marinos y voladores. Ningún animal de más de 25 Kg, parece haber sobrevivido. Sin embargo, algunos especialistas en fósiles se resisten aceptar la hipótesis del gran impacto debido a que algunos animales de gran tamaño sobrevivieron y, sus descendientes se encuentran presentes hoy en día: como las ballenas, los elefantes, cocodrilos de gran tamaño, algunas aves descendientes de ciertos dinosaurios.

HIPÓTESIS AUXILIARES

Las hipótesis auxiliares, tratan de construir explicaciones provisionarias a las anomalías que aparecen dentro del programa de investigación y contradigan la hipótesis central.

De acuerdo a las anomalías vistas anteriormente la hipótesis central, sobre el choque meteorítico como responsable de la extinción, la heurística positiva recurre a hipótesis auxiliares y otras teorías para dar explicación a una serie de problemas, veamos:

Primera hipótesis auxiliar: El carácter altamente selectivo de la extinción.

Sin duda el impacto de meteorito, produjo un brutal cambio de temperatura que afectó a los animales ectodermos¹⁵ sobre todo terrestres. Por lo que respecta a los dinosaurios, la cuestión de si eran animales de sangre fría o de sangre caliente sigue siendo objeto de controversia. Sin embargo hoy se aceptan otras teorías sobre sucesos que ocurrieron simultáneos en el transcurso del Cretácico y la edad terciaria y que contribuyeron a reducir la población de dinosaurios:

Segunda Hipótesis auxiliar: El decaimiento fotosintético fue relativamente corto.-algunos meses.

La interrupción de la fotosíntesis fue realmente corta-se considera de algunos meses-una perturbación mayor no habría dejado ningún superviviente. Las plantas con flores tuvieron también una súbita decaída durante este período. Muchas plantas resistieron: sus semillas, esporas o rizomas pudieron soportar durante un largo tiempo condiciones desfavorables y luego desarrollarse nuevamente.

Muchos organismos sobrevivieron debido a que su cadena alimenticia se basaba en materia orgánica en descomposición (humus). Lagartos pequeños y mamíferos se alimentaban de gusanos e insectos que se alimentaban del humus resistieron con gran eficacia la interrupción relativamente corta de la fotosíntesis.

TEORÍAS QUE EXPLICAN LA DESAPARICIÓN DE LOS DINOSAURIOS, POR OTROS FENÓMENOS OCURRIDOS EN EL CRETÁCICO Y COMPLEMENTAN LA TEORÍA DEL CHOQUE METEORÍTICO.

1.-Teoría volcánica.

Enormes erupciones volcánicas a finales del cretácico, alteró la climatología y los sistemas ecológicos del planeta, produjo una densa nube de polvo y cenizas que impidió el paso de la luz solar extinguiendo los vegetales, provocó un fuerte descenso de la temperatura, llevando a la extinción de los dinosaurios.

2.-Teoría de la regresión marina.

Existen registros geológicos del retroceso del mar en centenares de kilómetros en el límite del Cretáceo y Terciario, dejando al descubierto una superficie de unos 29 millones de kms. cuadrados, esta regresión de los océanos alteró gravemente los ecosistemas disponibles para los dinosaurios. Archivos fósiles muestran que en los últimos 10 millones de años en el noroeste de América del Norte, el número de

¹⁵ Organismos que no poseen una temperatura corporal idónea. Dependen de fuentes de calor externa. Los cambios bruscos de temperatura pueden producir su deceso.

especies se redujo en un 40%. -Así, una población en una situación tan crítica, no resistió el impacto de otro evento catastrófico.

3.-El meteorito de Yucatán no exterminó a los dinosaurios.-

Un grupo de científicos encabezados por la micro-paleontóloga¹⁶ Gerta Keller, dice: ahora tenemos evidencias de que el impacto de Chicxulub ocurrió unos 300.000 años antes del fin del Cretácico, y por tanto no causó la extinción en masa. Los foraminíferos,¹⁷ los anfibios, las aves, los insectos y los dinosaurios aparentemente sobrevivieron a ese impacto. Sus hallazgos sugieren un enfriamiento de nuestro planeta que llevó a un descenso del nivel del mar de unos 30 a 80 metros, que causó gran daño a los foraminíferos. Sin embargo, agrega Seller, queda todavía por determinar qué fue, lo que realmente causó la extinción en masa a fines del Cretácico, pudo haber sido por efectos acumulados por rápidos cambios climáticos y ambientales.



