

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR  
INSTITUTO PEDAGÓGICO DE CARACAS



CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO DE CONTENIDO PARA LA ENSEÑANZA  
DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LA PRAXIS DOCENTE

Tesis presentada como requisito parcial para optar al Grado de Doctor en  
Educación

Autora: Marvis Martínez Bruce

Tutor: Esteban Añez Briceño

Caracas, octubre de 2019

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi carácter de Tutor de la Tesis presentada por la ciudadana: Marvis Esggleys Martínez Bruce para optar al Grado de Doctor en Educación, considero que dicha Tesis reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometida a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la Ciudad de Caracas, a los 13 días del mes de abril de 2019

Dr. Esteban Añez

CI: 2.626.652



N° 057-19

**CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO DE CONTENIDO PARA LA ENSEÑANZA DE LA  
NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LA PRAXIS DOCENTE**

**POR: MARVIS ESGGLEYS MARTINEZ BRUCE**  
C.I. N° V-14.281.782

Tesis Doctoral del Doctorado en Educación, aprobada en nombre de la *Universidad Pedagógica Experimental Libertador* por el siguiente Jurado, a los treinta (30) días del mes de octubre de dos mil diecinueve (2019).

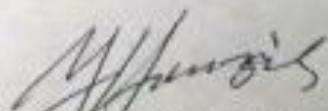
  
**Dr. Esteban Afiez (Tutor)**  
C.I. N° 2.626.652

  
**Dra. Clemen Mazzarella**  
C.I. N° 6.001.384



  
**Dra. Nita Pellegrini**  
C.I. N° 5.113.653

  
**Dr. Cristign Sánchez**  
C.I. N° 2.553.284

  
**Dr. Humberto González R.**  
C.I. N° 3.661.101

## DEDICATORIA

Dedico mi Tesis Doctoral a...

Dios, a quien le agradezco la salud y el bienestar del que he gozado durante todo este tiempo.

A mis padres, Estanislao Martínez y Eddy Bruce por la vida que me dieron y haberme dotado de un componente genético que me permite lograr las metas más insospechadas. Los amo infinitamente.

A mi esposo Ronald Rey y mis hijos, Emily y Sebastián por ser los acompañantes perennes de mi camino. Gracias por su paciencia, apoyo y comprensión durante aquellas horas que me alejé de ustedes para atender mis asuntos académicos.

A mi suegra Alicia por el apoyo que me ha brindado en el cuidado de mis hijos durante mis horas de ausencia.

Al Instituto Pedagógico de Caracas por ser mi Alma Máter y proveerme de los conocimientos para el ejercicio de mi profesión, y ser el lugar donde he anclado gran parte de mis vivencias como estudiante y docente.

A mis apreciados estudiantes, por ser los mejores maestros del camino. Aprendí mucho de ustedes y por ello, les dedico la consumación física de este producto.

## RECONOCIMIENTO

Hago un reconocimiento especial al Dr. Esteban Añez Briceño por haber aceptado ser el tutor de mi Tesis y acompañarme durante este proceso de formación como Doctora en Educación. Para mí, ha sido un gran honor aprender a investigar junto a él y transformarme como profesional de la docencia a su lado.

Al Doctorado en Educación y los profesores que contribuyeron con mi proceso de formación.

A mis colegas del Departamento de Biología y Química por haber aceptado ser parte del grupo de investigación acción.

A la profesora Egleé Ojeda por acompañarme hasta el final del ciclo de investigación acción.

A mis compañeras de Cátedra por la colaboración y el apoyo brindado durante de mis estudios de posgrado.

A las profesoras Argelis Fermín de Añez, Antonieta Ascanio y María Edith Pérez, por haberme enseñado a valorar la importancia de la Naturaleza de la Ciencia y de su enseñanza.

A la Dra Sara Lara por haber sido una de las docentes más significativas durante mi tránsito en el Doctorado en Educación.

## ÍNDICE GENERAL

pp.

LISTA DE CUADROS .....	8
LISTA DE GRÁFICOS .....	9
RESUMEN.....	10
INTRODUCCIÓN .....	11
CAPÍTULO	
I. EL CONTEXTO .....	14
Una Construcción del Objeto de Estudio .....	14
Propósito de Investigación.....	23
Justificación del Estudio .....	24
II. MARCO REFERENCIAL-TEÓRICO .....	25
Antecedentes de la Investigación .....	25
Naturaleza de la Ciencia.....	28
Conocimiento Pedagógico del Contenido.....	33
Investigación Acción y la Praxis Docente .....	35
III. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS .....	40
Fundamentación Filosófica de la Investigación .....	40
Ruta Metodológica.....	42
Criterios de credibilidad .....	48
IV. UNA NARRATIVA SOBRE MI INVESTIGACIÓN ACCIÓN.....	49
La Conformación del Grupo de Investigación Acción .....	49
Primer Ciclo de Investigación- Acción (Período Académico 2017-I).....	59
Segundo Ciclo de Investigación Acción (Período Académico 2017-II) .....	65
Tercer Ciclo de Investigación Acción (Período Académico 2018-I) .....	117
Sobre la Naturaleza del Cambio en Nuestra Praxis Docente .....	123
V. UNA TEORÍA EDUCATIVA VIVIENTE .....	146
La Metamorfosis de mi Praxis Docente .....	147
REFERENCIAS .....	162
ANEXOS.....	172
A. Fundamentación del curso Ciencias Naturales Integradas I.....	172

B.	Fundamentación del curso Ciencias Naturales Integradas II.....	173
C.	Planificación del curso Ciencias Naturales Integradas I .....	174
D.	Materiales Instruccionales para la Enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia.....	181
E.	Modelo argumentativo de Toulmin (2007) .....	218
F.	Presentación de power point empleada en taller para la elaboración de transposiciones didácticas.....	219
G.	Ejemplo de uno de los diarios reflexivos elaborados por los docentes del grupo de investigación acción.....	227
CURRICULUM VITAE .....		245

## LISTA DE CUADROS

CUADRO		pp.
1	Resultados del diálogo entre docentes y estudiantes	107
2	Interpretación del diálogo entre docente y estudiantes	111
3	Estrategias en cuanto al docente y al estudiante	112
4	Estrategias de cambio en cuanto al programa, las actividades de enseñanza y evaluación.	113
5	Interpretación y reflexión sobre el discurso de los estudiantes	114



## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO		pp.
1	Modelo del conocimiento pedagógico de contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia	32
2	Modelo de investigación acción	37
3	Modelo del Conocimiento Pedagógico de Contenido para la Enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia y el Desarrollo Profesional Docente	140
4	Modelo de una Teoría Viviente sobre la Metamorfosis de la Praxis Docente	154

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR  
INSTITUTO PEDAGÓGICO DE CARACAS  
Doctorado en Educación

CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO DE CONTENIDO PARA LA ENSEÑANZA  
DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y PRAXIS DOCENTE  
Tesis presentada como requisito parcial para optar al Grado de Doctor en  
Educación

Autora: Marvis Martínez Bruce

Tutor: Esteban Añez Briceño

Fecha: Octubre de 2019

### RESUMEN

El constructo “Naturaleza de la Ciencia” es un metaconocimiento fundamental para la alfabetización científica de la ciudadanía. En tal sentido, es considerado como un contenido primordial en la enseñanza de la ciencia. Sin embargo, su complejidad ha sido un obstáculo para propiciar un adecuado tratamiento en el aula. En procura de soluciones para superar esta problemática se decide incursionar en un proceso educativo fundamentado en el “Conocimiento Pedagógico del Contenido”. Este escenario fue utilizado para abordar aspectos de “Naturaleza de la Ciencia” en los cursos de Ciencias Naturales del Departamento de Biología y Química, del Instituto Pedagógico de Caracas, y de este modo, contribuir con la formación de un docente competente para la enseñanza de la Ciencia. El estudio se enmarcó en el paradigma interpretativo, con un diseño de Investigación-Acción siendo los participantes un grupo de docentes de la Cátedra de Ciencias Naturales y sus respectivos estudiantes. Las técnicas para la recolección de la información fueron: observación participante y protocolos escritos. El análisis narrativo de la investigación acción de primer orden, se traduce, en el manejo de visiones actualizadas sobre la naturaleza de la ciencia y su enseñanza, tanto en los docentes como en estudiantes. Los resultados permiten inferir que el desarrollo de un conocimiento pedagógico de contenido hace que el docente modifique sus creencias sobre la enseñanza y construya saber pedagógico. Los hallazgos de la investigación acción de segundo orden propiciaron la construcción de las teorías vivientes según Whitehead, en las cuales se explica que la investigación acción resultó ser un marco idóneo para auto reflexionar sobre la praxis y transformarla, generar desarrollo profesional y adquirir madurez investigativa.

**Descriptores:** Conocimiento pedagógico de contenido, naturaleza de la ciencia, praxis docente, teorías vivientes.

## INTRODUCCIÓN

Esta tesis muestra el resultado de un intento sistemático por colocar en primer plano a la “Naturaleza de las Ciencias” en el proceso de formación de docentes en las especialidades de Educación Integral y Biología de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, específicamente, en el Instituto Pedagógico de Caracas (IPC). En esta casa de estudios ejerzo labores como profesora desde el año 2012, cuando ingresé al cuerpo de docentes de la Cátedra de Ciencias Naturales adscrita al Departamento de Biología y Química.

Desde entonces, he estado haciendo un esfuerzo sostenido para mejorar mi práctica profesional como formadora de docentes. Por esta razón, en el año 2015 ingresé al Programa de Doctorado en Educación del IPC con miras a convertirme en una investigadora con alto nivel y así atender mis deseos de formación permanente y actualización. Desde un primer momento me percaté de que me había ocupado durante años a hacer investigaciones de índole evaluativa y pocas de tipo práctico. Comprendí que el producto de la mayor parte de mis indagaciones no me mostraba como participante activa en el proceso de resolución de los problemas educativos.

Recuerdo que antes de entrar al doctorado acudían a mi oficina algunos ex-alumnos para solicitarme asesorías sobre qué contenidos de ciencias naturales podían usar en sus respectivas clases y de qué manera enseñarlos. Mi ayuda se limitaba casi siempre a señalarle tal o cual artículo o libro y a sugerir algunas actividades y estrategias útiles para tal fin. No obstante, los cursos del Doctorado me hicieron entender que aun cuando, estos alumnos apreciaban lo que les había enseñado, ello no era suficiente como para considerarme una docente eficiente, y por esto, comenzó a surgir en mí un interés por preguntarme ¿Cómo enseñar para que los estudiantes alcancen las competencias y sean eficaces cuando comiencen a ejercer la

profesión? ¿Lo estaré haciendo bien? ¿Cómo puedo mejorar lo que hago en clase? ¿Cuáles serán las debilidades que tengo?

Por lo anterior, empecé a plantearme la posibilidad de poner en revisión mi práctica y del mismo modo, surgió la curiosidad por saber si esto también le ocurría a mis colegas del área puesto que, otra de las problemáticas detectadas era el hecho de recibir a estudiantes de la especialidad de Educación Integral en los cursos de Ciencias Naturales Integradas II, con visiones estereotipadas sobre la naturaleza de la ciencia (NDC).

Por esta razón, decidí comentar mi interés investigativo a un grupo de docentes que compartían trabajo conmigo en la Cátedra y presentarles información sobre un constructo que me pareció muy útil, denominado conocimiento pedagógico de contenido. En un primer momento, encontré en ellas la disposición para trabajar y pasar a conformar un grupo con la intención de superar la investigación en solitario que se ha venido haciendo en el recinto universitario. Por ello, decidí proponerles como ruta metodológica la investigación acción por ser ésta, un marco idóneo para propiciar la transformación de la praxis docente, el desarrollo profesional y la construcción de saber pedagógico.

El resultado de esta investigación es un relato narrativo que emergió de un proceso indagatorio para optimizar nuestra praxis docente a través del desarrollo de un conocimiento pedagógico de contenido para la enseñanza de la NDC. Esta intención estuvo íntimamente relacionada con la finalidad del estudio, la cual fue producir una mejora en la comprensión de contenidos científicos en los docentes en formación, ya que se supone que el manejo adecuado de visiones actualizadas sobre la NDC podría ser una vía expedita para coadyuvar la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía; lo que a su vez, pudiera favorecer una mejor enseñanza de la ciencia en los distintos niveles y modalidades educativas.

El relato está estructurado de la siguiente manera: (a) capítulo 1 en el cual se exponen aspectos relacionados con el contexto de investigación, la

construcción del objeto de estudio y las interrogantes. Aunado a ello, enuncia el propósito, la finalidad y la justificación de esta disertación, (b) capítulo 2, en el cual se exhibe la fundamentación teórica y referencial relacionada con el problema planteado, (c) capítulo 3, donde se declara la posición paradigmática y la ruta metodológica del estudio, exponiéndose los argumentos que sustentaron el accionar investigativo de los miembros del grupo de IA, (d) capítulo 4, que articula una narrativa basada en mis confesiones sobre ocurrido antes, durante y después de concluida esta IA, (e) finalmente, el capítulo 5, en el cual se revelan las teorías vivientes emanadas de este trabajo de IA.

## **CAPÍTULO I**

### **I. EL CONTEXTO**

*George Bernard Shaw escribió “El que puede lo hace, el que no puede lo enseña”. Esto se debe cambiar a: “El que puede lo hace y los que entienden, enseñan”.  
Lee Shulman*

*Yo quise hacer ese cambio*

El apartado que se presenta a continuación expone aspectos relacionados con el contexto de investigación cuya problematización condujo a la construcción del objeto de estudio y las interrogantes en cuanto al propósito del mismo; finaliza este capítulo con la justificación.

#### **Una Construcción del Objeto de Estudio**

Los cambios vertiginosos de las sociedades humanas han traído consigo gran cantidad de avances científicos y tecnológicos que tocan prácticamente todos los aspectos de la vida cotidiana del ciudadano. Éstos, afectan de forma positiva o negativa el quehacer diario y, en consecuencia, el usuario reacciona y va generando nuevas demandas que deben ser atendidas por la ciencia y la tecnología.

Actualmente, la razón fundamental de la enseñanza de la ciencia es propiciar la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía por ser parte esencial de la educación básica y aparecer reflejada en numerosos informes de política educativa de organismos internacionales, tales como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).

Con respecto a este cometido, se considera oportuna la definición de Furió, Vilches, Guisasola y Romo (2001) quienes refieren que una persona está alfabetizada cuando dispone de conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para la vida diaria que le ayudan a resolver problemas básicos de salud y supervivencia, siendo consciente de las complejas interrelaciones que se suscitan entre Ciencia, Tecnología y Sociedad.

Esta es una tarea que corresponde fundamentalmente a los escenarios educativos. Sin embargo, se observa con preocupación que la enseñanza de las ciencias sigue siendo afectada por una diversidad de factores que dificultan el desarrollo de una educación científica de calidad. Esta multiplicidad de problemas puede agruparse en tres (3) componentes: Estudiantes, Docentes y Currículo, los cuales se describen brevemente a continuación.

De acuerdo con las investigaciones de Acevedo (2004) y Martín-Díaz, Gutiérrez y Gómez (2013) los estudiantes de Educación Secundaria no consideran que la ciencia mostrada en aula sea útil en la vida cotidiana o para la participación en asuntos de interés social y personal. Aun cuando en este nivel educativo, los ciudadanos deben ser formados para resolver problemas comunes, tomar decisiones o participar en temas controversiales; se observa que la mayor parte de la población no ha sido educada para tal fin, tal como lo refieren (Hanuscin y Jane, 2009; Martín-Díaz, 2005).

Al someter a revisión al componente curricular se reconoce que este proceso todavía sigue siendo dominado por la metáfora de la enseñanza

como conducto en el cual el docente se ve a sí mismo como un diseminador didáctico de contenido que cosifica al conocimiento como un objeto que puede ser transferido de una persona a otra (Reddy, 1979). La consecuencia de esta realidad se traduce en una educación científica pasiva y memorística que genera el distanciamiento y la aversión de los estudiantes hacia la ciencia, al considerarla poco útil, rígida y de difícil comprensión.

Un problema adicional se presenta cuando la administración del currículo se suscita bajo una creencia que genera cierta predisposición en el docente para aproximarse al material curricular de una forma reverencial, al considerarlo como un recurso didáctico inmutable. Encontrar a docentes que utilicen los materiales curriculares de forma acrítica es uno de los principales impedimentos para la generación de una reforma de calidad en la educación científica.

Se sabe que el docente sobre la base de este acercamiento estructura sus planes didácticos; lo cual resulta preocupante en medio de un escenario en el cual los libros de Ciencias Naturales, por una parte, parecen ignorar la importancia de la NDC como un constructo fundamental y por otra, presentan errores conceptuales al no estar actualizados sobre el tratamiento de estos aspectos.

Al respecto, encontramos apoyo en diversas investigaciones que han sido reseñadas por Solaz-Portolés (2010) en las cuales se revela que en los libros de texto pre-universitarios y universitarios persiste una visión positivista sobre la NDC que se traduce en: (a) una visión empírico-inductivista de la ciencia, (b) un enfoque ahistórico y aproblemático del conocimiento científico, (c) un bajo índice de explicaciones indagativas donde se describan las dificultades conceptuales y experimentales que acompañaron al desarrollo de los conceptos científicos, (d) un alto índice de explicaciones científicas no justificadas epistemológicamente (e) el énfasis en el contenido científico y escaso manejo de aspectos relacionados con la investigación. (f) presentación de un cuerpo de conocimientos libre de errores o bajo la visión



acumulativa de la ciencia, (g) un carácter algorítmico de los con sobrevaloración de la resolución de problemas, (h) la ausencia de aspectos epistemológicos que dieron lugar a la creación de modelos científicos y explicaciones que justifiquen la derogación de un modelo y las razones de su sustitución, (i) el escaso abordaje de relaciones ciencia, tecnología y sociedad, (j) una perspectiva lineal y estereotipada del método científico, (k) una exigua presencia de mujeres científicas en los libros de texto, (l) visión individualista y elitista del científico. (j) la omisión de la sociología de la ciencia.

Cualquier intento para cambiar esta problemática se ha encontrado con fuerte oposición en el mundo de la academia debido a que este tipo de formación sustentada en el Paradigma Positivista se encuentra arraigada en el sistema educativo a nivel mundial; por lo que es habitual encontrarse con docentes que le dan mayor preponderancia al contenido declarativo de la asignatura y a las pruebas que demuestren las nociones adquiridas sobre los contenidos científicos, tal como refiere (Acevedo, 2004). Lo anterior, ha contribuido históricamente con la formación de seres mecanizados que consideran de mayor importancia en su labor el manejo de los conocimientos prácticos y saberes instrumentales que se presentan sin considerar los intereses, motivaciones y factores exógenos que mueven a los estudiantes.

El docente por su parte supone que enseñar ciencias consiste en presentar la mayor cantidad de contenido posible ante la audiencia bajo la premisa de que esto es lo contemplado en los programas o estipulado en los libros de texto. El interés es alcanzar la mayor cantidad de objetivos y contenidos dados bajo la falta creencia de que el diseminar el saber es garantía de aprendizajes significativos.

Ante esta realidad es reconocido que en cualquier cambio educativo el docente es un agente muy importante, ya que es él quien puede hacer las debidas conexiones entre lo deseado por la investigación, la teleología del currículo, el saber pedagógico y los intereses de los estudiantes (Martín-

Díaz, 2005). Para Prieto (2004) resulta pertinente detenerse a revisar nuestra praxis docente para analizarla, conocerla a profundidad y propender a mejorarla.

Para ello, un aspecto de primer orden relacionado con la cultura científica es lo que se conoce como Naturaleza de la Ciencia (NDC). Bajo esta denominación Manassero y Vásquez (2000) engloban todos aquellos aspectos que configuran a la ciencia como una manera especial de llegar al conocimiento, es decir, los valores y suposiciones propias del desarrollo del conocimiento científico. Estos investigadores se han dedicado a estudiar las creencias del profesorado, develando que las mismas son eclécticas, pero por lo general, se muestran inclinadas hacia posiciones positivistas, lo cual evidencia la necesidad de incluir la NDC en la formación del profesorado como un instrumento para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia en los distintos niveles educativos.

Para Hanuscín, Lee y Akerson (2010) y McComas y Olson (1998) una comprensión adecuada de la NDC ayuda a las personas a convertirse en usuarios conscientes de la información científica, a valorar el sentido socio-científico de los contenidos y participar en la toma de decisiones, considerando a la ciencia como parte de la historia, filosofía y cultura contemporánea de la ciudadanía.

La desestimación del valor que tiene aprender sobre NDC para mejorar la enseñanza de la misma ha conducido a su infravaloración bien sea por desconocimiento o por ideas inadecuadas por parte de los docentes (Guisasola y Morentin, 2007; Lederman, 1992; McDonald, 2008; Mellado, 1998). Cabe destacar el trabajo investigativo de Castro y Velásquez (2013) en el cual se indagó sobre las concepciones sobre la NDC de un grupo de docentes en formación en el área de Ciencias Naturales de la Universidad del Tolima. En este estudio se constató que los docentes poseen concepciones sobre la NDC construidas desde el sentido común, que se tornan eclécticas y con tendencia hacia el positivismo.

En consecuencia, se observa que en la actualidad existen pocos ejemplos de docentes que enseñen NDC de forma eficaz, aun cuando se reconoce como una de las vías para alcanzar la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía. Este problema ha sido detectado en un trabajo realizado por Martínez, Pérez, Ojeda y Ascanio (2016) con estudiantes del Programa de Maestría en Enseñanza de la Biología y la Química del Instituto Pedagógico de Caracas (IPC). En este estudio se constató que las ideas que los docentes en servicio poseen sobre la NDC son congruentes con perspectivas positivistas de la misma, las cuales resultaron ser determinantes en su praxis pedagógica observándose el uso excesivo de clase magistral, el discurso monológico del docente, la memorización de contenidos y la poca participación estudiantil.

Ante este panorama es necesario reconocer, que tal como lo corroboraron Bennássar, Vásquez, Manassero y García Carmona (2010), Lederman (2002), McDonald (2008), Mellado, Bermejo, Blanco y Ruiz (2007) a nivel mundial, nacional y regional, la NDC no logrado incorporarse de manera efectiva en los procesos de enseñanza y aprendizaje y, aunque ello ha sido un objetivo de la educación desde principios del siglo XX, la realidad es que su presencia ha sido escasa en los currículos escolares y en los programas de formación inicial y permanente del profesorado (Manassero y Vásquez, 2000).

Para Martín-Díaz, Gutiérrez y Gómez (2013) y Porlán y Martín (1996) todos tendemos a reproducir el modelo de profesor que hemos observado durante nuestra larga trayectoria como estudiantes, lo cual, con las excepciones del caso, dista mucho del patrón del docente innovador e investigador. Por ello, encontramos a un gran número de profesionales de la docencia que se dedican a enseñar de manera similar a como fueron educados, basándose fundamentalmente en la transmisión de un sólo modelo explicativo que pide al estudiante repetir y memorizar contenidos disciplinares para la aprobación de una asignatura o curso.

Esta idea profundamente arraigada en el pensamiento del docente hace que se implemente un modelo de comunicación interactivo-autoritario, tal como lo refieren Nystrand, Gamoran, Kachur y Prendegarst (1997) quienes corroboraron que la ciencia es presentada como un cuerpo de conocimientos válidos y acabados sobre los cuales existe poca o ninguna controversia; generando así una visión de ciencia monolítica y transcendental que no se debate ni se cuestiona. En este tipo de accionar se prescinde de la NDC y, en consecuencia, el estudiante no tiene oportunidad para familiarizarse con el origen, producción y provisionalidad del conocimiento científico que se le presenta.

Por lo anterior, surge una propuesta que le ofrece al docente un escenario para ampliar sus conocimientos sobre NDC y mejorar su enseñanza. En la literatura se le conoce como el Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) o Pedagogical Content Knowledge (PCK). El término fue acuñado por Shulman (1986) para hacer referencia al pensamiento del profesor y a la integración que debe existir entre el conocimiento que un docente tiene sobre la materia y la pedagogía necesaria para hacer la transposición didáctica del contenido. Más adelante, Schwartz y Lederman (2002) proponen un modelo partiendo de la idea original de Shulman, al que denominaron Conocimiento Pedagógico del Contenido para enseñar Naturaleza de Ciencia (CPC-NDC).

El CPC intenta mejorar las formas en las que el docente maneja las ideas sobre la materia que enseña, los modos de presentar la información científica escolar y la interacción con los estudiantes para gestar un clima de clase adecuado. Lo anterior implica el desarrollo de un conocimiento base para la enseñanza considerado por Shulman (2005) como el conjunto de conocimientos, destrezas, comprensión, tecnología, ética y disposición para mantener la díada educativa con responsabilidad social y poder representar así mejores escenarios de aprendizaje. En síntesis, se trata de una amalgama que se construye a través de un manejo equilibrado y apropiado

de la materia y la pedagogía necesaria para enseñar desde cualquier área del saber, pero para el caso que nos ocupa, se sabe muy poco acerca de su utilidad para la enseñanza de la NDC de forma explícita y contextualizada a nivel internacional, nacional y regional.

En esta Tesis Doctoral, un grupo de docentes hemos decidido utilizar este patrón ya que pensamos que la integración entre los conocimientos del docente sobre la NDC, el contenido de la materia y la pedagogía necesaria para enseñar de manera eficaz, podría llegar a facilitar el entendimiento sobre los contenidos científicos en nuestros estudiantes. Frente a esto, acudimos a la literatura especializada y hemos corroborado el reporte de pocos estudios que hayan analizado la comprensión de aspectos de NDC al desarrollar un CPC en la praxis pedagógica (Acevedo, 2009a; 2009b; Faikhamta, 2013; Hanuscin, Lee y Akerson, 2010; Lederman, 2002; McDonald, 2008).

Para las docentes del grupo de investigación asumir el reto y llevar a nuestras aulas de clase los planteamientos del CPC para enseñar NDC requiere del desarrollo de competencias específicas y de la puesta en práctica de espacios educativos que permitan mejorar los métodos de enseñanza y aprendizaje de la ciencia. Por ello, decidimos crear un grupo de investigación acción (IA) que estuvo conformado por cuatro docentes de Ciencias Naturales del IPC, encargadas de la formación de docentes de las especialidades de Biología y Educación Integral en esta institución. Por tanto, considero pertinente aclarar que, por esta razón, hago uso de la primera persona en plural en este proyecto, ya que esto nos identifica como investigadoras del grupo de IA y en singular, para dar cuenta de mi testimonio como autora y co-investigadora del estudio.

Para mí la IA representa un marco idóneo para optimizar la praxis docente y en paralelo, favorece la comprensión sobre ésta y los contextos donde se realiza tal como lo refieren Elliott (2000) y Romera (2014); por esta razón elevé la propuesta ante el grupo por creerla de utilidad. Igualmente,

nos identificamos con los argumentos de Suárez (2002) quien considera que la IA funge como un puente de interconexión entre teoría y práctica, acción y reflexión para la resolución de problemas educativos prácticos; con la ayuda de investigadores dispuestos a asumir el papel de agentes de cambio en colaboración directa con personas implicadas en las propuestas de intervención.

A nuestro juicio la IA reivindica la docencia al favorecer el desarrollo profesional docente a través de un proceso deliberativo que supere la investigación académica dominante fundamentada en el conocimiento de la realidad educativa sin procurar mejoras operativas para las situaciones problemáticas detectadas. Lo anterior encuentra sustento en Martínez (2000) quien afirma que, la gran mayoría de los profesores universitarios prefieren hacer investigación en solitario acerca de problemas que describen la realidad educativa, preocupándose más por el producto que por el proceso necesario para procurar acciones pertinentes que generen cambios resolutivos.

En este orden de ideas, reconocemos que las integrantes del grupo de IA hemos actuado como la mayoría de los profesores universitarios al hacer investigaciones individuales o grupales ocupándonos en atender al producto más que al proceso. En este sentido, consideramos pertinente recordar una experiencia de trabajo grupal realizada por Martínez, Pérez, Ojeda y Ascanio (2016) en la cual no contemplamos las características de la IA y su utilidad. Una vez concluido el estudio nos percatamos de que nuestros resultados nos dejaron insatisfechas al no intervenir para coadyuvar con la resolución de esa situación problemática. Una explicación a la luz de la IA, es que habíamos venido actuando como dadoras de conocimiento y jueces de profesores en formación y servicio sin preocuparnos por intervenir como grupo de IA consolidado a fin de investigar esa realidad.

Por consiguiente, nos pareció pertinente ser congruentes con los planteamientos de Elliott (1991) quien explica que el objetivo principal de la

IA no es la producción del conocimiento tal como ocurre en la investigación tradicional; sino mejorar la práctica para hacerla más educativa haciendo énfasis tanto en los procesos como en los productos para generar conocimientos pertinentes. En consecuencia, creemos que la práctica educativa mejora si los docentes implicados en una IA lo hacen, lo cual puede observarse en los cambios que hubo en las acciones, ideas, contextos y personas involucradas.

### **Propósito de Investigación**

Optimizar nuestra praxis docente a través del desarrollo de un conocimiento pedagógico de contenido para la enseñanza de la NDC. Esta intención estuvo íntimamente relacionada con la finalidad del estudio que fue producir una mejora en la comprensión de contenidos científicos en los docentes en formación, ya que creemos que el manejo adecuado de visiones actualizadas sobre la NDC podría ser una vía expedita para coadyuvar la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía; y esto a su vez, pudiera favorecer una mejor enseñanza de la ciencia en los distintos niveles y modalidades educativas.

En este sentido, la IA tal como la entendemos, fue un proceso que incluyó investigación, acción y reflexión crítica en y sobre la acción durante la praxis docente. Frente a esto nos preguntamos:

¿Cuáles fueron los indicios de un manejo de visiones actualizadas sobre la NDC en los estudiantes, al emplear un CPC para su enseñanza?

¿Cómo se evidenció el progreso del Conocimiento Pedagógico de Contenido en las docentes del grupo?

¿Cuáles fueron los indicadores de desarrollo profesional docente en las participantes del grupo de IA?

¿Cómo fue la naturaleza del cambio en nuestra praxis docente?

### **Justificación del Estudio**

El trabajo de investigación pretendió enriquecer nuestra comprensión acerca de la NDC y su enseñanza. Creemos que esto puede llegar a representar una contribución en el ámbito de la enseñanza de las ciencias para docentes en formación y servicio.

El estudio aportó conocimientos sobre nuestra práctica educativa al implementar un CPC para la enseñanza de la NDC; y permitió construir una aproximación teórica viviente acerca de la influencia de este modelo en el quehacer educativo de la institución e incrementar de este modo, el acervo de conocimientos en proceso de construcción.

Por otra parte, los intereses personales que impulsaron el desarrollo de esta Tesis Doctoral se resumen en un deseo intrínseco por mejorar la praxis docente e impactar en las generaciones que se están formando como docentes en la institución para favorecer en ellos la comprensión de la NDC. El fin último fue, procurar la consecución de la alfabetización científica y tecnológica de las generaciones futuras al propiciar un espacio convencional de clase en los cuales nuestros estudiantes puedan apropiarse de forma consciente de la información científica, tener sentido socio-científico de los contenidos y participar en la toma de decisiones de la vida cotidiana para que puedan apreciar a la ciencia como formación integral del ser humano en la cultura contemporánea.



## CAPÍTULO II

### II. MARCO REFERENCIAL-TEÓRICO

*Podemos saber mucho de ciencia, pero eso no significa que sepamos enseñarla. Es necesario tener un conocimiento pedagógico de contenido.*  
*Esteban Áñez (2017)*

Esta sección presenta la fundamentación teórico referencial relacionada con el problema en estudio; la cual emergió de la construcción que se ha hecho desde el ámbito intelectual de la investigación educativa. Comienza presentando algunas investigaciones importantes sobre la problemática sobre la cual se generó mi punto de vista. Le siguen apartados vinculados con la naturaleza de la ciencia, el conocimiento pedagógico de contenido y la investigación acción.

#### **Antecedentes de la Investigación**

La investigación en el área de la didáctica de las ciencias naturales a nivel nacional e internacional, reporta la existencia de numerosos estudios que han determinado que el CPC es considerado hoy día como un sello de calidad de la enseñanza y que su apropiación cognitiva es condición

necesaria para garantizar la eficiencia durante la enseñanza de las disciplinas científicas en los diferentes niveles educativos, tal como lo expresan Acevedo (2009b), Betkas (2015), Borowski, Carlson, Fisher, Gess-Newsone, Kirschner, y Driel (2012), Faikhamta (2013), Flórez, Velásquez y Tamayo (2011), Hanuscin, Lee y Akerson (2010), McDonald, 2008; Nilsson y Loughran (2012) y Schwartz y Lederman (2002).

Sin embargo, los estudiosos en esta materia han reconocido que este constructo no es fácil de adquirir y asimilar. Por ello, se han hecho varios intentos para probar su eficacia, identificar sus limitaciones y mejorar la propuesta original hecha por Shulman, tal como se demuestra en la compilación hecha por Berry, Friedrichsen y Loughran (2015) en la cual se exponen los resultados de una cumbre sobre el CPC que reunió a investigadores de esta área de siete países. Los insumos teóricos y referenciales que extraje de estas lecturas me sirvieron para conocer las limitaciones originales que tuvo el constructo CPC en sus orígenes y generó en mí el interés por atender esos aspectos que no habían sido considerados.

Lo anterior, me permitió valorar la utilidad del CPC para cualquier profesional de la docencia que desee enseñar mejor a sus estudiantes. Por ello, elegimos construirlo, probarlo y aprehenderlo. La implementación del CPC en nuestras aulas se debió a nuestro interés por mejorar la enseñanza de la ciencia, puesto que algunos estudios han detectado en la práctica que, los docentes de ciencias pueden tener ideas actuales sobre la NDC, pero no enseñarla explícitamente en aula o presentar una disociación entre teoría y práctica durante su praxis pedagógica (Hanuscin y Jane, 2009; Hanuscin, Lee y Akerson, 2010; Lederman, 1992; Mannasero y Vásquez, 2000).

Esto trae como consecuencia que los pensamientos, creencias, actitudes y habilidades del docente sobre la planeación de las intervenciones didácticas discrepen mucho de lo que la Filosofía de la Ciencia nos dice sobre la naturaleza de la actividad científica. Por ello, Abd-El-Khalick y Lederman (2000), Barona, Verjovsky, Moreno y Lessard (2004), Bennásar,

Vásquez, Manassero y García-Carmona (2010), Castro y Velásquez (2013), Flores, Concesa y Moreira (2013), Flórez, Velásquez y Guisasola (2011), Guisasola y Morentín (2007), Mellado (2001), Mellado, Bermejo, Blanco y Ruíz (2007), Pérez, Ascanio y Añez (2002), reportan la existencia de docentes con ideas inadecuadas sobre la NDC y en general, la mayoría refiere que la experiencia pedagógica del docente para la enseñanza de la NDC es bastante limitada. Ésto, parece haber impedido una educación científica de calidad, convirtiéndose en un obstáculo epistemológico para la enseñanza de la ciencia. Este hecho podría explicarse, según Boggino (2004) al reconocer que el profesor entra al aula con una epistemología positivista sobre la ciencia y ésta, influye sobre todas las decisiones que toma para desarrollar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Lo antes explicitado encuentra asidero en los trabajos realizados por investigadoras del Instituto Pedagógico de Caracas especializadas en el área de NDC. Es necesario destacar los estudios de Flores, Concesa, Moreira (2013), Martínez, Pérez, Ojeda y Ascanio (2016, 2017) en los cuales se determinó que los docentes en formación y servicio tienen en su gran mayoría ideas ingenuas y mitos sobre la NDC o por el contrario, ideas eclécticas que se manifiestan en una contradicción entre el marco teórico del profesor y su práctica. La consecuencia de ello, es que se ha observado que las ideas sobre la filosofía de la ciencia que poseen inciden directamente en la forma como accionan en el aula y enseñan la ciencia. Por ello, pasan a formar parte del grupo de profesores que han contribuido con la no consecución de la alfabetización científica de la ciudadanía.

En función de los reportes encontrados durante el estudio del arte, se decide resaltar la importancia de la NDC, por ser un metaconocimiento indispensable en el currículo de Ciencias para que pueda propiciarse la formación de una ciudadanía crítica e informada.

## **Naturaleza de la Ciencia**

A lo largo del siglo XX y lo que va del XXI, el enorme progreso de la ciencia ha concitado sobre ella el interés de epistemólogos, filósofos y sociólogos, quienes se han dedicado a analizar los valores y supuestos inherentes a la actividad científica. Las interpretaciones y enfoques que se han suscitado hasta el momento, han superado los viejos planteamientos positivistas debido al análisis crítico de estos actores, quienes han contribuido con la actualización de los aspectos esenciales sobre la ciencia y su metodología, que nos permiten aumentar nuestra comprensión sobre su naturaleza (Lorenzano, 2011; Manassero y Vásquez, 2000).

Es por ello, que la perspectiva actual sobre la NDC difiere en gran medida de las concepciones que se manejaban a principio del siglo pasado y parece que, se ajustan a una visión más humana de la ciencia donde la participación del público en la toma de decisiones es fundamental.

En la actualidad, bajo la denominación de NDC se engloban todos aquellos aspectos que configuran a la ciencia como una manera especial de llegar al conocimiento, es decir, los valores y postulados implicados en el proceso de producción del conocimiento científico a través de un método que se comporta como un conjunto de supuestos no escritos y valores aceptados por una comunidad científica y que sirven para avalar una racionalidad común (Manassero y Vásquez, 2000).

Según Vásquez, Manassero, Acevedo, y Acevedo (2007) la NDC engloba una variedad de aspectos sobre qué es la ciencia, su funcionamiento interno y externo, cómo construye y desarrolla el conocimiento que produce, los métodos que usa para validar este conocimiento, los valores implicados en las actividades científicas, la naturaleza de la comunidad científica, los vínculos con la tecnología, las relaciones de la sociedad con el sistema tecno-científico. Es decir, las aportaciones de éste a la cultura y al progreso de la sociedad.

Sin embargo, a pesar de las visiones actualizadas sobre la NDC, ha sido difícil luchar contra la imagen de la ciencia fundamentada en el positivismo lógico, la cual afirma que el conocimiento científico se deriva de los hechos de la experiencia mediante la observación y experimentación continua (Camacho y Fontaines, 2004; Lorenzano, 2011). El marco epistémico del paradigma positivista, considera a la ciencia como objetiva y fiable, puesto que el conocimiento ha sido verificado de manera neutral. Según la opinión de Paredes (2007) estas ideas son refutadas al surgir una nueva concepción de la ciencia, la cual propone que el conocimiento científico es una construcción y no una representación, donde el sujeto cognoscente no descubre fenómenos, sino que elabora ciertas interpretaciones sobre éstos. De esta manera, se fue haciendo evidente que la verdad dejó de ser una realidad objetiva, a la espera de ser descubierta por un investigador y se convirtió en una situación que se deriva del producto de las relaciones sociales que se establecen entre los seres humanos, por consiguiente, resulta de la elaboración de diferentes significados por parte de los individuos con respecto a una realidad según el contexto social y cultural del momento.

Desde esta postura, se rescata la subjetividad y se la reconoce como parte del conocimiento. Para Hurtado y Toro (1998) la información obtenida es filtrada por el criterio del investigador, quien se convierte en el principal instrumento de indagación durante la búsqueda de un conocimiento que, surge como resultado de la interacción con los demás en el marco de una acción comunicativa. Por lo tanto, el objeto de estudio es la estructura como totalidad conectiva, la cual es interpretada de múltiples maneras privilegiando así a la acción práctica que posibilita hacer diferentes lecturas de la realidad contextual, reconociéndose así que no existe un único método para llegar al conocimiento científico.

Esta visión actualizada de la NDC debe formar parte de la alfabetización científica y tecnológica de los ciudadanos, pero

lamentablemente su presencia en las aulas de clase parece limitada. Según, Vásquez (2006) los libros de texto tradicionales sólo desarrollan los conocimientos científicos rigiéndose por la lógica interna de la ciencia sin preguntarse acerca de la epistemología de la misma. Así mismo, Martín-Díaz, Gutiérrez y Gómez (2013) opinan que las editoriales no se preocupan por difundir las innovaciones educativas del momento ni actualizar los textos cuando ocurren los cambios de paradigma. Lo anterior, trae como consecuencia que los profesores no se preocupen por enseñar NDC ni los estudiantes por aprenderla por no formar parte del currículo escolar del momento.

Por su parte, algunos investigadores en el área didáctica de las ciencias, tales como Acevedo, Vásquez y Manassero (2003) presentan recomendaciones didácticas para favorecer la ACT en la ciudadanía, tales como: (a) Inclusión de la dimensión social en la educación científica, (b) Relevancia para la vida social de las personas con objeto de resolver problemas y tomar decisiones responsables en la sociedad civil, (c) Planteamientos democratizadores de la ciencia y la tecnología (d) Familiarización con los procedimientos de acceso a la información, su utilización y comunicación; y (e) Papel del pensamiento crítico.

En síntesis, para que la ACT sea eficaz se amerita de una enseñanza de la ciencia donde se conjuguen las dimensiones conceptuales, procedimentales y afectivas de la ciencia (Acevedo, 2004). Esto, podría operativizarse en las aulas al presentar conocimientos sobre las diversas concepciones acerca de la NDC, planteando actividades que favorezcan la comprensión de los principios científicos e incrementando la capacidad estudiantil para usar la información científica y comunicarla a través de diferentes actividades. Una enseñanza contextualizada que enfatice en el uso de la ciencia en la vida cotidiana prepara al ciudadano para la participación democrática y la toma de decisiones razonadas sobre los asuntos relacionados con la ciencia y tecnología; lo que en consecuencia

mejoraría la actitud valorativa y el interés del individuo por estar informado sobre las novedades científicas.

Finalmente, estamos de acuerdo con Acevedo (2009b) y Lederman, (2006) quienes afirman que la tendencia actual en educación científica considera que la NDC debe ser enseñada y aprendida como cualquier otro contenido de ciencias, y su enseñanza debe ser explícita, planificada, intencional y reflexiva.

### **Enfoque Explícito y Reflexivo para la Enseñanza de la NDC**

Los enfoques didácticos para la enseñanza de la NDC pueden clasificarse en implícitos y explícitos (Acevedo, 2009). El enfoque implícito considera que la comprensión sobre estos aspectos puede lograrse de un modo indirecto, mediante la instrucción fundamentada en la adquisición de habilidades a través de la puesta en práctica de actividades que permitan familiarizarse con los procesos de la ciencia e indagación científica, para aprender diversos contenidos científicos. Desde esta perspectiva se asume que la enseñanza de destrezas científicas en la escuela, puede favorecer el alcance de algunas ideas actualizadas sobre NDC tal como lo constaté, en un trabajo realizado con niños de Educación Primaria (Martínez, 2012) en el que mejoraron algunas ideas sobre la NDC.

No obstante, algunas investigaciones como las de Acevedo (2009b) han demostrado que el enfoque implícito no ha resultado tan eficaz para ayudar a los estudiantes a desarrollar concepciones más adecuadas sobre la NDC, puesto que aprender habilidades procesuales de ciencia no es lo mismo que aprender sobre ésta. En cualquier caso, se cree que las actividades de indagación científica forman parte de los contextos útiles para enseñar este contenido en las instituciones educativas, pero es importante saber que no debe ser la única vía para lograrlo (Acevedo, 2010). Por su parte, Meichtry

(1992) concluye su estudio reconociendo la necesidad de que los docentes representen explícitamente los aspectos relacionados con NDC en diversos contenidos del currículo, así como en la metodología de enseñanza empleada por éstos; pues sólo de esta manera se garantizan mayores posibilidades para que el estudiante reflexione sobre lo que está aprendiendo y esté consciente de lo que se está haciendo en clase.

En el mismo orden de ideas el enfoque explícito pretende mejorar las creencias estudiantiles y docentes sobre la NDC a través de la planificación intencionada de actividades orientadas hacia la enseñanza de diversos aspectos relacionados con ésta. Para Garritz (2006) es necesario que haya articulación entre los diversos factores que constituyen a la NDC, pues nada de esto puede resultar útil si no se explicita lo que se está trabajando y se reflexiona sobre eso.

Para Acevedo (2009b) la utilización de este enfoque implica el abordaje manifiesto de aspectos de NDC por parte del docente de ciencias. A los estudiantes por su parte, les compete reflexionar meta-cognitivamente sobre lo que hacen e implicarse mediante la argumentación dialógica en debates durante sus actividades investigativas reconociendo a la ciencia como actividad humana influida por la cultura, política y sociedad; así como las implicaciones sociales del conocimiento que produce.

Para trabajar contextualizadamente con el contenido de NDC se requiere de un conocimiento pedagógico sobre éste, ya que algunas investigaciones refieren que poseer un buen conocimiento sobre la NDC y diversos temas científicos, es necesario, pero no lo suficiente para garantizar una enseñanza eficaz (Acevedo, 2010). En síntesis, lo que se necesita es un docente que sea competente en el CPC.



## Conocimiento Pedagógico del Contenido

La historia del CPC comienza con la idea de Shulman, quien explicó que el origen del término se remontaba a una conferencia que hizo en la Universidad de Texas, en Austin, en el año 1983, la cual tituló *el paradigma perdido en la investigación sobre la enseñanza*. En esa ocasión Shulman (1986) estableció una analogía entre la palabra paradigma y el pensamiento del profesor sobre los temas científicos que eran el objeto de estudio y a su interacción con la didáctica.

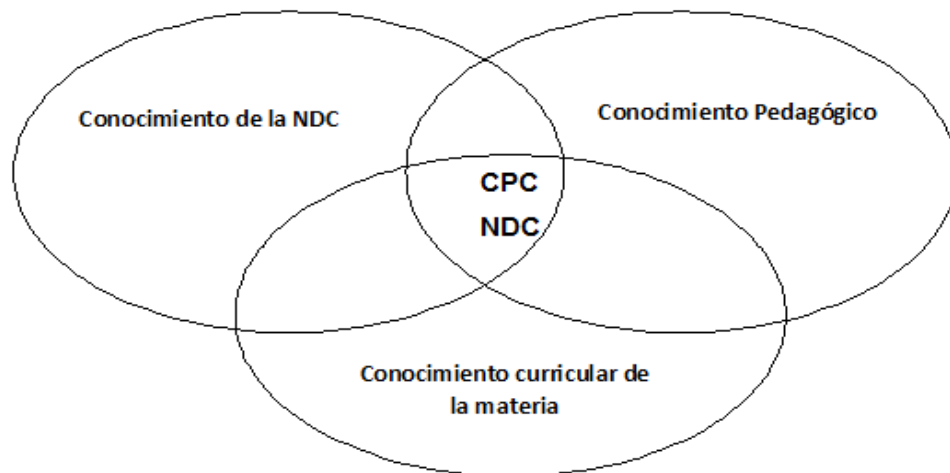
Para Acevedo (2009a) lo que Shulman proponía era centrar la atención en el estudio del pensamiento del profesor sobre la enseñanza del contenido de la asignatura y para ello, habría que tener en cuenta que toda actividad educativa tiene como respaldo una serie de creencias y teorías implícitas que forman parte del pensamiento del educador y que orientan sus ideas sobre el conocimiento, la construcción de su enseñanza y su aprendizaje.