TALLER 1

¹⁶ Ciencia que estudia los fósiles de microorganismos.

¹⁷ Organismos unicelulares protegidos por una concha calcárea, algunos hacen parte del plancton

Actividades para el trabajo en grupo,

OBJETIVO: Identificación de conocimientos previos de los estudiantes sobre el tema: La desaparición de los dinosaurios”

1.-Identifica en tu grupo las diferentes ideas o argumentos que poseas y tus compañeros, sobre las posibles causas de la desaparición de los dinosaurios. (socializar cada argumento)-----

2.-De común acuerdo entre los estudiantes de tu grupo: organiza el posible argumento que hayan considerado como de mayor validez (discútelos con los argumentos de los demás grupos con orientación del profesor)-----

3.-Identifica las posibles “pruebas” que puedan dar mayor confiabilidad a cada uno de los argumentos expuestos. ¿Son estas pruebas suficientes?-----

4.-¿A qué le atribuyes la confiabilidad de un argumento en la interpretación de un fenómeno natural como el estudiado en este caso?-----

TALLER 1a

Actividad para trabajo individual.

OBJETIVO: interpretación de gráficos, y posibles inferencias de su análisis.

1.-Describa los cambios del CaCO_3 , de acuerdo al gráfico no.2 ocurridos desde el Cretáceo, hasta el límite del C/T. ¿ A qué se puede atribuir dicha variación?-----

2.-¿ Qué cantidad de Iridio en ng/g, presentaba el Cretáceo Terminal, y qué nivel logra en el límite C/T. Explica la posible causa de esta variación tan dramática.?-----

3.-¿ Se puede considerar estos cambios como un proceso gradual o son eventos de tipo catastrófico en el tiempo? (observa los períodos de tiempo en el gráfico)-----

4. CONCLUSIONES. Es importante para el estudiante hacer un análisis de datos y proponer posibles hipótesis sobre la desaparición de otros organismos.

TALLER 2

OBJETIVO: Contribuir a construir en el alumno un modelo explicativo de la utilización de las teorías científicas, en el caso de la extinción de los dinosaurios.

1.-¿Cuál consideras la hipótesis central para el caso en mención sobre la desaparición de los dinosaurios?-----

2.-¿Qué papel juega la Heurística positiva en la hipótesis central de la teoría? (explica)-----

3.- ¿Son las pruebas suficientes para darle veracidad a una teoría científica, qué desempeño ofrece la hipótesis auxiliares sobre las anomalías de la teoría?-----

4. ¿Puedes considerar la teoría estudiada como una investigación terminada?-----

5. ¿Cuál es la importancia de las hipótesis auxiliares en el modelo de Lakatos? Explica.-----

Comentario: En la actualidad se conocen más de ochenta teorías que tratan de explicar la extinción de los dinosaurios. Algunas son absurdas pero otras son verificables. Entre las de mayor importancia están: El impacto del asteroide, una actividad volcánica intensa y la regresión marina.

Investiga

Posibles programas de investigación en desarrollo en la actualidad que puedan dar una explicación de mayor sofisticación y resuelva los problemas que la presente teoría no aclare.

TALLER 3

Objetivo: Discutir sobre las diferencias y semejanzas de las teorías que explican la desaparición de los dinosaurios y las explicaciones que poseen los estudiantes

Discusión en grupo:

Se propone confrontar las diversas opiniones entre los estudiantes sobre una teoría científica al explicar un hecho o fenómeno de la naturaleza; y las teorías que los estudiantes poseen de nuestro contexto cultural.

-Opinar alrededor de la capacidad de aplicación en diferentes contextos de las teorías científicas. Su fortaleza heurística, sus anomalías, su precariedad en el tiempo. Por qué decaen, y cuándo pueden ser sustituidas por otras con mayor poder de predicción.

-Diferenciar los contextos o dominios de aplicación tanto de las teorías cotidianas como de las teorías científicas.

10. MATERIAL DIDACTICO PARA EL ESTUDIANTE

De acuerdo al modelo Lakatos se organiza el material didáctico en:

1°. Hipótesis Central: La desaparición de los dinosaurios por una catástrofe meteorítica.