En este sentido, para Shulman (1986) el CPC se expresa en el aula cuando un docente es capaz de encontrar las formas más útiles para representar las ideas sobre un tema específico, establecer analogías e ilustraciones apropiadas, ejemplos y demostraciones de una manera poderosa. En síntesis, se trata de estar en capacidad de representar y formular un tema para hacerlo comprensible a otros, identificando los aspectos vinculados con el entendimiento que puede hacer que el tópico sea de fácil o difícil asimilación para los estudiantes, considerando siempre las ideas previas que éstos traen consigo.

Gess-Newsome (1999) describe dos modelos teóricos para intentar explicar la formación del CPC: (a) el modelo integrador y (b) el modelo transformativo. El primero, explica que el CPC es el producto de la intersección entre la didáctica, el contenido y el contexto, los cuales pueden trabajarse por separado para luego ser integrados en la práctica docente; mientras que el segundo, contempla al CPC como el resultado de una

transformación del conocimiento didáctico, del contenido de la materia y del contexto y de cómo se vislumbra en la praxis del docente. Para este proyecto decidimos usar el modelo transformativo, por ser éste un planteamiento acorde con las metas de innovación planteadas en el estudio. El CPC es aplicable en cualquier asignatura y contenido, sin embargo, en el caso que nos ocupa será empleado para abordar de manera explícita a la NDC.

En consecuencia, se utilizará el modelo del CPC-NDC propuesto por Schwartz y Lederman (2002). En éste, se muestra cómo deben articularse los conocimientos del docente sobre la NDC con los contenidos científicos de la disciplina, ostentando la pedagogía necesaria para poder enseñar de forma eficaz.



**Gráfico 1. Modelo del CPC-NDC.** Tomado de Schwartz y Lederman (2002)

El CPC ha sido señalado por algunos investigadores como un escenario que favorece la enseñanza y comprensión de aspectos relacionados con la NDC (Acevedo, 2009a, 2009b; Faikhamta, 2013; Hanuscin, Lee y Akerson, 2010; McDonald, 2008). Éste meta-conocimiento es considerado importante para los planteamientos curriculares en materia de enseñanza de la ciencia a nivel mundial, así como en las evaluaciones internacionales sobre la

alfabetización científica. En éstos, se asevera que los docentes de ciencias deben enseñar consistentemente los actuales puntos de vista sobre la ciencia y la actividad científica y proponerse a enseñar a sus estudiantes sobre determinados aspectos de NDC de forma explícita (Abd-El-Khalick y Lederman, 2000).

Se cree que lo anterior será posible siempre y cuando se disponga del suficiente conocimiento pedagógico general y específico para que el movimiento generado resulte eficaz. Para ello, el desarrollo de una enseñanza basada en el CPC-NDC debe considerar el discernimiento sobre los diferentes contextos para enseñar NDC a través del uso de ejemplos variados: (a) actividades de indagación, (b) asuntos tecnocientíficos controvertidos de interés social, (c) diversas demostraciones y explicaciones, (d) episodios históricos que sirvan para ilustrar la NDC y (e) Interrelaciones ciencia, tecnología y sociedad (CTS).

Estos contextos deberían permitir a los profesores planificar, organizar y presentar los contenidos de ciencia para conseguir una enseñanza de la NDC más accesible a los estudiantes. Así mismo, el profesorado necesita disponer de conocimiento sobre las diferentes maneras de representar los numerosos aspectos propios de la NDC para adaptarlos a las demandas formativas del momento y propender al desarrollo de competencias según lo estipulado en la transformación curricular de la UPEL del año 2015.

### **Investigación Acción y la Praxis Docente**

La investigación-acción es una de las tradiciones investigativas con enfoque cualitativo. Surgió en la década de los 40, con las ideas del psicólogo social Kurt Lewin, quien la consideraba como una actividad emprendida por personas, grupos o comunidades que llevan a cabo una actividad colectiva en bien de todos (Restrepo, 2007). La IA se trata de una

práctica reflexiva y social en la que interactúan teoría y práctica para suscitar cambios en una realidad en la cual no haya distinción entre, lo que se investiga, quien investiga y el proceso de investigación; al actuar el docente como investigador y parte de la realidad investigada (Suárez, 2002).

Para Kemmis y Mc Taggart (1988) la IA es una variante de investigación colectiva, colaborativa y auto-reflexiva, emprendida por los participantes en situaciones sociales para accionar en procura de cambios sustanciales que serán sometidos a examen crítico por los integrantes del mismo.

Según Restrepo (2007) y Romera (2014) la IA comenzó a desarrollarse en el campo educativo en la década de los años 50 del siglo XX, con las ideas de Corey, un profesor en la Universidad de Columbia. Éste, se nutrió del trabajo de Lewin al considerar que la IA podía mejorar y cambiar la práctica del currículum, dado que los profesionales utilizarían los resultados de sus propias investigaciones. Entendía, igual que aquel, que la IA era un proceso recurrente, en el que cada ciclo afectaba a los siguientes (ver cuadro 2); y, por ello, perfiló las fases de dicho proceso. De este modo, se originó la era de la IA cooperativa en la escuela, la cual se debilitó por un tiempo y prácticamente desapareció hasta la década de los 80 en los Estados Unidos debido al cuestionamiento que se hacía sobre su eficacia, utilidad y estándares de calidad aplicados.

Posteriormente, en los años 60 y 70, en el Reino Unido hubo un resurgir de la IA como metodología para la resolución de problemas educativos; la cual fue promovida por Stenhouse y Elliott (Romera, 2014). El primero, impulsó la idea del profesor como artista que usa la autonomía de juicio para perfeccionar su arte, mientras que el segundo, se encargó de desarrollar los primeros estudios de caso sobre la IA, para determinar cómo se podía facilitar el aprendizaje profesional de docentes a través de esta metodología. Más adelante, se gestaron otras tradiciones tales como la IA participativa en Australia la cual fue representada por Kemmis y McTaggart (1988a), quienes

diseñaron un modelo emancipatorio con forma de espiral cíclica, la cual fue seguida por la última tradición emergente en los años 90, denominada investigación de autoestudio. Ésta, tuvo gran aceptación por ser una metodología propicia para estudiar la enseñanza en instituciones de Educación Superior, siendo empleada en los programas de formación inicial y perfeccionamiento del profesorado tal como lo reporta (Romera, 2014).

En síntesis, la IA se circunscribe al estudio de problemas prácticos o cotidianos detectados por los docentes en ejercicio y no a los problemas teóricos que le interesan a la investigación educativa tradicional. Por lo tanto, debe ser desarrollada por los propios profesores para facilitar su comprensión del fenómeno, explorándolo y emprendiendo acciones que propendan hacia el cambio de la situación en estudio. Podemos decir entonces, que la IA es una de las maneras como se concibe la praxis del docente-investigador que procura enseñar mejor. Para Walker (1996) esto refutaría el argumento en el que se afirma que la IA teoriza sobre la base de datos empíricos y la experiencia permitiendo a su vez reconocer que el involucramiento con la teoría desde la IA no se opone a la idea de que nuestro auto-entendimiento es generado por el yo crítico y la reflexión social. Por ende, las aproximaciones teóricas se moldean por las acciones de práctica y los encuentros entre lo teórico y social que circunda a las comunidades de IA.

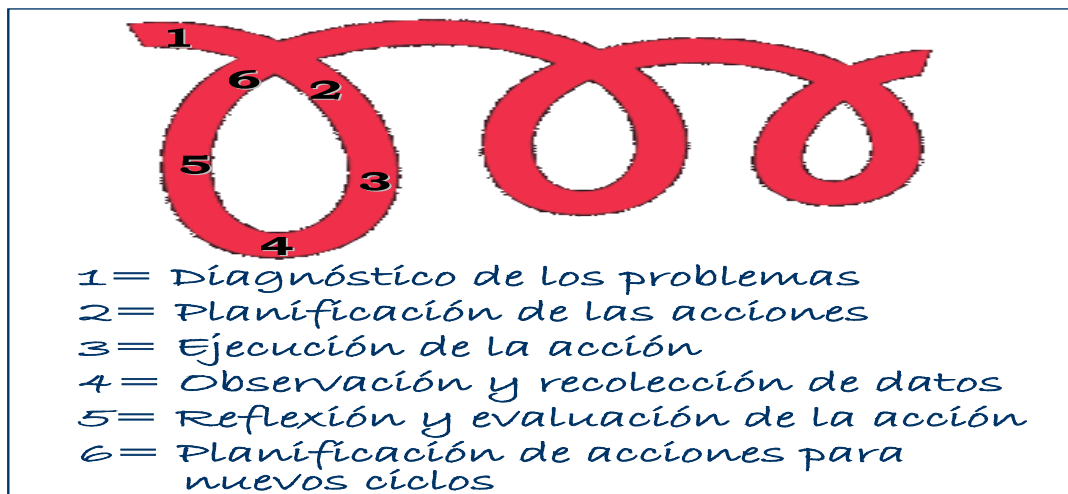
Por su parte, Martínez (2000) considera que en este proceso los sujetos investigados se convierten en auténticos co-investigadores al participar activamente en el planteamiento del problema a ser resuelto, porque los afecta y les interesa solucionarlo; en la recolecta de la información y la escogencia de las técnicas a ser utilizadas; así como en el análisis e interpretación de los datos y en la toma de decisiones sobre qué hacer a futuro en función de los resultados emanados. En consecuencia, cada investigador actúa como un organizador de las discusiones, un facilitador del

proceso, un catalizador de problemas y conflictos, y, en general, como un técnico y recurso disponible para ser consultado.

En el mismo orden de ideas, Parra (2002)., Zhang y Amundsen (2015) y Walker (1996) consideran que la IA guarda estrecha relación con el desarrollo profesional de los docentes, el cual se puede manifestar progresivamente en el maestro cuando está en capacidad de: (a) Conocer a sus estudiantes y los diferentes estilos de aprendizaje, (b) desarrollar conocimiento sobre la pedagogía adecuada para ejecutar los diseños de instrucción, (c) procurar cambios sistemáticos para mejorar la enseñanza, (d) desarrollar competencias en investigación educativa, entre otros. Lo anterior se traduce en una mejora significativa en los escenarios educativos puesto que se reduce la distancia entre teoría y práctica, así como el establecimiento de vínculos entre la formación del profesorado, su desarrollo profesional y las necesidades escolares de los distintos niveles educativos. Sin embargo, en una investigación realizada por Romera (2014) se alega que la IA apenas ha incidido en el campo educativo a nivel general, siendo el sector universitario el que menos avances tiene en materia de construcción de conocimientos con esta metodología.

Para Zhang y Amundsen (2015) la IA es una forma útil de apoyar al profesorado universitario para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes e involucrarlos en una práctica socialmente situada. Lo anterior, se reafirma con el trabajo de Betancourt (2010) quien corroboró que la IA es una metodología que permite constatar el avance de los docentes en los modos de conocer la praxis educativa y emprender acciones para facilitar el aprendizaje estudiantil. Para Parra (2002) el conocimiento que genera este método nace de la actividad educativa y se revierte en ella; por lo tanto, es una estrategia pertinente para mejorar la acción educativa y lograr el perfeccionamiento profesional de quienes la realizan a través de la reflexión en acción.

Finalmente, la IA se fundamentó en una espiral en ciclos sucesivos (ver gráfico 2) que, según Betancourt, Delgado y Añez (2016) se inicia con una idea general sobre el problema a investigar, el propósito y las posibles vías de solución, para analizar y revisar el problema con la finalidad de mejorar la situación. Para el caso que nos ocupa, la IA se concibió como un proyecto de acción conformado por estrategias puestas en práctica. Por ende, se caracterizó por tener un carácter cíclico e inmerso en medio de una espiral dialéctica entre acción y reflexión, de forma que, ambos momentos quedan y se complementen desde la reflexión durante la acción y sobre la acción para hacer el recorrido heurístico sobre la información.



**Gráfico 2. Modelo de Investigación Acción.** Tomado de Betancourt, Delgado y Añez (2016)

## CAPÍTULO III

### III. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

*El docente es uno de los profesionales que suele trabajar e investigar en solitario. Para ser una organización inteligente debemos aprender a investigar y trabajar en equipo.  
Marvis Martinez (2018)*

El marco metodológico describe la posición filosófica del estudio y expone los argumentos que respaldaron el accionar investigativo de los miembros del grupo de IA, la posición paradigmática que sustentó la ruta metodológica, al método de investigación y a los instrumentos de recolección de información. Por último, declara el método de análisis de la información empleado y los criterios empleados para conferir credibilidad a las teorías vivientes.

#### **Fundamentación Filosófica de la Investigación**

La creencia filosófica o posición paradigmática asumida en esta investigación nos llevó a reflexionar sobre los aspectos ontológicos, epistemológicos y axiológicos vinculados con el objeto de estudio. En este



sentido, se encontró apoyo en lo expresado por Tracy (2013) y Vasilachis de Gialdino (2006) quienes afirman que, tanto la realidad como el conocimiento sobre ésta, son construidos y reproducidos a través de la interacción entre el investigador y los actores de la acción social investigada. Si consideramos que este es un informe de IA, con más razón, mis compañeras del grupo fueron protagonistas fundamentales en este supuesto de realidad co-construida. Por ello, nos amparamos en la afirmación de Lewis (2009) quien refiere que el investigador también funge como un instrumento de investigación auto-reflexivo y consciente de sus sesgos y subjetividades.

Desde el punto de vista ontológico el grupo de IA se ubicó en el mundo de la pedagogía de las Ciencias Naturales, a que nos interesaba conocer cómo podríamos mejorar nuestra praxis docente al creer en un constructo denominado CPC. Nosotras presumimos que al enseñar contenidos científicos bajo los lineamientos del CPC se generaría un desarrollo profesional que nos permitiría enseñar eficazmente la NDC a los estudiantes en nuestros cursos. Por ello, confieso que Yo creo que el conocimiento no es externo al ente cognoscente y por ende, he dado un lugar al construccionismo social en mis aulas fundamentándome en el efecto Pigmalion para vincularme con mis estudiantes.

La puesta en práctica del constructo se efectuó en una realidad que fue compleja, cambiante y dinámica. Para conocerla, las cuestiones epistémicas consideradas en esta disertación se fundamentaron en las explicaciones dadas sobre este particular por Carter y Little (2007) y Kaplan (1964) quienes sugieren el empleo de la lógica en uso de las investigadoras para la producción del conocimiento, el cual fue co-construido por las actoras y, por lo tanto, resultó ser dependiente, subjetivo y cargado de valores. Al término del estudio, se empleó una lógica reconstruida que intentó articular, analizar y reflexionar explícitamente sobre la lógica en uso desarrollada durante la investigación. En síntesis, nuestra lógica reconstruida es el producto de un proceso de idealización de los resultados de la investigación que trascendió

el mundo de lo fáctico hasta alcanzar la máxima abstracción en las teorizaciones.

La epistemología de este trabajo coexistió con su dimensión axiológica, ya que produjo conocimiento en función de los valores implicados. Por tanto, se reconoce el peso ético que se generó al implementar técnicas para la recolección y análisis de la información por diversas investigadoras lo cual de alguna manera influyó en el grado de tensión epistémica del estudio. El desarrollo de la investigación consideró la dimensión epistemológica de las investigadoras del grupo de IA y contuvo los valores y normas sobre los cuales emitimos nuestros juicios sobre lo que considerábamos conocimiento confiable dentro del paradigma interpretativo y el contexto social donde se desarrolló.

Sobre la base de lo anterior, se manifiesta que este estudio se sustentó en el paradigma interpretativo con miras hacia la comprensión holística de la realidad. La naturaleza hermenéutica que se utilizó para interpretar la información recolectada permitió hacer un recorrido por una ruta epistémica, en la cual se estableció una relación horizontal e intersubjetiva entre los participantes del estudio durante la fase de diagnóstico, planificación, ejecución y reflexión de la investigación. Desde esta vinculación se construyeron las teorías vivientes preconizadas por Whitehead (1989).

### **Ruta Metodológica**

La idea inicial sobre esta investigación fue personal, pero ante la magnitud del compromiso que amerita este tipo de abordaje consideré oportuno plantear mi interés investigativo y proyecciones a algunas compañeras de trabajo del Departamento de Biología y Química con quienes

comparto lazos amistosos, preocupaciones comunes y una experiencia en el área de docencia e investigación desde hace tiempo.

Con miras a superar la investigación individual que algunas profesoras del grupo de IA habíamos venido haciendo, y aunar esfuerzos para alcanzar éxito se decidió aceptar la propuesta de conformar un grupo de investigación para estudiar la situación problemática antes planteada y procurar planes de acción que propendieran a transformar la realidad y gestionar una mejora significativa. Por ello, logramos articular un grupo de IA conformado por tres (3) docentes de la Cátedra de Ciencias Naturales y una (1) de la Cátedra de Zoología.

Una vez que se conformó el grupo se procedió a desarrollar una serie de ciclos recursivos que comprendieron las siguientes fases: (a) diagnóstico de la situación problemática y la consecuente deconstrucción de la práctica educativa inicial, (b) reconstrucción de la praxis sobre la base de la planificación de acciones y ejecución de las mismas, (c) observación y recolección de información y, (d) reflexión y evaluación de la práctica alternativa o reconstruida.

En la primera fase, nos dedicamos a examinar nuestra praxis y reflexionar sobre ésta, para detectar las posibles fallas presentes en la misma. Este ejercicio de deconstrucción ameritó de procesos de observación e introspección a nivel personal y grupal, para recopilar la información necesaria para el diagnóstico inicial. Este proceso requirió de la crítica profunda de la propia práctica, para comprenderla, develarla e identificar las teorías que apoyan el accionar y la situación que vivían los estudiantes en estos escenarios.

El resultado del proceso de IA fue el conocimiento a profundidad de la estructura de la práctica, sus fundamentos teóricos, fortalezas y debilidades, es decir, un saber pedagógico que explica cómo se había venido articulando nuestra praxis durante la enseñanza y aprendizaje de contenidos científicos. Por ende, se obtuvo una red de conocimientos acerca de la enseñanza que

se configuraron durante la práctica educativa e hicieron que progresivamente, aprendiéramos a enseñar y formar mejor a los sujetos en diferentes contextos tal como sugiere (Restrepo, 2004). Como resultado adicional, emergió el saber profesional práctico que se construyó individualmente en cada docente al ir registrando y criticando su quehacer diario.

Estos pasos nos encaminaron hacia la fase de reconstrucción de nuestra praxis docente, sobre la base de acciones enmarcadas en nuevas líneas de actuación que nos condujeran hacia la transformación de la realidad. En la segunda fase de la IA, se llevó a cabo la reconstrucción de la praxis a través de la ejecución de una práctica alternativa que se vislumbró más efectiva sobre la base del fenómeno estudiado. Durante la fase de implementación la alternativa escogida fue probada para constatar su capacidad poniendo a prueba su desempeño durante el ciclo interno. Los conocimientos obtenidos o el saber pedagógico construido en esta fase mostró de las fortalezas y debilidades de la práctica reconstruida, dejando ver las necesidades no satisfechas que habrían sido ajustadas progresivamente en otros ciclos de acción.

### ***Participantes***

Los participantes del estudio fueron 4 docentes del área de Ciencias Naturales del Departamento de Biología y Química del Instituto Pedagógico de Caracas y sus respectivos estudiantes, los cuales fueron 17 en total. Éstos, eran docentes en formación en las especialidades de Educación Integral y Biología y estaban distribuidos en un grupo etéreo con edades comprendidas entre 17 y 48 años.

En el caso de los estudiantes de Educación Integral, su formación académica estipula en la malla curricular dos cursos denominados: Ciencias Naturales Integradas I (cursada en 2do semestre) y Ciencias Naturales

Integradas II (cursada en el cuarto semestre). En éstos, se les prepara para el manejo de contenidos del área de Química, Física, Biología y Ciencias de la Tierra contemplados en el Curriculum Básico de la Educación Primaria que administrarán durante el ejercicio de su profesión. Por ende, su nivel de preparación discrepa del estipulado para un docente en formación del área de Biología. Por ello, se declara que en este estudio se trabajó atendiendo estas diferencias significativas en materia formativa.

Por otra parte, con los fines de resguardar el anonimato se procedió a identificar a cada docente bajo una notación entendida por la autora de la siguiente manera: en el caso de los docentes se procedió a identificarlas con los códigos D1, D2, D3, D4 y en cuanto a los estudiantes, se les adosó la letra P y una numeración para poder distinguirlos durante la etapa de análisis con la siguiente identificación P1, P2, P3, P4...P17.

### ***Técnicas de Recolección de Información***

En esta investigación se hizo uso de las técnicas: observación participante y protocolos escritos. Para garantizar que el producto del estudio fuese probo se usaron los siguientes instrumentos para la recolecta de la información. Durante la IA de Primer Orden, ocurrida entre docente y estudiantes se emplearon: las notas de campo de la investigadora, los diarios reflexivos, portafolios, informes de laboratorio, dibujos y modelos científicos creados por los estudiantes. Una vez interpretada la información se asumió presentar los resultados de la investigación a través de un texto narrativo evocativo sobre los ciclos de IA ejecutados. Para la investigación acción de Segundo Orden, utilicé mis notas de campo por considerarlas como mi principal fuente de información.

## ***Técnicas de Análisis de Información***

Esta Tesis Doctoral arrojó dos tipos de resultados en correspondencia con lo manifestado por Losito, Pozzo y Somekh (1998) y Walker (1994), quienes afirman que en una IA se suscitan dos investigaciones en paralelo..

Declaro que, en el campo de la investigación educativa la IA apareció como un marco apropiado para propiciar el desarrollo profesional del docente, de las manos de John Elliott y Lawrence Stenhouse. Para Romera (2014) este tipo de investigaciones se enmarcan en lo que él denomina el “movimiento del profesor como investigador” puesto que remiten tanto, a la investigación individual del docente en su aula, como a la realizada por un grupo de docentes de niveles medios (Educación Primaria y Secundaria) facilitada generalmente, por uno o varios profesores universitarios.

En cualquiera de los casos mencionados, tenemos entonces dos resultados. Aquellos que se relacionan con el proceso de cambio obtenido por el grupo de IA (estudiantes y grupo de docentes) y aquellos que le competen (son propios) al docente investigador y/o profesor universitario. En síntesis, el primer tipo de resultados corresponde a la IA de Primer Orden y el segundo tipo, a la de Segundo Orden (Losito y otros, 1998; Walker, 1994).

Mi rol de investigador y/o facilitador para efectos de la IA de Segundo Orden, solo se puede entender o justificar en este caso por tratarse de una investigación doctoral que por su naturaleza académica, es individual. Vale la pena mencionar lo expuesto por Chaim (2003) quien describe que una disertación doctoral debe escribirse ateniendo los ritos de la institucionalidad, basándose en el individualismo y academicismo exigido a fin de garantizar los derechos de propiedad intelectual del autor.

Visto lo anterior, declaro que en esta tesis doctoral, la IA de Primer Orden, se refiere a nuestras acciones como un grupo de personas que hemos hecho un intento para cambiar las realidades representadas en el planteamiento del problema y propósito de investigación. Los resultados que

emergieron fueron examinados sobre la base de una adaptación hecha por la autora sobre el método de análisis temático característico de la fenomenología hermenéutica. Para ello, revisé las sugerencias hechas por Ayala (2008) y Mieles, Tonon y Alvarado (2012) y generé un procedimiento de análisis de información hibridado que me permitiese cumplir con las siguientes fases que declaro a continuación:

1. Fase 1: Transcripción descriptiva de la experiencia vivida por los miembros del grupo de IA (ver un ejemplo en anexo G).
2. Fase 2: Familiarización con la información recopilada. Esto, implicó leer, releer y hacer anotaciones al margen del texto para detectar las ideas generales, estructuras del escrito y significados emergentes.
3. Fase 3: Reflexión e interpretación sobre el material experiencial a través del análisis temático. A nivel general se llevó a cabo una reflexión macro-temática, en la cual se detectó la frase sentenciosa presente en los párrafos que capturaba algún tema importante relacionado con las preguntas de investigación. En un nivel más específico, se suscitó una reflexión micro-temática que consistió en aproximarse de forma selectiva y detallada al texto línea a línea, con miras a obtener frases que capturaran la esencia de significado de la experiencia (ver ejemplo en anexo H).
4. Fase 4: Detección de los temas esenciales que representaban un nivel de respuesta o significado para la investigación.
5. Fase 5: Revisión de los temas esenciales para identificarlos y delimitar los mismos para no excederse.
6. Fase 6: Denominación y definición de los temas para establecer su naturaleza esencial y organizarlos jerárquicamente.
7. Fase 7: Redacción de una narrativa sustentada en argumentos derivados del proceso de comprensión e interpretación de la información.

Por otra parte, la IA de Segundo Orden remite los cambios observados en mi praxis docente. Para examinar esta información me dispuse a hacer un análisis de información siguiendo las orientaciones de Whitehead (2009) quien introdujo el concepto de teoría viviente en la IA, por ser un modo idóneo para diferenciarse del tradicional relato basado en teorizaciones proposicionales, asépticas e impersonales que suelen emplearse en los informes de IA. Por tanto, los presupuestos teóricos vivientes que se presentan en el capítulo V muestran un conocimiento altamente personalizado.

### ***Criterios de credibilidad***

Reconozco que las teorizaciones vivientes que emergieron de esta investigación son personales y tienen gran carga subjetiva. Por ello, las considero sustantivas y contextualizadas. A través de ella co-creo una epistemología de la práctica que muestra la lógica viviente del grupo de IA. Para Whitehead (2008) este tipo de conocimiento está impregnado de los valores del investigador y debe comunicarse a través de una historia que permita a otros apreciar su pertinencia. Por ello, la autenticidad de la teoría viviente se estableció siguiendo sus orientaciones para llevar a cabo un proceso de validación: (a) mía como investigadora, (b) la de mis compañeras de grupo, (c) por lectores externos de la información, (d) por medio de la búsqueda de veracidad, al incluir evidencias que justifiquen las afirmaciones de conocimiento que hago en la Tesis Doctoral.



## **CAPÍTULO IV**

### **UNA NARRATIVA SOBRE MI INVESTIGACIÓN ACCIÓN**

*Tenemos la obligación moral de preguntarnos ¿Cómo nuestra enseñanza está afectando la mente y los corazones de nuestros estudiantes?  
Lee Shulman*

En este capítulo se presenta una narrativa basada en mis confesiones sobre ocurrido antes, durante y después de concluida esta IA. Comienza a estructurarse mostrando en primera instancia: una narrativa sobre la conformación de grupo; le sigue, un relato sobre los tres ciclos de investigación acción que se desarrollaron y sus respectivos incidentes críticos, hallazgos, experiencias, resultados y cambios generados durante la investigación de Primer Orden.

#### **La Conformación del Grupo de Investigación Acción**

Me voy a permitir redactar esta narrativa haciendo uso de la primera persona en singular y plural por considerar que el producto académico que emerge de mi Tesis Doctoral acude a la originalidad en su máxima expresión y ostenta las más sinceras confesiones que he hecho hasta el momento

como investigadora social. En este apartado se empleó un discurso personalizado y contextualizado por ser éste cada vez más frecuente en las investigaciones educativas con enfoque cualitativo, tal como lo refieren Osorio y Añez (2017) en su artículo titulado el metadiscurso interaccional en Tesis Doctorales en Educación.

El interés investigativo se gestó siendo una estudiante del Doctorado en Educación de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador al surgir en mí la inquietud por investigar mi praxis docente para mejorar lo que hacía. Para aquel entonces me preocupaba que, mi gestión en el aula de clase no estuviese surtiendo el efecto deseado al observar que, después de haber sido mis estudiantes, los maestros en servicio regresaban para preguntarme algunas cosas como las que ejemplifico a continuación:

*“...Profesora, ¿cómo puedo dar una clase sobre este contenido de Ciencias en la escuela para que se comprenda?” “¿Cuáles actividades puede sugerirme para enseñar este tema y no hacerlo tan teórico?” “¿Qué hago con los estudiantes que se aburren en clase y no se quedan tranquilos?” ¿Qué puedo hacer para motivar a mis alumnos en las clases de Ciencias Naturales?*

Éstas y otras interrogantes siempre me eran formuladas cada vez que algún estudiante me visitaba. A partir de ese momento empecé a preguntarme ¿Será que en realidad lo estoy haciendo bien? ¿Qué pasa con mi enseñanza cuando creo he hecho entender los contenidos, su naturaleza y didáctica, y encuentro que, con el tiempo lo que creí haber enseñado se aprendió muy poco? ¿Qué estaré haciendo indebidamente? ¿Cómo puedo mejorar mi praxis para que estos docentes en formación desarrollen las competencias necesarias para ser autoeficaces?

Estas preocupaciones comenzaron a motivarme para hacer algo que cambiara esa realidad, pero me hizo pensar y reflexionar sobre lo siguiente ... si yo creo que lo estoy haciendo bien y resulta que hay aspectos

deficitarios en mi praxis ¿qué estará pasando con otras profesoras de Ciencias Naturales y sus estudiantes? ¿Habrán situaciones problemáticas similares en los escenarios educativos que administramos en otras Cátedras del Departamento de Biología y Química?

Lo expuesto con antelación me hizo considerar la posibilidad de conversar con colegas de diferentes Cátedras para saber si aceptaban realizar esta investigación conmigo y así sumar esfuerzos, ampliar nuestro rango de acción y mejorar la praxis docente con miras a reducir las debilidades o desatinos de la formación inicial de nuestros egresados en el Área de Ciencias Naturales. En el caso de mi Cátedra, me atraía la idea de que mis colegas y yo, establecieramos una planificación lo más conjunta posible en cuanto a las actividades de enseñanza, aprendizaje y evaluación de tal modo que, los estudiantes no se encontraran con diferencias notorias en las diferentes secciones de los cursos tal como ellos nos decían. Al respecto cito algunos testimonios:

*“...profesora los estudiantes de la sección de la mañana no ven los mismos contenidos que nosotros, ejemplo, no vieron nada de NDC solo se les mandó a hacer un mapa conceptual de los procesos de la ciencia y no hicieron ninguna actividad de las que hicimos con usted. ¿Por qué pasa eso? yo le mostré mi cuaderno a una amiga y ella se quedaba sorprendida de ver las diferencias en los contenidos, aquí son más amplios y allá es como un resumen no sé algo muy general...”*

*Otro comentario “...profe aquí en esta cátedra lo que es común entre ustedes son las prácticas. De resto he escuchado que en las otras secciones los evalúan con pruebas y seminarios y veo que aquí se hace de otra forma y no entiendo porqué no hay similitud si es el mismo curso. Mis amigos de otras secciones van mal y se quejan mucho y ustedes deberían reunirse y cambiar...”*

Lo anterior me preocupó y argumenté que cada docente es autónomo en aula y que por ello, cada uno toma las decisiones que a su juicio

favorecen los procesos de enseñanza y aprendizaje. No obstante, me comprometí con ellos a elevar sus petitorios en la próxima reunión de Càtedra. Por otra parte, también deseaba trabajàramos en términos similares en cuanto a: el abordaje de contenidos y las actividades de enseñanza y evaluación puesto que, nos ocupamos de la formación de los estudiantes en los cursos de Ciencias Naturales Integradas I y II (ver anexos 1 y 2).

Con la finalidad de evitar que los estudiantes se presentaran en el siguiente curso sin los sub-sumidores necesarios para entender los siguientes contenidos. Cito un ejemplo: En el momento de explicar los niveles de organización de la materia en el curso Ciencias Naturales Integradas II, me encontraba con algunos alumnos que no conocían sobre la composición química de los materiales y aludían como razones el no abordaje de ese contenido en el curso Ciencias Naturales Integradas I.

Lo anterior me obligaba a abordar el contenido de estructura atómica de la materia y a ocupar el tiempo en el abordaje de contenidos que ya debían haber sido vistos y los cuales, resultaban fundamentales para entender lo que seguía a continuación. Un testimonio como el siguiente, es evidencia de ello:

*“...profe nosotros no vimos ese contenido del átomo y su estructura, o el de cómo está formada la materia, pero si vimos la parte de que la materia tiene masa, ocupa un espacio y que cambia de estado y esas cosas que veíamos en las prácticas, pero más nada de verdad que de ahí pasamos al tema de mezclas y después al de energía y así pues...”*

Lo antes expuesto, representó para mí un desafío en varias oportunidades puesto que tuve que buscar soluciones inmediatas que ameritaban de tiempo y dedicación extra. Por ello, acudí al planteamiento ante los miembros de Càtedra para ver si querían aceptar que trabajàramos en equipo y evitar las discrepancias significativas en nuestros abordajes pedagógicos. Recuerdo que fui inocente e insensata cuando comencé a

incitar a mis colegas para formar el grupo de IA y fui presenciando algunas limitaciones en mi investigación.

Confieso que quería conformar un grupo con muchos miembros porque creía que, mientras más profesores aceptaran mejor sería el proceso y producto de esta investigación. Para aquel entonces, comprendí que no es fácil persuadir a los compañeros de trabajo porque cada quien tiene distintas responsabilidades laborales en (docencia, gestión, investigación y extensión) que disminuyen su disponibilidad horaria para hacer investigaciones grupales. Finalmente, logré que cinco profesoras que ejercen funciones de docencia en dos Càtedras aceptaran acompañarme en este proceso.

Para entonces, acordamos una primera reunión para discutir aspectos relacionados con el funcionamiento del grupo, las responsabilidades de cada una, acuerdos interpersonales, intereses y expectativas de cada quien, las posibles alternativas de solución para la problemática y, por último, las tareas y lecturas que debíamos realizar. Aún recuerdo el entusiasmo, las discusiones enriquecedoras, los deseos manifiestos de cambiar y el clima agradable del momento. Habíamos acordado vernos en un mes. Cuando llego el momento de la reunión me percaté de lo difícil que es coincidir en un mismo horario y tener tiempo para leer artículos, analizarlos, venir a la reunión, discutir en grupo y además atender las labores universitarias que cada una tenía. Esto me develó las condiciones de la realidad, puesto que además se sumaban factores externos asociados a la situación país que dificultaban la llegada de algunos colegas.

En la siguiente ocasión pudimos reunirnos con mucho esfuerzo. Observé que algunos miembros del grupo de IA argumentaban que, la investigación trataba de mi Tesis Doctoral y que ellos gustosamente me ayudarían en la medida de sus posibilidades a recabar la información para que yo pudiera cumplir con mis requisitos en el Doctorado. Aquí comprendí que se desvirtuaba la naturaleza de la investigación acción como grupo de personas que actúan para un fin común.

Fue entonces cuando entendí lo esgrimido por Restrepo (2010) quien considera que no se puede crear un grupo de IA cuando los miembros que lo conforman no tienen el mismo interés por la situación problemática; pues, lo que para una persona es un problema interesante para otra quizás no lo sea y por ende, no se comparta un interés en común que sea genuino.

Agendè una nueva fecha de encuentro para reunirnos y comenzar a trabajar como un grupo focalizado. Este día asistimos cinco de las seis profesoras que aceptamos el reto. Comenzamos a discutir los artículos sobre CPC y NDC y recuerdo que, intentaba disuadir a las defensoras del contenido para que se interesaran por la didáctica también y así poder generar un equilibrio entre ambos aspectos. En esta reunión me percaté de que había más resistencias, objeciones, divergencias y desacuerdos, el lugar de apertura, flexibilidad, acuerdos o disposición para el cambio. Este hallazgo, se suma a lo reportado por Acevedo (2009) quien refiere que, aunque el profesorado puede tener una buena comprensión de la NDC esto, no es suficiente para querer enseñarla de forma explícita y reflexiva.

Reconozco que tuve limitaciones para lograr persuadir a algunas colegas puesto que, mis creencias no lograron poner en duda las suyas y por ende, la reunión del grupo terminó siendo incómoda ante la disparidad de opiniones. Para Schwartz y Lederman (2002) esta realidad que encontré es un factor limitante para que el docente desarrolle un CPC específico para la enseñanza de la NDC, puesto que, para su implementación se amerita de una visión adecuada sobre la NDC, un conocimiento sobre la materia que se enseña y la didáctica, y por último, una creencia sobre la enseñanza que sea coherente con el constructo CPC.

La investigación continuò con tres profesoras de la Càtedra de Ciencias Naturales y una de Biología Animal. El clima de trabajo era agradable, ameno, respetuoso y horizontal; todas cumplíamos con nuestra labor. Nos reunimos en siete ocasiones, los encuentros se daban cada quince días, y en

cada uno se generaba un grupo focal relacionado con algún tema de discusión.

Es pertinente aclarar que, en esta primera etapa de trabajo del grupo, nos dedicamos a leer artículos de investigación, Tesis Doctorales, materiales para la enseñanza de las Ciencias en inglés y español, y, luego, nos reuníamos a discutir los temas, reflexiones, impresiones e ideas al respecto. Al inicio yo elegí las lecturas, seleccioné y envié trabajos de investigación sobre Naturaleza de la Ciencia, Conocimiento Pedagógico de Contenido, Desarrollo Profesional Docente, Investigación acción, Argumentación Científica, entre otros. Posteriormente, algunos miembros del grupo comenzaron a traer lecturas de interés para profundizar en el estudio lo cual resultó ser un indicativo de desarrollo profesional docente.

Observé que todas estábamos interesadas en las temáticas, leíamos puntualmente, participábamos en las discusiones en mayor o menor medida, y estábamos dispuestas a investigar juntas. En esta fase de la investigación, nos dimos cuenta de que para nosotras era desconocido el manejo del CPC en el aula de clase. Por ello, llegamos al acuerdo de deconstruir individualmente la praxis docente que estábamos desarrollando y luego, reunidas como grupo focal explicitar y reflexionar sobre las debilidades que habíamos detectado durante el ejercicio de nuestra profesión y de los cuales estábamos conscientes. Así pues, en esta etapa reconocimos que:

1. Durante el proceso formativo de los estudiantes le dábamos importancia al manejo de la mayor cantidad de contenido contemplado en el programa. En consecuencia, nos descubrimos haciendo énfasis en un academicismo poco funcional y en una formación propedéutica.

2. Algunas colegas infravaloraban la utilidad de enseñar NDC en sus cursos aludiendo como motivo, la falta de interés por parte de los estudiantes sobre este metaconocimiento o su ausencia en el currículo.

3. Escasos espacios para desarrollar las competencias argumentativas en los estudiantes. Nos percatamos de que el tiempo que propiciábamos

para que el estudiante elaborara una respuesta ante nuestra pregunta era muy corto y generalmente, nosotras terminábamos respondiendo las interrogantes sin dar oportunidad al estudiante de construir sus ideas al respecto o discutir sobre ellas.

4. Insuficiente experiencia afectiva y positiva en el aula para favorecer los espacios para la argumentación científica, lo cual es condición sine qua non para que esto ocurra.

5. Reconocimos que dos participantes del grupo de IA enseñábamos la NDC de forma implícita mientras que, dos colegas no la abordaban en clase a menos que fuese de forma tácita. En consecuencia, se detectó una dificultad para hacer explícita y reflexiva la NDC en clase e incrementar su comprensión en los estudiantes.

6. No evaluábamos formalmente las ideas de los estudiantes sobre NDC, ni lo contemplábamos como parte del plan de evaluación. Detectamos que solo dos de nosotras nos ocupábamos de indagar sobre estos constructos de forma oral y sin considerar para ello ninguna ponderación. Así pues, se reconoce que carecíamos de conocimientos sobre la importancia que tiene la evaluación de las ideas de los estudiantes para el desarrollo de procesos de retroalimentación y la mejora de la enseñanza de la NDC.

7. Dos miembros del grupo de IA manifestaron su poca familiaridad con las visiones actualizadas sobre la NDC y los enfoques didácticos para su enseñanza. Esto, se consideró como una falla de inicio en la formación del pregrado que dificultó la consecución de las metas contempladas para la alfabetización científica de la ciudadanía.

8. Poco tiempo para verificar si los estudiantes habían comprendido el contenido o estaban en capacidad de hacer transferencia a un escenario real de la vida cotidiana. Por ende, cosificamos el conocimiento dado en clase y dimos por hecho su comprensión.

9. Nuestro conocimiento sobre la finalidad de enseñar NDC era muy discrepante.



10. Nos hicimos conscientes de que no hacíamos conexiones explícitas entre los aspectos de NDC y los contenidos científicos para trabajar articuladamente.

11. Comprendimos que nuestra formación ha sido producto de un condicionamiento ambiental de larga data que nos hizo asumir ideas, creencias, actitudes y comportamientos de manera irreflexiva impregnando nuestra práctica de ideas del sentido común. Lo anterior, denotó la existencia de obstáculos epistemológicos para la enseñanza de la ciencia.

12. Teníamos ideas de sentido común sobre el qué y cómo enseñar la ciencia, imitando en gran medida los ejemplos observados en profesores durante nuestra época como estudiantes en formación. Aun cuando estuvimos conscientes de ello, me percaté de lo difícil que era transformar esa ideología en algunos miembros del grupo de IA.

13. Asumíamos con un carácter natural el fracaso de estudiantes en los cursos de Ciencias Naturales y pocas veces nos preguntábamos si era necesario poner en revisión nuestra praxis.

14. No considerábamos a la labor del docente como un trabajo colectivo permanente de investigación, innovación y toma de decisiones fundamentadas. Dábamos mayor valor al trabajo en solitario y mecanizado en aula de clase.

15. En muchas ocasiones cosificamos el conocimiento, engrosando las estadísticas de docentes que aplican una pedagogía dominada por la metáfora de la enseñanza como conducto.

16. Inconscientemente, nos comportamos como diseminadoras didácticas de contenido bajo el supuesto de que éste estaba siendo comprendido por el otro.

17. Algunas colegas consideraban el diagnóstico de ideas previas y su abordaje mientras que, otras no lo hacían.

18. Las planificaciones de clase abordaban en mayor proporción los contenidos conceptuales y procedimentales en comparación con los actitudinales.

19. Algunas colegas centraban su plan de evaluación en pruebas de conocimiento e informes de prácticas de laboratorio mientras que, otras daban lugar a una mayor diversidad de actividades evaluativas favoreciendo así los procesos de construcción del conocimiento en los estudiantes.

20. Planificábamos y ejercíamos la profesión en solitario sin construir saber pedagógico ni establecer alianzas estratégicas entre Càtedras.

21. Suponíamos que lo estábamos haciendo bien y pocas veces dudamos de nuestra eficacia en la praxis docente.

Finalmente, mis impresiones sobre este proceso de conformación del grupo son las siguientes: (a) No es fácil conformar un grupo de IA con muchos participantes cuando además éstos son docentes de diferentes disciplinas. Así pues, aunque la NDC es un componente curricular transversal que debería enseñarse en todos los cursos de Ciencias Naturales, tal como lo indican Acevedo (2010), Faikhamta (2013) y Lederman (2002) esto no ocurre puesto que, el docente considera que la razón de ser de la enseñanza es presentar el contenido de la materia; y por ende, como la NDC no forma parte de éste no se le considera importante. Quizás si el problema a resolver fuera de otra índole, ejemplo: sobre enseñanza y evaluación por competencias sería más sencillo conformar el grupo por ser esto de interés común para todos los docentes, (b) es posible que el profesor universitario no cuestione su propia práctica o intente evaluar su eficacia.

Para Mellado (2001) es necesario que el profesor se investigue y de este modo produzca los cambios y las fortalezas necesarias para enseñar adecuadamente las Ciencias Naturales, (c) reconocer las debilidades durante el ejercicio de la profesión no es un proceso natural; y sincerarse al respecto resulta dificultoso sobre todo cuando debe hacerse públicamente, (d) desde

el punto de vista emocional es desalentador para el profesional de la docencia mostrarse como un ser errático en la práctica, (e) no se debe crear un grupo de IA si todos los miembros que lo conforman no demuestran un interés genuino por el problema de investigación, (f) es difícil erradicar la idea de que los miembros del grupo de IA son colaboradores de un coordinador o que éstos asuman una postura horizontal en éste. A pesar de que se intentó hacer cambiar esta creencia, esto no fue posible; así como tampoco, se pudo mantener a todos los miembros en el grupo de IA.

Por lo antes expuesto, decidimos fomentar el trabajo grupal para comenzar a planificar, reconstruir y evaluar nuestra praxis docente dando inicio así a nuestro primer ciclo de IA. Una vez concluida la fase de lecturas sobre CPC, NDC e IA y de haber deconstruido la praxis decidimos comenzar a experimentar.

### ***Primer Ciclo de Investigación- Acción (Período Académico 2017-I)***

En esta fase de la investigación el grupo de IA realizó varias reuniones para la planificación de las acciones a ejecutar. Iniciamos nuestra labor revisando las planificaciones y cronogramas de clase que habíamos empleado hasta el momento. Durante esta etapa nos percatamos de que no considerábamos los objetivos contemplados en el programa de los cursos y planeábamos de forma tácita el abordaje pedagógico saturando el cronograma de contenidos, actividades y evaluaciones. Aun cuando en los programas analíticos se declaran los objetivos del curso no establecíamos correspondencia entre éstos y los contenidos para lograr su alcance. Creo que esto ocurre porque como docentes damos por sentado que las clases están orientadas por los objetivos del programa per se y por ello, vamos al abordaje de los contenidos directamente.

Ante esta situación, el primer cambio que hicimos consistió en concatenar cada objetivo con las unidades que agrupaban el contenido conceptual, procedimental y actitudinal al respecto. En esta etapa contabilizamos un total de 10 unidades, las cuales fueron acuciosamente examinadas en contraposición con el pensum de estudios de Educación Primaria. De este modo se pudo elegir u omitir algunas temáticas con conocimiento de causa.

Una vez que teníamos esto claro, dos de los miembros del grupo de IA estuvimos de acuerdo en apostar por la calidad del contenido más que por la cantidad del mismo. Acto seguido, decidimos elaborar una planificación con la totalidad de las unidades de estudio para conservarla en los archivos, pero elegimos dictar solo 7 de ellas en el caso de la Càtedra de Ciencias Naturales. Sin embargo, en esta etapa de la investigación una colega manifestó no estar de acuerdo con reducir el número de contenidos en su curso de Ciencias Naturales y nos comunicó que en su plan de clase estarían contempladas todas las unidades temáticas.

A pesar de las dificultades detectadas comenzamos a aplicar los postulados sobre CPC para integrar los contenidos de la materia con los problemas que originaron la construcción del conocimiento. En cada unidad temática se identificaron los contextos de NDC que podrían ser útiles para ayudar al estudiante a comprender el contenido, tales como: (a) enfoque histórico de la ciencia, (b) actividades para mostrar las características de la ciencia, (c) observación científica y subjetividad del científico, (d) indagación científica, labor del científico y consenso científico, (e) contextualización de la NDC con aspectos controvertidos de interés social, (f) enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad, (g) investigaciones científicas auténticas, (h) cuestiones éticas de la ciencia, (i) los límites de la ciencia, (j) ideas estereotipadas sobre el científico y su actividad, (k) el funcionamiento interno y externo de la ciencia, (l) aportes de la ciencia a la cultura y al progreso de la

humanidad, (m) relaciones de la sociedad y el sistema tecnocientífico y viceversa.