2°. Heurística Positiva. Todo programa de investigación posee unas reglas que guían la investigación para: seleccionar pruebas, definir problemas, predecir nuevos hechos y, proponer hipótesis auxiliares para resolver dichos problemas protegiendo así, la hipótesis central.

a. Las pruebas. Se muestra la búsqueda de pruebas por los científicos de diferentes especialidades, estas pruebas requieren de un tiempo para su búsqueda y hallazgo. Muchas disciplinas científicas se requieren para el estudio de cada prueba: la geología¹, la paleontología, la física y la química entre otras. Cada especialidad mencionada da mayor confianza a la hipótesis central

b. Capacidad de predicción. La ubicación del cráter de impacto.

c. Las hipótesis auxiliares. Que dan solución temporal a las diversas anomalías y protegen así, el núcleo central o hipótesis central. Las teorías logran así, el desarrollo temporal, en su sofisticación y complejidad; hasta que, otra teoría de mayor capacidad de predicción, logre dar solución a los problemas que la actual no puede resolver, y además sea aceptada por la comunidad científica.

11. CONCLUSIONES

El papel de la epistemología de las ciencias de Imre Lakatos aplicada a la enseñanza de las ciencias, facilita la construcción en el estudiante de un modelo explicativo, el cual integra jerárquicamente en su estructura conceptual una serie de conceptos que le permite interpretar cómo los científicos elaboran una teoría científica para poder explicar fenómenos o hechos de la naturaleza. El educando logra comprender la estructura interna de la teoría en mención, al observar el enunciado central o hipótesis de trabajo de un grupo de científicos; las herramientas teóricas o heurística positiva que guía la búsqueda de pruebas para la contrastación de la hipótesis central; así mismo, la utilización de hipótesis auxiliares para dar explicación a las anomalías temporales y; cómo estas teorías se resisten a desaparecer al modificarse, logrando un mayor grado de sofisticación.

Por su parte, el profesor de ciencias naturales establece un encuentro con la epistemología de Imre Lakatos y los principales conceptos de un programa de investigación científica, aplicados a un caso en particular: la hipótesis sobre la desaparición de los dinosaurios por una catástrofe meteorítica.

Por último, la presentación de este material didáctico, brinda también al docente la opción de incentivar la búsqueda de otros escenarios para integrarlos con la ayuda de la epistemología de las ciencias, ya sea del filósofo Imre Lakatos u otros filósofos de las ciencias. Se logra así, que la filosofía de las ciencias abra expectativas en la enseñanza de las ciencias con elementos teóricos y conceptuales, contribuyendo a contrastar, sobre todo, una serie de prácticas memorísticas y mecánicas del modelo positivista en la enseñanza de los programas de ciencias en el nivel secundario.

BIBLIOGRAFIA

ADÚRIZ-BRAVO, A. (2001). Relaciones entre la didáctica de las ciencias experimentales y la filosofía de la ciencia, en Perales, F.J. et al. (eds.). Congreso Nacional de Didácticas Específicas. Las didácticas de las áreas curriculares en el siglo XXI (vol. I), pp. 478-491. Granada: Grupo Editorial Universitario, 2001

ALEXAINDRE Y GIÉRE, del Carmen y otros. La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria. España : Universidad de Barcelona, ICE-HCRCCRL, 1997

BENLLOCH, M. La Educación en Ciencias: Ideas para Mejorar su Práctica, : Barcelona, España : Paidós Ibérica, S.A, 2002

BURBULES, N.C. y Linn, M.C. Science education and philosophy of science: congruente or contradiction? International journal of Science Education, 1991. p. 227-241.

CHI, M.T.H. Conceptual Change within and across ontological categories : examples from learning and discovery in science". En : R. Giere (ed.), Cognitive models of science. Minnesota Studies in the Philosophy of Science. Minneapolis: University of Minnesota press, 1992

CHI, SLOTTA, From things to processes: a theory of conceptual change for learning science concepts. Learning and Instrucción, 4(1), 27-43

CORREA, N Rodrigo, M. J. y (1.999) "Teorías implícitas, modelos mentales y cambio educativo". En: J.I. Pozo y C. Monereo (eds) El aprendizaje estratégico. Madrid : Santillana, 1994

DRIVER, R. Psicología cognotivista y esquemas conceptuales de los alumnos. Enseñanza de las ciencias. 1986. p. 3-15

ESTANY, A. Introducción a la Filosofía de la Ciencia. España : Crítica, 1993

FURIÓ, C. y CARNICER, J. El desarrollo profesional del profesor de ciencias mediante tutorías de grupos cooperativos. Estudio de ocho casos. Enseñanza de las Ciencias. 2002. p. 47-73.