Una vez finalizada la etapa de identificación de los contextos procedimos a diseñar los materiales instruccionales y las actividades para favorecer el CPC para la enseñanza de la NDC. Entre ellos podemos mencionar: viñetas históricas, líneas de tiempo, claves para identificar seres vivos, actividades de laboratorio abierto, guías de laboratorio bajo la metodología indagatoria, redes CTS, estudios de caso, redes de interacciones CTS, dilemas éticos, toma de decisiones, entre otros (ver anexos D1, D2...)

De este modo, fuimos integrando el contenido científico de la materia con aspectos de su naturaleza y luego, procedimos a tomar decisiones pedagógicas para hacer las debidas transposiciones didácticas. Esto nos llevó al menos una reunión quincenal en el caso de dos miembros del grupo que planificamos juntas nuestras intervenciones didácticas. En el caso del tercer y cuarto miembro, no se concretaron más de tres reuniones en el Período Académico y en consecuencia, decidimos respetar el proceso de cada una.

Comenzamos a poner en práctica algunas actividades diseñadas en las pocas semanas del Período Académico que quedaban, con miras a observar esto como una prueba piloto. Reconozco que no fue nada fácil el trabajo para dos de mis colegas (D3, D4) quienes no estaban familiarizadas con el manejo de visiones sobre la NDC en aula. Al observarlas en clase notamos que: (a) olvidaban hacer explícito el contenido de NDC que se estaba trabajando y el contexto ideado para ello, (b) se hacía mención oral a algunos aspectos de NDC de forma breve y aislada, (c) las docentes hablaban la mayor parte del tiempo y generaron escasos espacios para la argumentación estudiantil, (d) se hacía énfasis en el contenido conceptual más que en el procedimental o actitudinal, (e) se mostraban los contextos como alternativas didácticas para enseñar ciencias más no para aprenderla

en el aula, (e) no se evidenciaba en la práctica lo que se había planteado en la planificación en su totalidad.

En el caso de los miembros (D1, D2) se nos dificultó el manejo de tantos aspectos en paralelo en el aula, tales como: observarse, investigarse y dar clase. Los cambios planificados representaron mayor cantidad de trabajo y esfuerzo por parte de las docentes quienes debían atender todos los aspectos que fueron considerados en las planificaciones diarias de clase. Nos dimos cuenta de que: (a) hacíamos explícito y reflexivo el contexto de NDC que estábamos trabajando de forma oral y escrita en pizarra, pero las actividades eran tan largas que el tiempo para la discusión y reflexión estudiantil se quedaba corto, (b) fuimos muy ambiciosas con los materiales curriculares suponiendo que los estudiantes los iban a comprender con facilidad y no fue así, (c) usamos los contextos para enseñar a los estudiantes e hicimos alusión a la utilidad de los mismos para enseñar a otros y aprender con ellos, (d) tratamos de hablar menos pero nos percatamos de que es algo difícil de erradicar.

El Período Académico concluyó y procedimos a revisar los resultados para analizarlos y hacer ciertas modificaciones en los planes de estudio y cronogramas de clase. En aquel momento se convocó a una reunión de planificación y reconsideración de acciones a la cual asistimos los miembros de la Cátedra de Ciencias Naturales. En esta etapa decidimos reconsiderar algunos contenidos, hacer pequeñas modificaciones en los materiales y comenzar a probar formalmente en el siguiente Período Académico el plan de acción establecido por consenso.

### ***Sobre el Primer Momento de la Investigación***

Una vez concluido el relato sobre el proceso de planificación y ejecución preliminar de acciones procedo a narrar las impresiones que tuve como investigadora durante este ciclo. Puedo afirmar que la mayoría de los

miembros del grupo conocían poco sobre la IA, aunque habían escuchado hablar sobre ésta manifestaron no conocer sobre su proceder ni haber investigado bajo esa metodología. Esto quizás explica por qué no se construye formalmente saber pedagógico en nuestras aulas de clase.

Aun cuando tres de los miembros que se quedaron en el grupo habían leído y procesado información sobre la IA, pude percatarme de que sus ideas aún se alejaban de lo aceptado desde el ámbito de la investigación. Testimonios como los que se citan a continuación podrían servir como evidencia:

*“...en una IA tú sólo me dices que tengo que hacer y yo lo hago porque entiendo que soy tu colaboradora y necesito ayuda que me digas cómo se hace esto que es nuevo para mí...” (D3).*

Con esta afirmación me percaté de que había una idea inadecuada sobre la IA al creer que en ésta, se gesta una relación vertical en la cual yo coordinaría las acciones y ellas las ejecutarían para colaborar conmigo. Este hallazgo me hace suponer que como docentes a veces sentimos temor de experimentar cosas nuevas en el aula cuando no manejamos a profundidad algo en particular. Así mismo, el (D2) aseveró:

*“...no tengo muy claro cuál es mi rol en el grupo supongo que tú coordinarás las acciones y nosotras te ayudaremos a ejecutarlas. La cuestión es que necesito que estés conmigo en el aula y me ayudes a observarme porque difícilto que yo pueda dar clase y al mismo tiempo investigar...”*

Mientras que (D4) afirmó *“...entiendo que todas somos colaboradoras, discutimos, llegamos a acuerdos, vamos al aula y aplicamos, luego, nos reunimos y bueno, solo que tú te encargas de la logística y eres la que lleva la batuta en cuanto a las referencias teóricas porque al menos a mí me falta leer no puedo decir que sé tanto como tú, pero voy a intentarlo...”*

En estos testimonios se observa que: (a) El rol de cada docente en el grupo de IA aún no estaba del todo claro en las participantes, (b) tenían la creencia de que sus funciones estaban supeditadas ante mí como figura de experta o coordinadora de grupo tal como ellas me lo adjudicaron, (c) ideas sobre jerarquía vertical en el grupo de IA, (d) negación inconsciente a informarse y formarse en IA para ganar autonomía y autoeficacia, (d) codependencia emocional por miedos a errar, (e) negación de la posibilidad de auto investigarse y escudriñar la propia práctica, lo que dificulta el desarrollo profesional docente.

En conclusión, las docentes que están habituadas a indagar solas presentan mayor resistencia ante los cambios por un aparente temor a quedar en evidencia ante sus colegas cuando éstas acuden a visitarle en clase. Se sabe que nuestras creencias guardan estrecha relación con las actitudes, intenciones y acciones que ejecutamos. Por ello, creo que para algunas resulta más sencillo seguir investigando en solitario sin tener que exponerse a procesos de observación y retroalimentación de los pares, los cuales generan resistencia no manifiesta, rechazo y temor.

Sobre este particular, llamó mi atención la solicitud explícita de los miembros del grupo para mantener sus identidades en anonimato y respetar la confidencialidad de los resultados que se generaran en la praxis de cada quien. Sumado a ello, se me solicitó discutir las notas de campo de las observaciones de clase en privado individualmente y luego, en grupo sin revelar todos los detalles. No sé si esto ocurre en otros grupos de IA, pero en este trabajo no se me autorizó para revelar la identidad de ningún miembro.

Finalmente, se acordó comenzar a aplicar formalmente el plan en el Período Académico 2017-I con los siguientes cursos: Ciencias Naturales Integradas I dictado por tres miembros del grupo, teniendo un total de 3 secciones y 1 sección de Biología Animal dictada por una colega. No obstante, en adelante se reportan solo los hallazgos de mi cátedra puesto



que, en el caso de la docente de Biología animal no hubo más posibilidades de reunirnos a trabajar como grupo por haber asumido un cargo de gestión que le demandaba mucho tiempo.

### ***Segundo Ciclo de Investigación Acción (Período Académico 2017-II)***

En esta fase de la investigación comenzamos a ejecutar formalmente el plan de acción del grupo de IA. En los cursos de Ciencias Naturales se seleccionaron y desarrollaron 7 unidades. Cada docente debía enseñar y a la vez investigarse considerando lo siguiente: comenzar cada sesión de clase explicitando el enfoque explícito y reflexivo para enseñar la NDC que se iba a emplear, el contenido programático o tema a abordar, actividades teórico prácticas en las cuales el estudiante debía ser activo y reflexivo. En síntesis, en cada ciclo de IA desarrollado el docente debía comprometerse a:

1. Realizar un diagnóstico de ideas previas sobre los conceptos estructurantes de cada contenido programático.
2. Utilizar las ideas previas inadecuadas como indicadores didácticos para realizar las intervenciones pedagógicas.
3. Emplear al menos un contexto útil para enseñar la NDC de forma articulada con cada contenido.
4. Enseñar con un enfoque explícito y reflexivo permanentemente.
5. Favorecer un escenario para la argumentación científica estudiantil.
6. Fomentar el trabajo en grupo y el consenso entre pares.
7. Evaluar de forma oral y/o escrita el desarrollo de las visiones sobre la NDC y su influencia en la comprensión del contenido programático.

***Hallazgos del Segundo Ciclo de Investigación Acción:*** La fase de aplicación del plan de acción comenzó a ejecutarse desde la Unidad I hasta la VII. A continuación, se narra lo que ocurrió en etapa de la investigación.

**Unidad I.** En el caso de los cursos de Ciencias Naturales se trabajó con los contenidos programáticos que se mencionan a continuación: ciencia, características y procesos, el método científico y su importancia en la producción del conocimiento, la ciencia como empresa colectiva e histórica relacionada con la tecnología, cultura y la sociedad. En este sentido, se articularon los siguientes contextos de NDC al contenido programático:

- Evolución histórica del conocimiento científico.
- Provisionalidad del conocimiento científico.
- Observación científica
- La subjetividad del científico e ideas estereotipadas sobre éste y su labor
- Metodología indagatoria y el consenso científico
- El método científico y sus características
- El error en la ciencia y sus cuestiones éticas: el fraude, la competencia insana
- Los valores éticos de la práctica científica

Los resultados arrojados durante este ciclo fueron los siguientes:

1. Los materiales instruccionales diseñados para la actividad de observación científica fueron útiles para fomentar ideas sobre la subjetividad y/o carga teórica del científico durante la producción del conocimiento. Lo anterior puso en duda la creencia estudiantil acerca de la objetividad de la ciencia y la neutralidad del conocimiento científico. Sin embargo, durante el desarrollo de la actividad de reconocimiento de seres vivos el material instruccional combinaba una viñeta histórica, una nota científica de interés y las características físicas del organismo a estudiar (Ver anexo D-2).

Nos percatamos de que los estudiantes no lograron identificar a los ejemplares presentes en la práctica haciendo uso del material de apoyo. Por ello, reconocimos que: (a) no es recomendable combinar varias estrategias en un mismo material instruccional, (b) usamos un lenguaje científico elevado para estudiantes que no manejaban los términos en su totalidad, irrespetando inconscientemente el principio didáctico de la adecuación semántica, (c) los estudiantes no tenían la carga teórica para identificar a esos organismos y el material no brindó información amigable para lograrlo, (d) la nota científica fue lo que captó la atención e interés de los estudiantes, (e) la viñeta mostró la visión histórica pero no tuvo el mismo impacto que la nota científica en ellos.

Con esta actividad se pudo demostrar a los estudiantes que la observación se apoya en los diferentes sentidos del cuerpo humano, depende de la carga teórica del observador y, por tanto, es subjetiva. Ellos por su parte refirieron que, este proceso les permitió estructurar un modelo teórico sobre la realidad a partir de una descripción que puso en uso a una serie de nociones o representaciones teóricas que generalmente están implícitas en la estructura cognitiva. Adicionalmente, sirvió para que reconocieran que, en ocasiones, el observador no tiene la carga teórica para describir lo que observa y por ello, la mente recurre e debieron a

otros conceptos existentes para tratar de describir al objeto y ponerle un símbolo a través del lenguaje.

2. Se diseñó una viñeta histórica sobre la forma del planeta Tierra para presentar la evolución del conocimiento científico (ver anexo D-1). Al respecto, se pudo apreciar que resultó ser un material denso en cuanto a su contenido. Sumado a ello, se apreció dificultad durante el procesamiento de información y la elaboración de la línea de tiempo pues aparecían hechos históricos antes y después de Cristo y los estudiantes no tenían claro como ubicar fechas expresadas en números romanos y arábigos para realizar la actividad. Esto nos condujo a dar una micro-clase no contemplada de matemática para poder explicarles cómo se ubicaban las fechas. Una vez superada esta fase operativa, se constató que la actividad sirvió para que comprendieran la influencia del contexto histórico, cultural y social sobre la Filosofía de la Ciencia y la historia que se escribe sobre ella. En este sentido, los docentes en formación lograron apreciar como las creencias filosóficas de los científicos han ido marcando el desarrollo histórico del conocimiento científico sobre la naturaleza.

3. Los dibujos sobre el científico y su labor se emplearon como actividad para reconocer ideas estereotipadas sobre este aspecto epistémico de la NDC. Éstos, fueron elaborados en dos momentos del Período Académico: al inicio del curso y al finalizar el mismo con miras a comparar ideas iniciales/finales para evaluar el efecto de las intervenciones didácticas generadas para modificar visiones al respecto. La actividad resultó ser exitosa puesto que, al principio los estudiantes reportaron en sus dibujos que los científicos eran personas de avanzada edad, hombres solitarios que suelen trabajar en laboratorios mezclando sustancias químicas con fines maléficos y/o benéficos. Llamó nuestra atención la tendencia generalizada a obviar a la mujer de la labor científica y el empleo del laboratorio como único escenario para investigar. Estos resultados son coincidentes con los reportados por Martínez (2012) y

Alsop y Gardner (2017). No obstante, cuando se les solicitó a los estudiantes repetir esta actividad nos encontramos con ideas actualizadas que denotan un avance significativo en las visiones sobre el funcionamiento interno de la ciencia. Así pues, pudimos apreciar en los dibujos que los escenarios de trabajo se diversificaron, se incluyó a hombres y mujeres de diferentes edades haciendo trabajo de grupo durante la labor científica y comunicando resultados provisionales.

4. En la actividad de metodología indagatoria se puso en práctica la dinámica interna de la producción de conocimiento científico escolar (ver anexo D-3). La actividad partía de una pregunta de investigación para la cual los estudiantes debían formular hipótesis, predicciones y procedimiento de investigación; el cual, experimentaban y probaban para recopilar datos y analizarlos para su posterior comunicación. Se concluye que este tipo de actividades resulta exitoso puesto que permite a los estudiantes poner en práctica los procesos de la ciencia, conocer el papel de las hipótesis, desarrollar su creatividad e imaginación, reconocer la utilidad de la experimentación y la posibilidad de cometer errores durante el proceso. A su vez, favorece el manejo de diseños de investigación ideados por ellos mismos y el manejo crítico de los resultados experimentales que se derivan del mismo para la construcción de saberes socializados y modelos explicativos de la realidad estudiada.

5. Los materiales diseñados para analizar cuestiones éticas de la ciencia como el fraude, plagio, competencia insana, entre otros, sirvieron para que los docentes en formación comprendieran que la ciencia no es virginal y que esconde detrás de su telón algunos altibajos que hacen poner en duda las falsas creencias de perfección que se tienen acerca de ella. Los artículos de prensa resultaron sumamente útiles en este sentido para realizar los estudios de caso y el análisis de problemas éticos (ver anexo D-7).

6. Se seleccionaron dos películas que abordan aspectos sobre la Filosofía e Historia de la Ciencia:

*“El Médico” de Philipp Stölzl.* Este film estrenado en 2013 cuenta la historia de Rob Cole, un niño que queda huérfano cuando su madre muere de una enfermedad misteriosa en un pueblo minero de la Inglaterra del siglo XI. En la Edad Media el arte de curar desarrollado en la época Romana había sido ampliamente olvidado en Europa. Para aquel entonces, no habían doctores ni hospitales, sólo curanderos nómadas con conocimientos rudimentarios.

Esta circunstancia lo anima a viajar a Persia para estudiar medicina bajo la tutela del sabio doctor Ibn Sina y cumplir la promesa de convertirse en un médico y vencer a la propia muerte. A lo largo de una aventura llena de pruebas y desafíos, su búsqueda incansable de conocimiento le llevará a demostrar que la curiosidad por conocer el cuerpo humano y el ingenio pueden demostrar el poder del conocimiento científico y refutar los dogmas instaurados por la Iglesia en la Sociedad. “El Médico” es la adaptación cinematográfica del best-seller homónimo de Noah Gordon, el cual resultó ser un valioso recurso para que los estudiantes conozcan la naturaleza del conocimiento científico en épocas remotas (ver anexo D-4).

*“Altamira” de Hugh Hudson.* Estrenada en 2016, muestra la historia del arqueólogo Marcelino Sanz de Sautuola y el descubrimiento fortuito que hace junto a su hija de las pinturas prehistóricas de las cuevas de Altamira. En el rodaje se puede apreciar cómo este hecho en vez de depararle honor y reconocimiento por su contribución única, desata en Sautuola una lucha incansable para enfrentarse a la Iglesia católica y al mismo tiempo, a la comunidad científica para poder demostrar la veracidad de su descubrimiento (ver anexo D-5). Este recurso resultó ser de utilidad para mostrar la dinámica interna y

externa de la ciencia y el papel que tiene la naturaleza humana en la comunidad científica.

Con el análisis individual y grupal de estos filmes, se logró evidenciar que los estudiantes reconocieron que la creatividad y el ingenio del científico son importantes, la observación es subjetiva y depende de la carga teórica del sujeto, el método científico es útil para producir el conocimiento, que la evidencia experimental es clave para sostener una tesis.

Así mismo, que el contexto histórico, cultural, social y religioso influye sobre la actividad científica de forma negativa y/o positiva, y que la comunidad científica es en ocasiones, competitiva y cruel cuando alguien no responde a sus intereses y creencias, que las relaciones entre científicos a veces no son las más cordiales, que la ciencia y la religión pueden llegar a ser dos empresas discrepantes, y que la dominancia de algunas teorías sobre otras a lo largo de la historia nos habla de una NDC bastante cuestionable, dinámica y tentativa. Sin embargo, se confiesa que se presentaron casos aislados de estudiantes que no presentaron grandes avances en sus visiones sobre NDC al hacer el análisis de la película individualmente.

7. Los temas controversiales de interés social abordados con estrategias del enfoque CTS fueron comprendidos. Los estudiantes mostraron habilidades para establecer fácilmente relaciones entre CTS e interrelacionar por separado ciencia y tecnología, sociedad y ciencia, tecnología y sociedad. Se concluye que en esta fase la dinámica externa de la ciencia se comprendió sin mayores inconvenientes y mejoró la actitud estudiantil hacia la ciencia.
8. Todas las actividades, estrategias y recursos empleados para el abordaje de la Unidad I en los diferentes cursos resultaron ser

excesivas en cuanto a la cantidad de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. Por esta razón, las docentes decidieron atender las solicitudes de los estudiantes de reducir el número de actividades en futuros cursos puestos que éstos, alegaron sentirse saturados de información sobre la NDC y con un exceso de responsabilidades que cumplir.

**Unidad II.** En esta fase experimental se trabajaron los siguientes contenidos en los cursos: la materia, los materiales, propiedades características y no características de la materia, fuerzas intermoleculares, estados físicos de la materia, uso de los materiales de acuerdo a sus propiedades. Estos contenidos fueron articulados con los siguientes aspectos de NDC identificados:

- Historia de la ciencia
- Influencia del marco teórico en las observaciones del investigador
- Metodología indagatoria
- Funcionamiento interno de la ciencia
- Cuestiones éticas de la ciencia



Los resultados que emergieron en esta etapa se relatan a continuación: se diseñó una viñeta para dar a conocer el origen histórico de las ideas sobre densidad (ver anexo D-9). En este corto relato se pretendía que el estudiante comprendiera la labor del científico, el papel del ingenio y la creatividad, la utilidad de la experimentación y del conocimiento científico generado para la determinación de la densidad de los materiales. La actividad generó sorpresa y agrado en los estudiantes quienes manifestaron no conocer esta historia, la cual les facilitó la comprensión del término densidad y la importancia de su aplicación en la vida cotidiana.

Se trabajó con metodología indagatoria para realizar la práctica de laboratorio abierto denominada “las estaciones para el estudio de la materia” (ver anexo D-8). Inicialmente se formuló una pregunta de investigación que los estudiantes debían responder por estación ideando un procedimiento de investigación que les permitiera recabar datos, procesarlos, analizarlos y establecer las conclusiones de sus hallazgos. Durante esta etapa se hizo uso de la argumentación científica para que los estudiantes pudieran defender y sostener la tesis del grupo. Finalmente, operar bajo condiciones similares a las de la comunidad científica permitió familiarizarse con el funcionamiento interno de ésta al aplicar procesos de ciencia, corregir errores, reconsiderar planes experimentales, superar obstáculos operativos y diferencias personales, discutir resultados, trabajar en equipo, argumentar científicamente, establecer acuerdos y conclusiones consensuadas, comunicar resultados y valorar la indagación como método para construir el conocimiento científico escolar.

**Unidad III.** Los contenidos trabajados durante esta etapa en los cursos de Ciencias Naturales se mencionan a continuación: el átomo y su estructura, concepciones antiguas sobre la estructura atómica, modelos atómicos y su

evolución, los elementos químicos, importancia y aplicaciones tecnológicas. Éstos, se articularon e integraron con los siguientes contextos de NDC:

- Evolución histórica de la ciencia
- Provisionalidad del conocimiento científico
- Los modelos científicos
- Visión teórica y problemática de la ciencia
- Funcionamiento externo de la ciencia
- Aportes de la ciencia a la cultura y progreso de la humanidad

Iniciamos reconociendo que, esta unidad de contenido sobre Química es una de las que presenta mayor complejidad para su comprensión por parte de los estudiantes. Por ello, decidimos idear una serie de actividades que permitiesen conocer el origen de estos saberes y comprender la utilidad de los mismos en la vida cotidiana. Al respecto debemos reportar que, en el caso de Ciencias Naturales se emplearon muchas actividades durante las sesiones de clase con fines demostrativos tales como: (a) modelo para simular la existencia de espacios vacíos en el átomo, (b) experimentos empleando un tubo con la Cruz de Malta para mostrar la existencia de los rayos catódicos, su propagación rectilínea y la naturaleza eléctrica de la materia, (c) experimentos para desviar las cargas eléctricas en movimiento por la acción de campos magnéticos, (d) experimentos para evidenciar fluorescencia y dispersión de la luz, (e) construcción y análisis de modelos atómicos, (f) aplicaciones tecnológicas de los elementos químicos usando redes CTS.

Lo anterior, generó las siguientes impresiones en los miembros del grupo de IA que observaron las sesiones de clase: se hizo diagnóstico de ideas previas y se explicitó el contexto de NDC y el contenido a tratar, se realizó un buen uso de los modelos científicos y se percibió muy útil la estrategia al mostrar porqué se refutan las ideas preexistentes, se percibió el interés docente por favorecer la participación estudiantil, resaltar la labor de otros científicos en los productos científicos de actualidad, se usó el modelo de metodología indagatoria y no se dio la respuesta por adelantado, además se manejó el contenido apropiadamente. En conclusión, en términos operativos desde el punto de vista de los miembros del grupo el trabajo fue exitoso.

No obstante, cuando se recolectaron los trabajos y opiniones de los estudiantes se apreció que: algunas ideas detectadas en el diagnóstico mejoraron notablemente mientras que otras parecen haberse complicado aún más. Aunado a ello, se consideró que el uso de mucho instrumental y actividades en paralelo dejó una idea sobre la imposibilidad de ejecutar estos experimentos en la escuela por falta de material. En cuanto a los modelos se argumentó que, sirvieron para constatar la provisionalidad del conocimiento científico y el aporte de los científicos a la humanidad. Mientras que, el enfoque CTS les resultó útil para comprender las aplicaciones tecnológicas que tienen los elementos químicos en la vida cotidiana. En conclusión, al evaluar este ciclo de experimentación se acordó que el grupo debía reunirse para replantear actividades, modificar materiales instruccionales y tomar decisiones sobre el plan de acción reestructurado para el Período Académico 2017-II.

**Unidad IV.** El contenido abordado en los cursos de Ciencias Naturales fue el siguiente: sustancias puras y mezclas, tipos de mezclas, disoluciones y niveles de concentración, importancia en la vida cotidiana, suspensiones, coloides. Para su enseñanza se eligieron los siguientes contextos de NDC:

- Observación científica e inferencia
- Metodología indagatoria
- Funcionamiento interno de la ciencia
- Procesos de la ciencia
- Consenso científico
- Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad

La comprensión del contenido programático se facilitó al emplear la indagación como metodología para construir conocimientos. Observamos que el proceso del manejo procedimental de los experimentos, el trabajo y consenso grupal y la socialización de resultados dieron cuenta de la adquisición de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales que antes no lográbamos transponer significativamente en las clases magistrales o en laboratorios estructurados. Nos percatamos de que la actividad práctica para analizar el nivel de concentración de las disoluciones y su efecto sobre la salud fueron muy exitosas puesto que puso a los estudiantes a tomar decisiones razonadas sobre el tipo de soluciones a consumir en la vida cotidiana. Para el grupo de IA esta actividad resultó muy alentadora puesto que se observaron los avances en las visiones sobre la NDC cuando los estudiantes resaltaban la utilidad del conocimiento científico en la vida cotidiana y la comprensión de los efectos de los productos tecnológicos en la sociedad y viceversa. Creemos que estos testimonios dejan ver algunos indicios de alfabetización científica.

**Unidad V.** En esta fase de la investigación se trabajaron los contenidos de energía, leyes de la termodinámica, tipos de energía, transformación de la energía, uso sustentable de la energía. Los aspectos de NDC que fueron articulados para su abordaje se mencionan a continuación:

- Relaciones de la sociedad con el sistema tecno-científico
- Valores éticos de la práctica científica
- Asuntos controvertidos de interés social
- Utilidad de la ciencia y tecnología en la vida cotidiana

Los contextos con enfoque CTS permitieron que los estudiantes se familiarizaran con las fuentes de energía renovables y no renovables y que tomaran decisiones razonadas para elegir las mejores fuentes de energía para Venezuela y el mundo. Durante las actividades teórico-prácticas se pudo contextualizar el conocimiento científico y ubicar geográficamente las distintas fuentes de energía de las que se dispone en el país. Se evaluaron las ventajas y desventajas de cada fuente energética y por consenso se tomaron decisiones razonadas al respecto. La actividad sirvió para valorar los aportes de la ciencia y la tecnología a nuestra calidad de vida y las implicaciones éticas de los avances en esta materia.

**Unidad VI.** El programa contempla en este apartado el abordaje de las teorías sobre el origen y evolución del Universo y del Sistema Solar, componentes e interacciones, posibilidades de vida en otros planetas. Aquí se trabajó con articuladamente con los siguientes contextos de NDC:

- Visión histórica de la ciencia
- Aportes de la ciencia a la cultura y la sociedad
- Límites de la ciencia

En esta sesión se pudo apreciar el tedio de los estudiantes ante la lectura y discusión de las diferentes teorías sobre el origen del Universo. En ocasiones, manifestaron aburrimiento ante este tipo de contenido y refirieron la necesidad de hacer esta clase más dinámica y menos teórica. Sin embargo, la actividad sirvió para que comprendieran la coexistencia entre teorías discrepantes.

Posteriormente, se trabajó con la construcción de un modelo a escala para representar el Sistema Solar y sus componentes. El propósito de esta actividad fue poner a los estudiantes a construir patrones en grupo para que pudieran comprender las interacciones que ocurren entre los cuerpos celestes, al modelizar una realidad y profundizar sobre su funcionamiento. Anteriormente, debieron realizar una investigación científica escolarizada para poder elaborar el modelo a escala. Se observó que, aunque no todos los estudiantes se veían motivados a participar, la mayoría optó por valorar la estrategia, hacer la actividad y apreciar la utilidad de los modelos científicos. Al respecto, se citan algunos testimonios estudiantiles que permiten suponer que la actividad fue exitosa:

*“...un modelo científico nos permite representar un fenómeno, un proceso, un sistema o una idea que trata de explicarnos la realidad*

*siendo muy útiles en el caso de lo que no podemos observar en la cotidianidad” (P-6).*

*Así como “...no había valorado nunca los modelos científicos en mi etapa formativa, ahora comprendo asuntos abstractos y además me doy cuenta de que no debe ser ni fácil ni rápida su elaboración. Los científicos son pacientes y admirablemente útiles a la humanidad cuando quieren serlo”. (P-11).*

*Por último, “...Los modelos nos permiten poner a prueba nuestras concepciones y probar empíricamente si estamos acertando o errando cuando intentamos modelizar un fenómeno natural tan grande como el que ocurre en el Sistema Solar” (P-9).*

Por último, se desarrolló una actividad para abordar los límites de la ciencia haciendo uso de la estrategia estudio de caso (ver anexo D-12). Para nuestra sorpresa ésta resultó ser muy motivadora y causó sorpresa en los estudiantes quienes parecían no estar conscientes de que la ciencia tiene sus límites en cuanto a lo que nos resulta desconocido, incognoscible o impertinente.

**Unidad VII.** Los contenidos científicos que se trabajaron en esta parte fueron: teorías sobre el origen de La Luna, sistema Tierra-Luna-Sol y sus características, fases lunares y eclipses, consecuencias de la atracción de la Luna y el Sol sobre la Tierra: mareas. Consecuencias de los movimientos de traslación y rotación de la Tierra: estaciones, día y noche. Los contextos de NDC empleados en esta unidad fueron:

- Enfoque histórico de la ciencia
- Provisionalidad del conocimiento científico
- Modelos científicos
- Aportes de la Ciencia a la cultura y la Sociedad

Como investigadoras pudimos apreciar un gran avance en esta etapa de la investigación puesto que, para entonces, los estudiantes ya manejaban ideas actualizadas sobre la NDC y construyeron con facilidad líneas de tiempo donde se exponían las teorías sobre el origen de la Luna y en consenso, analizaron cada una consensuando cuál era la más plausible. Reconocieron que el conocimiento científico es provisional y que la ciencia es abierta y falible.

En este caso, se observó mayor interés por el trabajo e integración de los miembros del grupo. Adicionalmente, se hizo uso de los modelos científicos para representar al Sistema Tierra-Luna-Sol y comprender a través de éste y una serie de actividades experimentales, los eclipses, fases lunares, estaciones, el día y la noche. Durante las simulaciones se constató que el uso de la metodología indagatoria favorece la comprensión de los contenidos conceptuales que en cursos anteriores no parecían entenderse con facilidad. Aunado a ello, la elaboración de modelos a escala favorece el aprendizaje significativo y permite evidenciar la aplicación de conceptos estructurantes por parte de los estudiantes quienes se hacen co-participes del proceso de construcción de saberes consensuados.

### ***Resultados de la Investigación Acción de Primer Orden***

Entiendo por investigación acción de Primer Orden al proceso de indagación que se desarrolló entre el docente y sus estudiantes en procura de soluciones para las problemáticas planteadas en este estudio. Durante esa etapa de interacción intentamos responder a las preguntas de investigación de la Tesis Doctoral. En primera instancia presento los resultados que responden a la siguiente interrogante: ¿Cuáles fueron los indicios de un manejo de visiones actualizadas sobre la NDC en los estudiantes al emplear un CPC para su enseñanza?



En adelante, se presenta una narrativa que expone las perspectivas estudiantiles sobre la NDC que se abordaron siguiendo la clasificación expuesta por Acevedo (2017) en la cual se contemplan los aspectos epistémicos y no epistémicos de la ciencia y del conocimiento científico. Una vez analizados los documentos escritos de los estudiantes, entiéndase por éstos, a todos aquellos protocolos generados en las diferentes actividades evaluativas se procedió a establecer la presencia de indicios sobre un manejo de visiones actualizadas acerca de la NDC.

### ***Visiones estudiantiles sobre los aspectos epistémicos de la ciencia***

En primer lugar se develò la presencia de ideas acerca de la “*Naturaleza de los procedimientos de la Ciencia*” al trabajar con la observación científica como contexto de NDC. Sobre la base de los testimonios estudiantiles articulè una concepción grupal sobre este aspecto que da cuenta de los aprendizajes alcanzados por ellos “...*La observación científica se apoya en los sentidos del cuerpo humano y en ocasiones, en el instrumental necesario para recopilar información y describir el fenómeno u objeto. Depende de la carga teórica del investigador y, por tanto, es relativamente subjetiva. No obstante, no siempre el investigador dispone de la carga teórica para describir y elaborar un modelo sobre lo observado, por ello, recurre a otros conceptos para aproximarse a la realidad que pretende comprender y describir...*”

Como soporte de lo anterior cito los siguientes testimonios:

“...*a veces no tenemos idea de lo que estamos observando. Lo que ocurre es que no tenemos teoría para describir y eso no lo sabía antes ...*” (P-9).

*“...Podemos estar observando todos lo mismo pero cada quien interpreta según su subjetividad y después tenemos que ponernos de acuerdo para ver cuál es la explicación más lógica o aceptable...” (P-3).*

*“...yo juraba que la ciencia era objetiva y que el científico describía todo tal cual lo veía. Ya sé que no es así pues en clase me dí cuenta que aunque todos estábamos observando las mismas cosas nuestras respuestas o hipótesis eran diferentes...” (P-17).*

*“...La observación es un proceso de la ciencia importante. Entendí que su naturaleza es subjetiva pues y que hay manera de que todos observemos algo y seamos objetivos al respecto. Esto cambió mi idea de que la ciencia era neutral tal como me decían otros profesores de Ciencias...” (P-13).*

En segunda instancia, se trabajó desde el contexto de la “*Metodología Indagatoria para simular la Actividad Científica*”. Al respecto, se mencionan algunos testimonios realizados por ellos:

*“...Me sorprendió que en este curso nosotros mismos creábamos el procedimiento de investigación y no la profesora. En otras materias eso no ocurre. Si errábamos en el proceso replanteábamos los pasos varias veces hasta perfeccionar el procedimiento...” (P-5).*

*“...Aprendí a hacer ciencia en grupo y por mi cuenta en este curso. Yo pensaba que la ciencia era algo inalcanzable, pero ahora sé cómo trabajan los científicos y eso me quitó la idea de que solo hacen ciencia los superdotados...” (P-11).*

*“...los procesos de la ciencia son útiles para buscar respuestas, demostrar cosas y construir conocimientos científicos escolares, además, ayudan a comprender el contenido haciendo uno mismo la investigación...” (P-10).*

Durante esta etapa experimental los estudiantes reflexionaron y lograron construir las siguientes ideas:

*“... el método científico es un procedimiento de investigación y/o guía flexible que podemos seguir durante la indagación científica. Se trata de una actividad humana, errática, perfectible, consensuada, de trabajo compartido y socializado que nos permite familiarizarnos con la dinámica interna de la comunidad científica y emplear los procesos de la ciencia para construir conocimientos.” (P-4).*

Aun cuando la metodología indagatoria es considerada útil como enfoque implícito para familiarizar a los estudiantes con la dinámica interna de la ciencia, tal como refiero en Martínez (2012); aquí se empleó de forma explícita y reflexiva para que pudieran comprender que la ciencia como empresa humana no es perfecta, aséptica y elitesca tal como hemos venido creyéndolo debido a nuestras ideas de sentido común.

Del mismo modo, durante esta etapa se resaltó *“el papel de las hipótesis en el procedimiento de investigación”*. Durante la etapa experimental se formulaba una o varias preguntas y/o se planteaba un problema. Los estudiantes por su parte debían plantear sus hipótesis de investigación y comprender su utilidad en la fase de aceptación o refutación de los supuestos que nos mueven a responder nuestras interrogantes. Algunos comentarios permiten inferir que lograron construir las siguientes ideas en consenso con la docente:

*“...Una hipótesis es una conjetura o suposición que hacemos sobre algo. Se trata de un enunciado no verificado que requiere de contrastación empírica para su confirmación o refutación. Por lo tanto, el papel de las hipótesis es generar una respuesta alternativa al problema de investigación con base científica...” (P-2).*

Otros opinaron “...las Hipótesis actúan como supuestas respuestas a mis preguntas...” (S-3) o “...si hay un problema y suponemos algo sobre éste, establecemos nuestras hipótesis para verificar a través de la experimentación si son dignas de rechazo o aceptación...” (S-8).

Así mismo, se articularon actividades para que ellos pudieran comprobar sus hipótesis valorando “*El papel de la Experimentación*” como uno de los procesos de la ciencia que permite ponerlas a prueba a través de la experiencia. Una vez concluidas las etapas experimentales, los estudiantes habían construido las siguientes ideas que se citan a continuación:

*“... nosotros actuábamos como lo hace el científico al poner a prueba las hipótesis en la experimentación. Durante esa etapa nos apoyamos en diversos procesos de la ciencia para obtener respuestas a nuestras interrogantes. Esto se siente bien, nos hace entender fácilmente el contenido y no se nos olvida lo que hicimos como cuando lees algo y después ya no recuerdas al tiempo lo que habías aprendido...”* (S-13)

Estos resultados son similares a los reportados por Martínez (2012) quien afirma que, los contextos experimentales sirven para que los estudiantes se familiaricen con el quehacer científico y la dinámica interna de la ciencia, lo que da una idea de la Naturaleza de este trabajo y a su vez, favorece aprendizaje significativo de los contenidos que son enseñados bajo esta metodología.

Aunado a ello, el siguiente testimonio me pareció muy interesante por los términos que empleó el estudiante al final de la cita:

*“...nosotros al igual que los científicos experimentamos para probar o refutar nuestras hipótesis. Hacer esto en las clases nos ayudó*

*a conocer la naturaleza del proceder científico y a darnos cuenta de que la ciencia es humana e imperfecta...” (S-15).*

Con esta actividad se logró mejorar la visión estudiantil sobre la naturaleza de la empresa científica al ser vista como un complejo social eminentemente humano, errático, perfectible y cambiante.

Para concatenar este constructo con el que sigue, se ideó resaltar “*el papel de los errores en el desarrollo científico*” haciendo uso de actividades experimentales y ejemplos de la vida real para que los estudiantes pudieran darse cuenta de la dimensión errática que está presente en la visión científica sobre el mundo, la investigación y la empresa científica. Cuando esto ocurrió, se generaron una serie de opiniones grupales e individuales que se pueden leer en los siguientes testimonios:

*“...La ciencia como actividad humana es errática, pero perfectible. Se reconoce que las fallas forman parte del proceso científico y por eso, el desarrollo de la ciencia está supeditado a la vulnerabilidad del hombre y, a la supervisión de la comunidad científica...” (P-5).*

Articular las ideas del grupo de estudiantes y lograr este constructo fue muy satisfactorio puesto que en éste confluyen varias visiones actualizadas sobre la NDC, tales como: la dimensión humana del científico, la vulnerabilidad del ser humano y de sus resultados, la falibilidad de la ciencia y la posibilidad de falsación de los resultados por parte de la comunidad científica. Así mismo, fue gratificante notar sorpresa en los estudiantes quienes opinaron que:

*“...guao que sorprendente fue darme cuenta de esto. No tenía idea de que los científicos se equivocaban y cometían errores. Jamás lo pensé yo creía que ellos eran perfectos y todo lo tenían bajo control.*

*Ahora veo que son solo humanos igual que nosotros y se pueden equivocar...” (P-13).*

Con esto se puede apreciar cómo la idea de perfección y deshumanización de la ciencia se derrumba. Sumado a ello, llama la atención la sorpresa que esto genera en una persona que había creído que no había ninguna posibilidad de que el científico errara, cuando no hay nada más alejado de la realidad. Lo anterior, se explica en la investigación hecha por Pujalte, Bonan, Porro y Adúriz-Bravo (2014) quienes alegan que, una baja comprensión pública de la ciencia es atribuible a una enseñanza de baja calidad, sí como también a una imagen distorsionada de la misma en los medios de comunicación, lo que ha contribuido con la generación de ideas estereotipadas sobre la ciencia.

Así mismo, se puede observar la dimensión emocional que permea al siguiente alegato:

*“...yo pensaba que la ciencia era exacta, perfecta y una fuente de verdades absolutas. Confieso que sentí decepción de ver que a veces nos han engañado con fraudes o resultados alterados. También sé que no todos los científicos hacen eso. Ahora sé que se trata de seres humanos haciendo un trabajo como el de cualquier otro pero en este caso movidos por ambiciones, sueños de gloria y en algunos casos, vocación de servicio. Hay de todo en este mundo al igual que en cualquier otro trabajo...” (P-16).*

Al leer esto, creo necesario reconocer que hemos contribuido con la construcción de ideas inadecuadas sobre la NDC puesto que, nos hemos dedicado enseñar la visión científica del mundo y pocas veces, a mostrar a la ciencia como proceso y empresa científica. Sobre este particular, hacen referencia Furman y De Podestá (2009) quienes exponen una propuesta pedagógica para explicar la mirada que suelen tener los docentes sobre las Ciencias Naturales. Al respecto, las investigadoras explican que la ciencia debe ser vista bajo la analogía de una moneda que tiene dos caras

inseparables. Sin embargo, se ha evidenciado que se trabaja en mayor proporción con la primera cara de la moneda “la ciencia como producto” entendiéndose por ésta, al cuerpo de saberes (conceptos, leyes, principios, teorías) que presentamos a los estudiantes para explicar el mundo natural dejando de lado a la otra cara de la moneda “la ciencia como proceso”. Lo anterior, ha traído como consecuencia que poco se conozca sobre los modos de estudiar la realidad y por ende, que el estudiante no haya adquirido las competencias científicas que le permitirían familiarizarse con la NDC.

No obstante, en esta investigación se trabajó con ambas dimensiones de la ciencia “como proceso y producto” para coadyuvar con el proceso de alfabetización científica de la ciudadanía. Para ello, se concatenaron dos metas fundamentales de aprendizaje: (a) que el estudiante comprendiera las explicaciones científicas sobre el funcionamiento del mundo natural, (b) que los estudiantes desarrollaran las competencias científicas necesarias para entender la NDC a través de la implementación del CPC.

Para lograr esto último, se diseñaron actividades con el fin de demostrar la *“Influencia de las creencias en las actitudes del científico”* puesto que las fundamentaciones religiosas, políticas, culturales y sociales del científico influyen sobre el devenir histórico de la ciencia y en los productos que éste genera. Sobre este particular, los estudiantes afirmaron que el marco referencial de los científicos supone una carga subjetiva importante en la práctica al esgrimir opiniones como las que se citan a continuación:

*“...el científico mira el mundo desde un paradigma y de ello dependen sus creencias, actitudes y habilidades para hacer ciencia” (P-8).*

*“...los políticos influyen sobre la actividad científica y encuentran sus seguidores en esta empresa, creo que los manipulan según sus intereses particulares...” (P-2).*

*“... Venezuela es un ejemplo de como el contexto social influye en el desarrollo científico. Aquí los científicos que están en contra del*

*sistema político ya no tienen posibilidades de investigar porque no hay financiamiento para ellos y además están más ocupados en pensar en la próxima comida que en investigar. Es triste pero cierto...” (P-11).*

En esta etapa de la investigación causó mucho revuelo en los estudiantes leer los artículos de prensa “Venezuela abroad” y “*Science struggles on in my ravaged country*” (ver anexo 4 y 5). Para ellos fue sorprendente leer que: “*Sin ciencia no hay desarrollo ni prosperidad alguna*”. Llamó nuestra atención saber que estudiantes en edad adulta no estuviesen conscientes de que el desarrollo de una nación depende de su desarrollo científico y tecnológico, al leer testimonios como estos en sus escritos:

*“...yo no sabía que el desarrollo de mi país dependía de los científicos, eso me sorprendió. Pensé que dependía de la venta del petróleo. Ya entiendo porque la ciencia es importante. Yo antes no tenía idea de esto, no entendía para que me ponían a ver esas materias en el liceo...” (P-14).*

Por otra parte, la actividad sirvió para que reconocieran en cuáles escenarios se encuentran nuestros científicos y en qué condiciones trabajan, qué los afecta y qué impide el desarrollo científico de la nación, al manifestar las siguientes reflexiones:

*“quién puede creer que en las universidades están los científicos pensando en que van a comer más tarde. Uno cree que el desarrollo del país depende de gente muy avanzada de otros países, pero ya veo que no, que eso depende de nosotros mismos y que Venezuela está en estado de sitio, atrapada en el subdesarrollo...” (P-16).*

*“...leer que a un científico le afecta tanto como a mí la crisis social y económica del país me sorprendió. Uno piensa que a ellos nada los afecta y ahora sé que son tan humanos como nosotros y que en esta situación solo intentan sobrevivir. Saber esto me estremeció así como saber que ya no se investiga y publica como antes, es decir, hemos retrocedido mucho...” (P-6).*

*“... aunque haya petróleo y se venda eso no es suficiente si los políticos no invierten dinero en las Universidades y los sitios donde se*



*hace investigación. Por más que el científico venezolano quiera hacer ciencia ya veo que sin agua, sin reactivos, sin dinero, sin luz no puede hacer mucho que se diga...” (P-17).*

Lo antes expuesto, dio una idea de “*la dimensión humana del científico*” al grupo de estudiantes, quienes pudieron mejorar sus visiones sobre éste al exponer que:

*“...son seres humanos con las mismas necesidades que nosotros, con metas, intereses, ambiciones, imperfecciones y vulnerabilidades. También son perseverantes, estudiosos, pacientes, creativos e inteligentes...” (P-2).*

*“...un científico es un ser humano, tiene familia, lucha igual que nosotros, pero se dedica a diario a producir conocimientos y a satisfacer nuestras necesidades.” (P-1).*

*“... ahora los veo con otros ojos, son tan humanos como nosotros. En medio de tantos problemas en el país siguen luchando por nuestro desarrollo aunque también sé que muchos se han ido del país y eso es perjudicial para nosotros...” (P-5).*

Con una visión humanizada de los científicos se procedió a familiarizar a los estudiantes con “*la dinámica interna de la práctica científica*” procurando que en las sesiones de clase tanto en aula, laboratorio y campo ellos estuvieran conscientes de que estaban trabajando como científicos. Al respecto, un estudiante generó la siguiente reflexión:

*“...trabajar como científicos desde los escenarios educativos permite construir una visión realista sobre esta labor. Ahora sabemos que los espacios desde los cuales se hace investigación son variados y que no se limitan solo al laboratorio. Por otra parte, pudimos reconocer que hay espacios a los cuales no se ha podido acceder por las limitaciones humanas del científico y su instrumental tecnológico como el Sol, los planetas, los átomos, etc. Salir del aula y hacerlo diferente depende de nosotros los maestros...” (P-14).*

Esto encuentra apoyo en los testimonios individuales que se presentan a continuación:

*“...mis ideas iniciales en mi dibujo contemplaban el trabajo del científico en un laboratorio. Después de ver este curso comprendí que podemos hacer ciencia en el campo, en el mar, en el bosque, en el aula o la calle, todo depende del interés investigativo del momento...” (S-12).*

*“...Nunca imaginé que usaba los procesos de la ciencia en mi vida cotidiana. Menos aún que podía usarlos para hacer ciencia de forma similar a la del científico...” (P-11)*

*“... lo que sabemos sobre el átomo o las estrellas es el producto de la imaginación y el ingenio del hombre. Me sorprende ver como logran imaginar eso y hacer los modelos para mostrarnos algo que no han visto...” (S-13).*

Consideramos que el empleo de modelos científicos en las sesiones de clase dejó estas impresiones en los estudiantes cuando participaron en las actividades propuestas para valorar *“El papel de los modelos y la modelización de la ciencia”*. Aquí se destacó el hecho de que la modelización es un proceso complicado que amerita de mucha creatividad e imaginación por parte de los científicos. Se destacó que, aunque los modelos no se ajustan con perfección a todos los detalles del mundo proporcionan información útil y profunda sobre su funcionamiento. Los estudiantes por su parte reconocieron lo siguiente:

*“...para construir un modelo científico se requiere de tiempo, pruebas, comparación y revisión de ellos por años...” (P-4).*

Sin embargo, reconocieron lo siguiente:

*“...nos cuesta llegar a imaginar el mundo abstracto, pero gracias a los modelos científicos podemos tener una imagen sobre eso que no podemos ver...” (P-6).*

*“...los modelos son útiles para entender el funcionamiento de las cosas, ej.: el átomo pero también para recordarnos que los conocimientos y modelos cambian...” (P-3).*

Los resultados permiten inferir que, este tipo de intervenciones didácticas sirven para destacar la provisionalidad del conocimiento científico,

el error en la ciencia y el poder explicativo transitorio de los modelos científicos, lo cual es coincidente con los resultados encontrados por Pérez, Mazzarella y Ojeda en (2013). En dicha investigación, ellas afirman que sus estudiantes no lograron reconocer que la existencia de nuevos datos y pruebas ocasiona la reformulación de los modelos científicos.