GARDNER, H. La Educación de la Mente y el Conocimiento de las Disciplinas, : España : Paidós Ibérica, S.A, 1999

GIORDAN, A., De Vecchi, G. Los Orígenes del Saber. Colombia : Díada: 1995

- GLYNN, S.M. y Duit, R. Learning science meaningfully : constructing conceptual models “. En: S.M. Glyn y R. Duit (eds.) Learning science in schools. Hillsdale, N.J.: Erlbaum. 1.995b
- GOLEMAN, D. La Inteligencia Emocional. Buenos Aires : Argentina : Javier Vergara Editorial, 1996
- GONZÁLEZ, M. J. Aprendizaje por Analogía. España : Trotta, 1997
- GÓMEZ, M. A., Pozo, J. I. Aprender a Enseñar Ciencia. España : Morata, 2001
- GOWIN, B., Novak, J. Aprendiendo a Aprender. España Martinez Roca, 1998
- HEWSON. P.W. A conceptual change approach to learning science, Europa journal of Science Education. 1981. p 383-396
- HEWSON. P.W. The conditions of conceptual change in the classroom, International Journal of Science Education, 1989. p. 541-553
- HODSON, D. Toward a philosophically more valid science currículo, Science Education, 72(1), 1988. p. 19-40
- HOFFMAN, D. Inteligencia Visual. España : Piados Ibérica, 2.000
- KRESS, G., Martins, I., McGillicuddy, K., Ogborn, J. Formas de Explicar. España : Santillana, 1988
- LAKATOS, I. Historia de la Ciencia. España: Tecnos, 1993
- LAKATOS, I. La metodología de los programas de investigación científica. España : Alianza, 1998
- LAWSON. Research on the acquisition of science knowledge: epistemological foundations of cognition”. En D. Gabel (ed.) Handbook of research on science teaching and learning. Nueva York : Macmillan, 1994
- LÓPEZ RUPÉREZ, F. Epistemología y didáctica de las ciencias. Un análisis de segundo orden. Enseñanza de las ciencias. 1999. p.65-72.
- MACEDO, B., Niedo, J. Un Currículo Científico para Estudiantes de 11 a 14 años. España : Biblioteca Virtual de la OEI, 1997
- MACEDO B. Niedo J. Un Currículo Científico para estudiantes Santiago : Biblioteca virtual de la OEI-Unesco, 1979

MEIRIEU, P. La Opción de Educar. España : Octaedro, 2001

MELLADO, V. y CARIACEDO, D. Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. Enseñanza de las ciencias. 1993. p. 331-339.

NUSSBAUM, J. Classroom conceptual change: philosophical perspectiva. International journal of science education, 1989. p. 530-540.

OGBORN y COLS. Explaining science in the classroom. Londres: Open University Press. (Trad. Cast. De R. Llavori: Formas de explicar. Madrid : Santillana, 1.996

OTERO J.I. La producción y comprensión de la ciencia:la elaboración en el aprendizaje de la ciencia escolar” en: Enseñanza de las ciencias. 1989. p.223-228.

PORLÁN, R. Hacia una fundamentación epistemológica de la enseñanza. Investigación e la Escuela. 1990. p. 3-32

----- . Constructivismo y Escuela. Colombia : Diada, 1993

PÉREZ, C. A. (Epistemología de la Ciencia Cali : Editorial Universidad del Valle, 1998.

POSNER, G.J. Acommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual Change, Science Education. 1982. p. 211-277.

POZO J.I. Aprender y enseñar ciencia. 3 ed. España : Morata : 1998.

PUBIANO M.C. Una propuesta para secuenciar contenidos de ciencias naturales desde una perspectiva Lakatosiana. España : OEI-Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653), 2002.

ROCCHIA Robert. El fin de los dinosaurios. La Recherche. Madrid : 1997

VOSNIADOU. S. Capturing and modelling the process of conceptual change” Learning and instruction. 1994. p. 45-69.