En el caso de nuestra investigación los estudiantes si lograron identificar los aspectos que hacen que un modelo sea refutado y gracias a ello, mencionaron la importancia de construir ciencia sobre la base de los trabajos de los científicos que los antecedieron, dando una idea de que la ciencia aunque es acumulativa también puede avanzar a través de grandes revoluciones. En los siguientes testimonios se pueden leer las construcciones de los estudiantes:

*“...con los modelos científicos fui viendo como lo que un científico hizo explicó la realidad por un largo tiempo, pero después vino alguien que aportó nuevas evidencias para mejorar al modelo anterior y así sucesivamente ...” (P-9).*

*“...yo no sé como Demócrito se imaginó cómo era la parte más pequeña de la materia, tenía mucha imaginación. Pero gracias a él ya antes de Cristo había una idea sobre el átomo. Por supuesto, es lógico que no le creyeran nada en esa época y lo que más me llamó la atención fue la cantidad de tiempo que llevó retomar las ideas cuando apareció Dalton...” (P-8).*

*“... Imaginar a la humanidad creyendo por años que la Tierra era plana y luego, saber que Aristóteles demostró que durante un eclipse de Luna se podía ver la sombra redondeada de la Tierra en la superficie lunar fue muy fascinante para mí, pues se trataba de observar y tener ingenio suficiente para refutar una idea ilógica...” (P-17).*

### ***Visiones estudiantiles sobre los aspectos no epistémicos de la ciencia***

En este apartado se presentan los resultados develados durante el desarrollo de las actividades diseñadas para conocer los factores internos de operan en la comunidad científica. En esta etapa se destacaron *“las relaciones profesionales de la comunidad científica”* usando artículos de prensa y el estudio de casos como estrategia para discutir en grupo aspectos relacionados con éstas. Al respecto, los estudiantes esgrimieron lo siguiente:

*“...Los científicos son seres humanos que establecen relaciones de poder entre ellos, tienen intereses, ambiciones, virtudes y defectos. Algunos persiguen sus cargos acumulando méritos mientras que otros, los obtienen con ayuda o por competencia insana...” (P-14).*

*“...El Estado o la empresa privada tienen poder sobre los científicos y ellos trabajan por éstos. Hay una relación entre ambos factores...” (P-17).*

*“...Para tener reconocimientos algunos científicos cometen fraude publicando varias veces con los mismos datos para reunir méritos eso no lo sabía y me parece cuestionable...” (P-12).*

*“...los científicos necesitan relacionarse con otros profesionales no pueden hacer todo solos, ellos requieren que la comunidad científica los apoye tal como se vio en la película Altamira pues sin ese apoyo no somos reconocidos. Aunque a veces por envidia o por no dar el brazo a torcer algunos científicos les hacen la vida imposible a otros. Eso también lo aprendí en esta tarea y me pareció cuestionable...”(P-2).*

No obstante, se intentó mostrar en clase que se puede llegar a establecer *“la cooperación científica”* entre investigadores, tal como ocurre en las comunidades de investigadores. Esto para aminorar los efectos que generó la película en ellos. Al respecto cito los siguientes pensamientos estudiantiles:

*“...Los científicos establecen grupos de trabajo y se comportan como grandes colaboradores así como lo hacíamos nosotros. Sin*

*embargo, sé que a veces es difícil trabajar en grupo y ponerse de acuerdo e imagino que a ellos les pasa lo mismo...” (P-10).*

*“...no me queda duda de que todos no son iguales. Creo que hay muchos que trabajan por el bien de la humanidad y colaboran sanamente entre sí...” (P-3).*

*“...los científicos trabajan en grupo no podrían hacerlo solos. Necesitan cooperación y consenso científico para hacer sus estudios y poder publicarlos...” (P-7).*

Acto seguido, se consideró necesario destacar el siguiente aspecto de la naturaleza interna de la comunidad científica “*competitividad científica*”. En esta fase observamos como entre equipos de trabajo se generaba naturalmente la competencia en el momento de presentar mejores resultados, terminar antes las actividades, no suministrar datos, ocultar información, entre otros factores. No se observó en las actividades de campo actitudes proclives a la colaboración entre pares. Ante esto, se decidió intervenir y preguntar por qué ocurría esto en clase. Los estudiantes aludieron las siguientes razones en privado:

*“... si ellos no traen todos sus materiales y no estudian no merecen la misma calificación que nosotros y si le damos nuestros datos ellos saldrán mejor que nosotros...” (P-1)*

*“...si terminamos antes tendremos más tiempo para analizar datos y argumentar en nuestro informe. Nos gusta trabajar así no es competencia es eficacia...” (P-11).*

*“...ellos siempre quieren ser mejor que los demás y ya no nos importa. Si le pedimos una tarea o una información nunca no las dan. Es mejor que ellos estén por su lado y nosotros aparte haciendo lo mejor que podemos hacer juntos...” (P-7).*

No nos fue posible limar las asperezas entre los estudiantes en las diferentes secciones. Es muy común presenciar este tipo de situaciones en los grupos de clase. Intentamos en varias oportunidades integrarlos, reconciliarlos y mejorar la dinámica interna entre ellos, pero finalmente, al

terminar las actividades volvían a agruparse con los compañeros con los que solían trabajar siempre.

Con respecto, a las actividades desarrolladas para abordar este aspecto de la competencia entre científicos se logró recopilar la siguiente información:

*“...La labor científica ocurre en un escenario humano donde la competencia forma parte del día a día. El reconocimiento de los científicos como productores de conocimiento es un proceso complejo que amerita de una gran inversión de tiempo y les produce estrés. Nosotros también sentimos lo mismo cuando íbamos a ser evaluados...” (P-6).*

*“...competir en la comunidad científica es natural para ser aceptado y respetado. A todo el mundo le gusta que lo reconozcan y feliciten por algo que logró. Aquí aprendimos que a la hora de presentar algo siempre tenemos tendencia a querer ser los mejores, los que mejor hicieron la tarea...” (P-4).*

Durante las actividades experimentales se incorporó la idea de “*la Influencia del género*” al revisar los dibujos sobre el científico y destacar las ideas iniciales que tenían sobre su sexo. La mayoría dibujó a hombres realizando actividad científica y se obtuvieron escasas representaciones gráficas que incluyeran a la mujer en este tipo de labor. Estos resultados son similares a los encontrados por Martínez (2012) y Pujalte u otros (2014) en los cuales se encontró en el imaginario de los estudiantes una influencia marcada del género masculino en la actividad científica. Después de realizar las actividades experimentales y explicitar la presencia y el protagonismo de ambos géneros en el escenario científico, se logró recopilar la siguiente información en los estudiantes:

*“...al hacer ciencia en el aula había más mujeres que hombres, pero, sabemos que, en la comunidad científica es al contrario, hay más hombres que mujeres, pero si las hay...” (P-16).*

*“...es difícil para la mujer tener el mismo acceso a la ciencia pues no tiene tanto tiempo como los hombres para esas labores. Creo que por eso ellas están presentes en menor porcentaje...” (P-11).*

*“...antes no consideraba a la mujer como científica la veía haciendo más cosas de mujeres. Ahora sé que hay muchas haciendo cosas importantes en la ciencia y que son tan influyentes como los varones...” (P-7).*

Así mismo, en las secuencias didácticas que ameritaban trabajo de grupo se destacó la influencia de *“la personalidad del científico”* puesto que al actuar como tales se pudo apreciar la influencia de las diferentes personalidades en el trabajo de equipo. Al respecto los estudiantes esgrimieron lo siguiente:

*“...Todos tenemos una personalidad que nos hace predecibles. Ya sabemos quien va a ser colaborador, competitivo o conflictivo en un grupo. Ahora sabemos que si queremos actuar como científicos debemos reunir ciertas características para facilitar el trabajo, tales como: curiosidad, imaginación, habilidades cognitivas, argumentativas, éticas y hábitos de trabajo en equipo...” (P-12).*

*“...Cuando te equivocas en un procedimiento es ético decir la verdad y no ocultar el error para competir con los demás grupos. Siempre hay alguien dispuesto a hacer trampa y eso no me parece sano y menos en un docente porque te engañas a ti mismo y no aprendes y también a los demás y no es correcto...” (P-14)*

*“...es difícil lidiar con tantas personalidades distintas cuando estas investigando. Es necesario saber trabajar en equipo y ser tolerantes cuando hay diferentes argumentos y así poder llegar a acuerdos...” (P-9).*

Para mejorar la capacidad argumentativa de los estudiantes y la tolerancia ante las opiniones discrepantes se procedió a contribuir con el desarrollo de competencias argumentativas en los estudiantes utilizando el modelo de Toulmin (ver anexo E) adaptado por Rodríguez en (2004) y al cual hicimos ligeras modificaciones. Con éste, se quiso familiarizar al estudiante con la dinámica interna que ocurre entre científicos al comunicarse a través

de “*Habilidades retóricas y estrategias semánticas para persuadir a los otros*”. Creemos que la actividad científica amerita de un discurso interrogativo que propicie la articulación de argumentos y contra-argumentos. Cuando un estudiante tiene habilidades retóricas y estrategias semánticas para demostrar que comprende la idea científica, explicar cómo la obtuvo y fundamentar el para qué importa saberlo tendrá suficientes argumentos para sostener su tesis y persuadir a los demás sobre su pertinencia.

Acá es necesario destacar que para los estudiantes este tipo de actividad resultó ser de complejidad, ellos tuvieron que corregir varias veces el modelo y asumir las recomendaciones hechas durante la evaluación formativa. Por ende, esta tarea fue catalogada como extenuante a pesar de que finalmente, resultó ser exitosa al demostrarse el manejo de competencias argumentativas. Algunos testimonios presentados a continuación dan muestras de lo comentado:

*“...argumentar bajo el modelo de Toulmin no es nada fácil, luego comprendes que, cuando aprendes a hacerlo ya es algo natural porque entiendes los conceptos y todo lo que haces cobra sentido. Ya sabes por qué sostienes una tesis y cuando el contra-argumento no tiene sustento alguno...” (P-12).*

*“...Mi tesis era a veces la de muchos. En otras ocasiones no. Me pregunté muchas si estaba errando, pero rápidamente recordaba las evidencias recolectadas en el procedimiento de investigación y tenía argumento sólido nuevamente...” (P-9).*

*“...corregí muchas veces ese modelo, de verdad llegué a odiarlo. Yo escribía, la profe me corregía, yo arreglaba las cosas y otra vez para atrás a corregir hasta que por fin lo hice bien. Después de hacerlo me di cuenta que lo que aprendí con esa actividad no se me olvidaba con el paso del tiempo. Si es útil aprender así pero cuesta mucho...” (P-15).*

*“...teníamos que interactuar y argumentar entre nosotros. Era fuerte predecir, explicar, definir, contra argumentar y defender la tesis. Era un diálogo permanente para buscar nuestras respuestas...” (P-16).*



Nuestros resultados, encuentran apoyo en el trabajo de Osborne (2009) quien resalta el valor de la enseñanza dialógica ya que ésta permite la interacción y discusión entre individuos con ideas divergentes que hacen uso de procesos epistémicos tales como: describir, explicar, predecir, refutar y argumentar para articular ideas y alcanzar comprensiones comunes en el colectivo de clase. Con esta actividad logramos que nuestros estudiantes pusieran en práctica sus habilidades y destrezas comunicativas y así favorecer la comprensión conceptual del contenido tratado.

En consecuencia, se pudo destacar la relevancia del *“consenso y su papel en la comunidad científica”*. Se emplearon varias actividades para demostrar que los productos de la actividad científica se dan a conocer a través de las publicaciones indexadas, libros, congresos, conferencias, entre otros. Aunado a ello, se explicitó la importancia de discutir los resultados, argumentar sobre ellos y establecer conclusiones por consenso. Algunos resultados de esas jornadas se pueden leer en los siguientes testimonios estudiantiles:

*“...siempre que obteníamos resultados los sometíamos a consenso científico. Cuando eran diferentes de un grupo a otro revisábamos a ver si se había cometido un error y repetíamos el procedimiento. Al final siempre concluíamos de forma grupal simulando las acciones de una comunidad científica, pero escolarizada...” (P-3).*

*“...aprender a argumentar me hizo sentir grande como estudiante de Doctorado que defiende tesis. No es fácil lograrlo pero tampoco imposible. Cuando sabes lo que dices y por qué lo dices te sientes más seguro y convences al otro de apoyarte pues para refutarte tiene que tener pruebas fuertes que te hagan dudar de lo que piensas...” (P-17).*

Lo anterior, sirvió de base para destacar *“el papel de la comunicación científica en el avance de la ciencia”*. Sobre este particular, los estudiantes generaron los siguientes constructos en sus protocolos escritos en clase:

*“...La comunicación es un proceso de la ciencia muy importante. Gracias a la publicación de los trabajos la sociedad pueda conocer los productos de la ciencia y valorar su utilidad...” (P-13).*

*“...comunicar los resultados de nuestras investigaciones ameritó de creatividad siempre. Cuando presentamos nuestros hallazgos al grupo nos sentíamos orgullosos de ver lo que habíamos logrado. Con nuestros alumnos haremos cosas como estas porque la emoción que produce en nosotros también merece sentirla un niño...” (P-2).*

*“...sin comunicar nadie podría saber que lo que haces aquí y que puede ser útil para los demás. Ejemplo: que alguien sepa que los elementos químicos son útiles en la vida real es algo que necesitamos saber, dónde están, cómo se usan y para qué. Aquí aprendimos la importancia de enseñar ciencia en la escuela...” (P-5).*

*“...de nada sirve descubrir algo, inventarlo o saberlo si no se publican los resultados. Si la comunidad científica no te acepta no eres nadie como le pasó a Santuolo en su época...” (P-1).*

Hasta aquí se han presentado las visiones sobre la naturaleza del proceder científico desde el punto de vista epistémico y no epistémico. En adelante, se podrán apreciar los resultados que emergieron del estudio con respecto a la dimensión “*la ciencia como producto*”.

***Visiones estudiantiles sobre los aspectos epistémicos del conocimiento científico.*** En este apartado se reportan los resultados obtenidos al familiarizar al estudiante con la naturaleza del conocimiento científico. En principio, se destacó el “*Carácter tentativo y dinámico del conocimiento científico*” y al respecto se encontró que los participantes del estudio llegaron a las siguientes conclusiones:

*“...El conocimiento científico tiene un carácter explicativo y tentativo sobre la realidad que podría cambiar debido a las dinámicas que se suscitan durante las observaciones de los hechos. El conocimiento no es estático y, por ende, se considera cambiante...” (P-15).*

*“...los conocimientos científicos no son perdurables y a veces una observación que contradice a una idea ya existente hace que se dude y se busquen mejores explicaciones. Por eso, concluimos en que en la ciencia todo es tentativo y cambiante...” (P-13).*

*“...el conocimiento científico nos explica los fenómenos naturales, pero se trata de verdades relativas que pueden cambiar...” (P-2).*

Lo antes expuesto guarda estrecha relación con el siguiente aspecto abordado en clase *“provisionalidad de las teorías científicas”*. Las actividades propiciaron que los estudiantes construyeran las siguientes ideas en su estructura cognitiva:

*“...las teorías científicas están en permanente revisión y pueden ser falsables, por tanto, son provisionales. Siempre están impregnadas por el momento histórico en el que se desarrollan y los paradigmas del momento...” (P-1).*

*“...en este curso supe que toda teoría se revisa cuando aparece un hecho que la contradice. Ejemplo: los cambios en las teorías sobre la forma de la Tierra o la generación espontánea son muestra de ello...” (P-4).*

Por tanto, se logró establecer que, *“las características de las teorías científicas”* para los participantes del estudio son las siguientes:

*“las teorías científicas son explicativas, generalizables, provisionales, consistentes, razonables y empíricamente comprobables...” (P-1).*

Lo anterior, se sostiene en algunos testimonios como los que siguen:

*“...una teoría explica algún fenómeno de la naturaleza y por su poder explicativo sirve para todo el mundo...” (P-5).*

*“...Si una teoría es aceptada es porque fue probada experimentalmente y se determinó que es consistente...” (P-10).*

Los resultados de este estudio sobre provisionalidad y características del conocimiento científico son coincidentes a los encontrados por Martínez

(2012) y Martínez, Pérez, Ojeda y Ascanio (2017). Esto, nos permite inferir que el uso del CPC y el enfoque explícito para enseñar NDC resulta efectivo para generar modificaciones en las ideas inadecuadas sobre la ciencia que tienen los estudiantes sobre este particular.

En esta ocasión, las investigadoras del grupo de IA quisimos destacar en clase que el conocimiento científico no es, ni puede ser dogmático. Una teoría sólo tendrá vigencia hasta que aparezca otra con mayor poder explicativo. Esto no nos impide reconocer que por largos períodos de tiempo la humanidad ha sido dominada por teorías que finalmente, acabaron siendo erróneas. Para mostrar este aspecto abordamos *“la dominancia de algunas teorías sobre otras”* pidiendo a los estudiantes leer sobre las teorías que explicaran el origen de la vida, del Universo, de la Luna. Sobre este particular, también emergieron ideas que permitieron considerar *“la coexistencia de teorías científicas para explicar un mismo fenómeno”*. Las siguientes aseveraciones de los estudiantes dan cuenta de ello:

*“...La iglesia intenta convencer por dogma que la teoría del génesis es la verdadera. La ciencia da otra explicación con la teoría de la evolución que también tiene sentido. Cada quien elige en qué creer, pero la cuestión aquí es que las dos teorías coexisten y explican el mismo fenómeno ...” (P-17).*

*“...La iglesia y la ciencia se contradicen con sus teorías, pero ambas tienen poder sobre nosotros aunque tengan campos de acción distintos...” (P-9).*

*“...a veces no sabía que creer, si aceptar la teoría del Big Bang, la Inflacionaria o la del Universo Pulsante. Todas explican el origen del Universo. Finalmente, por lógica terminé aceptando la que la comunidad científica apoya en la actualidad aunque creo que mostrar esto a un niño tendería a confundirlo...” (P-14).*

Este último aspecto de NDC vinculado con las limitaciones que tiene la ciencia para explicar todos los fenómenos naturales ha sido uno de los menos trabajados por nuestra parte como investigadores en el área. En esta

oportunidad, valoramos y encontramos utilidad a este contexto puesto que permite mostrar la coexistencia de dos posturas divergentes que intentan explicar la misma realidad. Por tanto, el conocimiento científico podría considerarse como relativamente válido según el contexto social donde se utilice.

***Visiones estudiantiles sobre los aspectos no epistémicos del conocimiento científico.*** En esta sección se presentan los resultados emanados durante el abordaje de los aspectos de índole sociológico que se propician debido a la producción y utilización de los productos de la ciencia. Se trabajó como contexto a “*la influencia de la ciencia en la sociedad*” por considerar que, ella genera productos para dar respuestas a las necesidades y de algún modo, ostentar sus fines utilitarios. Por ello, consideramos importante emplear el enfoque CTS para que nuestros estudiantes pudieran reconocer los efectos positivos o negativos que se pueden derivar de un avance científico y tecnológico con miras a propiciar la toma de decisiones razonadas. Los sucesivos testimonios que se presentan a continuación son ejemplo de las visiones de los estudiantes sobre este particular:

*“...la ciencia nos explica cómo se desarrolla una enfermedad, sus síntomas y cómo curarla con el medicamento. Por eso la veo útil porque ha salvado muchas vidas y ha mejora nuestro estado de salud...” (P-2).*

*“...cada vez que aparece un virus nuevo, una enfermedad rara uno inmediatamente coloca su esperanza en los científicos. Por ejemplo, esperando la cura contra el cáncer o el Sida, o que produzcan vacunas más potentes. De hecho, gracias a lo que sabemos sobre estas cosas sabemos acerca de la prevención...” (P-11).*

Esta visión utilitaria de la ciencia desde la dimensión médica es común en estudiantes de todos los grupos etéreos tal como se corroboró en los trabajos de Fernández, Gil, Váldez y Vilches (2005) y Martínez (2012) en los

cuales se observa que en los dibujos científicos y en las leyendas elaboradas por los estudiantes sobre la actividad científica se destaca mucho el papel de la ciencia en la cura de enfermedades y en la producción de medicamentos y vacunas que permiten recobrar el estado de salud. En este sentido, se reconoce que las ideas de los participantes de este estudio aun se muestran ingenuas sobre este particular.

Con respecto a “*la Influencia de la sociedad en la ciencia*” se trabajó en clase para que el estudiante comprendiera que las demandas sociales escriben la agenda de investigación e invención de la empresa científica. Así mismo, se destacó el hecho de que es la sociedad quien financia y regula esta actividad en consonancia con las normativas gubernamentales estipuladas. Sobre este particular podemos afirmar que el uso de estrategias CTS contribuyó para generar las siguientes ideas actualizadas sobre la NDC:

*“... nosotros usamos los productos de la ciencia y hacemos que éstos tengan efectos positivos o negativos en nuestra vida. Ejemplo: los científicos ven que necesitamos métodos de anticoncepción de emergencia porque saben que algunos no se cuidan. Es decir, satisfacen una necesidad, pero nosotros abusamos cuando por ignorancia empezamos a usar este medicamento como método de anticoncepción habitual. Luego, vienen las consecuencias, los desarreglos hormonales y entonces, creamos una nueva necesidad que es la que nos ayuden a superar enfermedades no esperadas que se generan por automedicarnos...” (P-11).*

Así mismo, se resaltó “*la Influencia de la Tecnología en la Sociedad y viceversa*”. Cada docente se dedicó a demostrar cómo la sociedad demanda la fabricación de productos tecnológicos y para ello la ciencia produce el conocimiento para la obtención de bienes y servicios que tendrán un efecto en la sociedad. Los estudiantes construyeron los siguientes testimonios durante esta fase de investigación:

*“...nosotros tenemos un teléfono y queremos otro más avanzado siempre y la ciencia no los da. Pero nos creamos adicciones, compras*

*compulsivas, ansiedad, cansancio visual, problemas de tránsito por manejar chateando, problemas de sueño, etc...” (P-15).*

*“...el hombre ha hecho tecnología desde su aparición para mejorar la calidad de vida y así ha sido...” (P-3).*

*“...automedicarse con antibióticos generó la resistencia bacteriana e hizo que los científicos tuvieran que crear medicamentos más potentes...” (P-11).*

*“...todos los avances tecnológicos hacen que un país avance y se desarrolle. Las consecuencias malas o buenas dependen del uso que le damos nosotros a eso...” (P-1).*

Lo presentado anteriormente, comprende un relato narrativo sobre las visiones acerca de la NDC que se detectaron en los participantes del estudio. Me satisface saber que se logró una mayor comprensión sobre la actividad científica, la cual es necesaria para coadyuvar con los procesos de alfabetización científica promovidos a nivel mundial. Como investigadoras nos sorprendió conocer la cantidad de cambios que se suscitaron en las visiones iniciales sobre la NDC en los estudiantes al emplear un CPC para su enseñanza. No obstante, es necesario reconocer que la progresividad conceptual de cada estudiante dependerá en gran medida de cada sujeto y de los cinturones de seguridad que pongan a sus ideas plausibles al incursionar en cursos dictados bajo metodologías positivista o tradicionalistas.

En síntesis, en esta narrativa se relata lo encontrado en el campo investigativo y se responde de este modo a la pregunta de investigación que solicitó indicios de un manejo de visiones actualizadas sobre la NDC al emplear un CPC para su enseñanza. En ese sentido, se resumen y enumeran las mismas a continuación:

### ***Visiones estudiantiles sobre los asuntos epistémicos de la NDC***

- Las observaciones científicas tienen una carga teórica y por tanto, subjetiva
- La metodología científica es flexible y perfectible
- Los errores forman parte del quehacer científico
- El conocimiento científico es provisional
- Las creencias, actitudes e intenciones del científico influyen en los productos que éste genera
- La ciencia es sistemática, abierta, especializada, falible, metódica, útil
- El conocimiento científico tiene una base empírica
- El conocimiento científico es subjetivo
- La ciencia es acumulativa, pero también avanza por grandes revoluciones
- La ciencia tiene sus límites
- El científico es un ser humano con virtudes y defectos
- La ciencia influye en el contexto social y viceversa
- La actividad científica es colectiva, no elitista y ocurre en diversos escenarios
- La ciencia se apoya en la experiencia y en los paradigmas conceptuales en vigencia
- El conocimiento científico evoluciona a través del tiempo y responde las interrogantes de los problemas de investigación

### ***Visiones estudiantiles sobre los asuntos no epistémicos de la NDC***

- La actividad científica incluye la labor de hombres y mujeres e igualdad de género
- La ciencia tiene un contexto histórico, social y cultural que influye sobre su dinámica interna y externa
- La sociedad influye en la labor científica
- La Ciencia y la Tecnología son útiles y mejoran la calidad de vida
- Los científicos son seres humanos con virtudes, defectos, intereses y ambiciones
- La cooperación y la competitividad entre científicos es parte de la dinámica interna de su actividad



Al detectar la presencia de visiones actualizadas sobre la NDC en los estudiantes, decidimos asignar a nuestros estudiantes una actividad donde pudieran demostrar si estaban lo suficientemente formados e informados para hacer una transposición didáctica bajo los lineamientos del CPC para la enseñanza de la NDC. Para nosotras, esta asignación era ponderada como algo sencillo y de fácil elaboración. Los estudiantes por su parte debían elegir un tema de Ciencias Naturales del pensum de Educación Primaria y articular ese contenido a algún contexto de NDC para favorecer la comprensión. Sobre este particular, debemos confesar que nuestras expectativas no fueron cubiertas por las razones que se narran a continuación.

En las sesiones de asesoría académica nos percatamos del alto nivel de complejidad que representaba esta asignación para los estudiantes quienes se declararon incompetentes para realizar la actividad satisfactoriamente. Éstos, manifestaron de forma oral y escrita que la actividad había superado su capacidad de respuesta. Por lo anterior, argumentaron que, aunque el curso les permitió aprender tópicos fundamentales para la vida, éste fue muy demandante desde el punto de vista académico y evaluativo.

En contraposición, los alumnos reconocieron que el curso fue positivo porque hizo que las visiones sobre la ciencia que tenían cambiaran gracias a las investigaciones experimentales hechas en clase, distintas estrategias y recursos empleados. Se agradeció el tiempo dedicado, la paciencia, disposición, entrega y profesionalismo de las docentes y cerraron diciendo que fue un placer cursar la asignatura y cumplir con las asignaciones (a duras penas) por falta el tiempo, compromisos laborales y familiares, así como la situación socioeconómica y política del país.

Como docentes escuchamos sus opiniones, dimos respuesta a las inquietudes, aclaramos dudas, hicimos un recuento de lo que fue abordado en clase, cómo se hizo, para qué y, por último, se explicó el porqué de la solicitud de ese tipo de producto. Ante la situación problemática y la

insatisfacción de los estudiantes, les planteamos dar más tiempo si lo requerían para terminar la actividad y éstos respondieron al unísono “... *no ya no más, no más tiempo, así quedó la tarea y así lo entregamos...*”

Como investigadoras nos dimos cuenta de que debíamos emplear alguna metodología para analizar la información que se nos estaba ofreciendo en esta etapa problemática de la investigación y que nos permitiera aprender de ella. Por esta razón, nos planteamos revisar las opiniones de un grupo de estudiantes y analizarlas haciendo uso de la herramienta heurística conocida como técnica columna de la izquierda, la cual es propia de la Teoría de la Acción y resultó ser bastante apropiada para los fines consiguientes.

A continuación, se presentan los resultados analizados durante esta etapa y en los cuales se aprecia: (a) el diálogo entre docente y estudiante en la columna de la derecha y los sentimientos no expresados por el docente en la columna de la izquierda, (b) Interpretación del diálogo entre docente y estudiantes, (c) Estrategias de cambio en cuanto al programa, las actividades de enseñanza y evaluación, (e) estrategias de resolución de problemas en cuanto al docente y los estudiantes, (d) interpretación del diálogo entre el docente y los estudiantes.

## Cuadro 1 Resultados del diálogo entre docente y estudiantes

Pensamientos y sentimientos no expresados por el docente	Diálogo explícito
<p>Ante esto, quedé sumida en la sorpresa. Ciertamente creí que había sido lo suficientemente explícita durante las sesiones de clase al articular la NDC con el contenido para ayudar a comprender el contenido. Esto último, sí se logra, pero los estudiantes parecen no saber por qué pasó.</p>	<p><b>Profesora:</b> ¿Qué es lo que realmente me quiere decir un estudiante a través de su narrativa?</p> <p><b>Estudiantes:</b> nos sentimos incompetentes, no entendimos que teníamos que hacer estamos vueltos un ocho tratando de hacer tantas cosas a la vez y la transposición didáctica. Nos parece repetitivo y de verdad, nos supera pues no sabíamos cómo incluir aspectos de NDC en el contenido de ciencia escolar.</p>
<p>Los sobreestime, pero la realidad me dio una dosis de ubícate.</p>	<p><b>Profesora:</b> ciertamente lo que yo quería era saber si eras competente para hacer una transposición didáctica de esta naturaleza, pero gracias a esto que me refieres, sé que me faltó ser más explícita y emplear ejemplos de transposición en cada clase y no suponer que es algo de fácil aprehensión y aplicación.</p>
<p>Yo no entiendo que quieren los maestros en formación. Supongo que yo represento para ellos la polaridad. Seguramente están acostumbrados a estar bajo regímenes de menor exigencia académica y yo estoy en el otro extremo.</p>	<p><b>Estudiante:</b> El plan de evaluación era extenso, así como la carga horaria. Había mucho contenido que trabajar y muchas de las actividades de evaluación fueron nuevas para nosotros.</p>
<p>No lo expresé frente a los estudiantes, pero esto me causó malestar emocional y decepción.</p>	<p><b>Profesora:</b> el plan de evaluación no era extenso, pero ocurre que las actividades estaban dirigidas a valorar el proceso de aprendizaje en su totalidad. Por ello, empleé la evaluación diagnóstica y formativa en cada sesión de clase, para ayudarte a superar los obstáculos que se te presentaban y te di oportunidades para que las superaras y entregaras un mejor producto para poder alcanzar una mejor calificación. Si cumplo con mis funciones evaluativas a cabalidad se me considera intensa, extensa o demasiado flexible.</p>

## Cuadro 1 (Cont.) Resultados del diálogo entre docente y estudiantes

Pensamientos y sentimientos no expresados por el docente	Diálogo explícito
<p>Parece que soy muy exigente todavía, esto me hace dudar sobre mi praxis. me pregunto ¿Cómo puedo mejorar lo que hago?</p> <p>El paradigma de la competencia está tan arraigado en la psique de nuestros estudiantes que les preocupa y afecta más la calificación de un tercero que la propia. Aunque intenté trabajar desde el Paradigma de la Colaboración en el aula veo que no fue exitoso el proceso.</p> <p>Por más flexible que haya sido como docente estoy en capacidad de discernir cuál estudiante debe obtener la máxima calificación y cuál no. Siempre mi evaluación ha sido lo más objetiva posible.</p> <p>Esto me disgusta y a la vez me invita a revisarme. Es necesario empezar a trabajar en escenarios que procuren la emergencia del paradigma de la colaboración en nuestras aulas universitarias.</p> <p>Entiendo lo que ella quiere mostrarme, creo que me percibe como la conductora del proceso y a sus compañeros como los vividores del asunto.</p>	<p><b>Profesora:</b> ¿Qué es lo que realmente me quiere decir un estudiante a través de su narrativa?</p> <p><b>Estudiantes:</b> el nivel de exigencia de la profesora condujo a que algunos estudiantes abandonaran el curso mientras que los que quedaron en éste, fueron beneficiados por la flexibilidad de la docente al permitir que los alumnos entregaran sus actividades de evaluación a destiempo.</p> <p><b>Profesora:</b> El nivel de exigencia siempre ha sido un factor desencadenante de abandono de este curso. Los estudiantes que suelen hacerlo no reconocen que estudiar es un esfuerzo y sin interés, ese esfuerzo no se realiza. Creo que se sobredimensionó este asunto pues ciertamente este curso a mi juicio no fue así de complejo. Ahora, con respecto a la flexibilidad de mi parte con las actividades evaluativas les recuerdo que estábamos bajo una resolución del Consejo Universitario en la cual se oficializó una medida de flexibilización en materia de asistencia y evaluación de los estudiantes a la cual debía plegarme.</p> <p><b>Estudiante:</b> un curso está compuesto por adultos, muchos de los cuales ejercen ya la carrera docente, y, por tanto, están en capacidad de preparar los temas por su parte y no beneficiarse sólo del conocimiento de la docente. Creo que era necesario que el estudiante procurara construir los conocimientos a través de la búsqueda y lectura de información, para complementar con la ayuda del docente. Si el maestro tiene como misión presentar sus conocimientos a quienes serán sus alumnos entonces si no sabemos mucho ¿qué enseñaremos?</p>

## Cuadro 1 (Cont.) Resultados del diálogo entre docente y estudiantes

Pensamientos y sentimientos no expresados por el docente	Diálogo explícito
<p>Recuerdo cuando una estudiante me dijo que parecía maestra de Educación Básica porque era demasiado didáctica con los contenidos y no elevaba al nivel universitario los saberes. En ese momento me sentí muy ofendida. Por ello le pregunté... ¿qué me quieres decir con eso? Y ella respondió...usted es muy buena dando la clase, pero tiene el defecto de querer llevarlos a los alumnos de la mano como niños de escuela y no entiende que si ellos no comprenden el contenido es porque no estudian lo suficiente para la clase. En ese momento dejé de sentirme ofendida y me puse en su lugar. Ella muy preparada intelectualmente se desesperaba con mis métodos y la actitud despreocupada de sus compañeros.</p> <p>No creo que alguien pueda llegar a imaginar la sensación de malestar que esto me produjo, fue un momento en el que se hibridó una sensación de abatimiento, desesperanza, tristeza, incomodidad y rabia frente a la ingratitud manifiesta de forma implícita o explícita por los estudiantes. Por un buen tiempo me vi inmersa en medio de un cóctel emocional que me dejó profundamente afectada y me hizo llegar a cuestionar el sentido que puede tener dedicar tantas horas de esfuerzo mental y físico para cambiar la praxis, las cuales se traducen en cansancio y desatención a nuestros seres queridos, cuando la realidad te revela que pareciera ser mejor seguirte moviendo en el programa subyacente del maestro.</p> <p>En síntesis, ante este desaliento no quiero seguir en este momento no tengo ánimo. Pero sé que se me pasará pronto y continuaré investigando para mejorar esta situación...</p>	<p><b>Profesora:</b> ¿Qué es lo que realmente me quiere decir un estudiante a través de su narrativa?</p> <p><b>Profesora:</b> creo que tu preocupación es auténtica y la comparto. En mi caso, ocurre que no me puedo quedarme sólo en el plano conceptual pues también debo ocuparme de lo procedimental y actitudinal. Los fallos de inicio con los que egresan nuestros profesores serán en mayor o menor medida el resultado de sus propias decisiones y no siempre serán adjudicables a la labor del docente formador, es decir, es una responsabilidad compartida. Yo tengo control hasta cierto punto y califico finalmente, en función de los productos lo cual dice el nivel de preparación alcanzado por el docente en formación en este curso.</p> <p><b>Estudiantes:</b> nos cuesta mucho hacer sus tareas porque no estamos acostumbrados a ser evaluados así, nos hace pensar mucho y eso a veces cansa, nos agota. Además, nos frustra mucho no poder hacerlo y preferimos mejor los exámenes o los trabajos sinceramente. Ya no queremos corregir más nada hemos decidido entregar las asignaciones, así como están y ya.</p> <p><b>Profesora:</b> cuando nos habituamos a ser evaluados de forma tradicional nos condicionamos a esos estímulos y sólo respondemos ante ellos. Cuando se cambia el escenario y se demanda de ustedes la respuesta ante nuevos retos muestran resistencia en vez de valorar su pertinencia e importancia. El ejercicio de la profesión docente no es fácil y lo que aquí hoy no se valora será recordado por ustedes cuando les toque cumplir con sus labores en las instituciones educativas.</p>

## Cuadro 1 (Cont.) Resultados del diálogo entre docente y estudiantes

---

Pensamientos y sentimientos no expresados por el docente	Diálogo explícito
De verdad me cuesta mucho ver lo positivo que aquí se me dice, como típica detectora de errores me voy a lo que dicen entre paréntesis.	<b>Profesora:</b> ¿Qué es lo que realmente me quiere decir un estudiante a través de su narrativa?
	<b>Estudiantes:</b> nosotros reconocemos que este curso fue positivo porque hizo que las visiones sobre la ciencia cambiarán totalmente gracias a las investigaciones experimentales hechas en clase, distintas estrategias y recursos empleados. Agradecemos el tiempo dedicado, la paciencia, disposición, entrega y profesionalismo de la docente. Fue un placer cursar la asignatura y cumplir con las asignaciones (a duras penas) por falta el tiempo, compromisos laborales y familiares, así como la situación socioeconómica y política del país.
	<b>Profesora:</b> Parece que los profesores tenemos que entender que la formación académica de los docentes debe adecuarse a la realidad psicosocial de cada sujeto. Como humana sé que nos cuesta hacer tantas cosas a la vez (trabajar, estudiar y ser miembro de una familia o localidad) pero eso no justifica que a duras penas hagamos algo para salir del trámite. Cuestiono cuando se hacen las cosas por salir del paso y sin la más mínima intención de hacer algo relativamente plausible.

---

El diálogo establecido entre la docente y los estudiantes condujo a reaccionar y expresar los pensamientos y a posteriori, analizar la información suministrada para poder socializar con los miembros del grupo de IA, mis impresiones sobre la situación y las que ellas tuvieron sobre su desempeño en la escena al emplear el CPC para enseñar NDC. Para el momento, logramos concensuar que era necesario reconsiderar el plan, variar las acciones y planear nuevas estrategias para el próximo Periodo Acadèmico. En adelante, se presenta lo que se decidió en esta etapa de la investigación acción.

## Cuadro 2

### Interpretación del diálogo entre docente y estudiantes

Rasgos del profesor Modelo I	Rasgos del profesor Modelo II
Persigue el logro de los propósitos y objetivos sin detenerse a evaluar el proceso.	Reflexiona sobre la acción y establece una conversación con la situación.
Pretende tener la razón la mayor parte del tiempo.	Reconoce que no lograr los resultados esperados conlleva a reorientar la reflexión del contexto original de la práctica.
Reacciona a la defensiva ante comentarios negativos que le hacen los estudiantes de forma oral o escrita.	Dilucida la existencia de nuevas situaciones problemáticas.
Presencia de creencias, valores y actuaciones acordes con el programa subyacente que se manifiestan de modo inconsciente.	Reflexiona acerca del razonamiento que produjo la acción. Acepta los errores y aprende de ellos para no volver a cometerlos.
Se siente agobiada ante los resultados de la evaluación proferidos por los estudiantes.	Pone en duda la efectividad de su praxis y se proyecta para seguir indagando sobre la misma.  El aprendizaje desplegado es de doble recorrido, pues detecta errores en los resultados y modifica las estrategias de acción, los valores y normas gobernantes.

La actividad permitió darse cuenta de que aun cuando queríamos hacerlo diferente e irnos moviendo poco a poco hacia un Modelo más humanizado, flexible y ponderado, los rasgos del profesor Modelo I se conservan de forma tácita, al pretender lograr un propósito suprimiendo la expresión de sentimientos negativos. Reconozco que es difícil mantenerse en un solo Modelo y que usualmente nos movemos en ambos y de este modo, nos seguimos mostrando como una contradicción viviente. No obstante, aquí aprendimos que es condición *sine qua non*, propiciar un aprendizaje de doble recorrido para poder mejorar nuestra práctica

profesional. Por ello, nos planteamos las siguientes estrategias de cambio y remediación para procurar resultados más satisfactorios.

### **Cuadro 3**

#### **Estrategias de cambio en cuanto al programa, las actividades de enseñanza y evaluación.**

<b>En cuanto al programa del curso</b>	<b>En cuanto a las actividades de enseñanza</b>	<b>En cuanto a las actividades de evaluación</b>
Revisar la pertinencia de los contenidos del programa en función de lo contemplado en el Currículo Básico Nacional (1997-1998).	Hacer un taller sobre elaboración de transposiciones didácticas.	Reducir el número de actividades evaluativas y dejar sólo aquellas que sean claves para valorar tanto el proceso de aprendizaje del estudiante como los productos que genera.
Reducir el número de contenidos programáticos contemplados en el programa del curso, una vez que ocurra la sinceración sobre las necesidades formativas del docente.	Diseñar una actividad para comprender el sentido etimológico del término NDC.	Evitar hacer uso de actividades poco conocidas por los estudiantes.
Escoger los contenidos claves para la formación del docente en función de los conceptos estructurantes y los subsumidores requeridos para que ocurra el aprendizaje significativo.	Emplear ejemplos sobre articulación de aspectos de la NDC en contenidos científicos escolares y presentarlos de una forma explícita en clase.	
	Declarar durante las actividades de clase (el qué, el cómo, el para qué y el por qué) de lo que se está enseñando y aprendiendo.	
Ponderar la extensión de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales en contraposición con el tiempo disponible para su abordaje.	Formar a los estudiantes para el manejo de nuevas actividades evaluativas tales como: portafolio, diario reflexivo, transferencias a la labor docente, identificación de ideas previas y nuevos saberes, entre otros.	
Probar los mejores contextos para la enseñanza de la NDC.		
Reelaborar los materiales instruccionales que no favorecieron la comprensión del contenido.		



#### **Cuadro 4**

#### **Estrategias en cuanto al docente y los estudiantes**

<b>En cuanto al docente</b>	<b>En cuanto a los estudiantes</b>
Aminorar los niveles de exigencia.	Crear la figura del representante estudiantil del grupo.
Realizar una actividad exploratoria para saber con qué material humano se cuenta y en función de ello, establecer las estrategias de evaluación.	Demandar mayores niveles de compromiso, preparación y responsabilidad estudiantil.
Idear estrategias de mediación social en el aula de clase.	Participar en el proceso de enseñanza y aprendizaje que se suscita en el escenario educativo y evaluar sus pro y contras.
Establecer puentes comunicativos entre docente-estudiantes para atender problemáticas emergentes en el aula de clase.	Potenciar la autoestima como estudiante de Educación Integral y la importancia de su rol en la formación de la ciudadanía.
Valorar la retroalimentación dada por los estudiantes del curso y los miembros del grupo de IA en procura del desarrollo profesional y la mejora de la praxis.	Rescatar la figura del maestro de Educación Integral.
Desarrollar talleres de sensibilización sobre la importancia del Maestro de Educación Primaria en los procesos de formación ciudadana.	Valorar la importancia de la enseñanza de las Ciencias Naturales en la formación integral de la ciudadanía.
Planificar un taller de competencias lingüísticas para favorecer la redacción de diarios reflexivos, informes de laboratorio, entre otros.	
Realizar un taller teórico –práctico sobre la elaboración de transposiciones didácticas.	
Establecer una visión compartida entre docente y estudiante para que estos problemas detectados puedan superarse.	

## Cuadro 5

### Interpretación y reflexión sobre el discurso de los estudiantes

Interpretaciones sobre el discurso de los estudiantes	Reflexiones sobre el discurso de los estudiantes
Se sienten abrumados y agobiados ante las demandas cognitivas del curso.	Nos dimos cuenta de que, aun cuando los estudiantes discuten con su profesor el plan de clase y evaluación, no están concientes de sus implicaciones. Por ende, cuando las conocen se resisten a hacer los esfuerzos necesarios. Aunado a ello, no declaran su desacuerdo durante el Periodo Acadèmico y esperan al final del mismo para hacerlo.
Se resisten a ser evaluados de forma atípica.	
No reconocen con facilidad las habilidades y destrezas que adquirieron en el curso.	Reconocimos la necesidad de hacer algunos ajustes en los planes de acción de esta investigación; así como, en ahondar en las percepciones que tienen los estudiantes sobre el desarrollo de su proceso de enseñanza y aprendizaje de forma permanente.
Resaltan más los aspectos negativos que los positivos de su desempeño académico.	
Se excusan en las obligaciones laborales, familiares y personales para justificar la calidad de sus productos finales.	Comprendimos que es más importante velar por la calidad de los contenidos que por el cumplimiento de la mayor cantidad de éstos, puesto que, lo anterior genera procesos de atiborramiento y atropello cognitivo en los estudiantes.
No comparten las directrices académicas de la docente y las cuestionan.	La problemática asociada al componente emocional del estudiante y su influencia en el rendimiento académico es una condición que necesitamos valorar, atender y considerar en nuestra dinámica de aula.
Se declaran incompetentes y se rinden fácilmente.	
Demandan mayores niveles de participación y preparación estudiantil.	Entendimos que no podemos educar bajo condiciones normales cuando el contexto social, económico, político y familiar no favorece las condiciones idóneas para que ocurra el proceso de aprendizaje en el estudiante.
Valoran al profesor que se mantiene en el modelo tradicional tipo I al menos a nivel discursivo más que, al docente bajo el modelo II.	Reconocemos que es inevitable tener rasgos del profesor Modelo I y II, pero seguimos creyendo que es sumamente útil procurarnos un aprendizaje de doble recorrido.

### ***Resultados del proceso reflexivo de la Investigación Acción de Primer Orden (Período Académico: 2017-II)***

Al concluir el Período Académico nos reunimos para reflexionar sobre las acciones emprendidas por el grupo durante esta etapa de la investigación. Nos dedicamos a identificar los indicios de perfeccionamiento en nuestras ideas sobre la enseñanza de la NDC a través del desarrollo de un CPC. En este sentido, declaramos que durante la fase de reconstrucción de nuestra praxis mejoramos lo que veníamos haciendo y esto se traduce en lo siguiente:

1. Superamos progresivamente y con cierta dificultad nuestra propensión a comportarnos como diseminadoras didácticas de contenido. Fuimos acortando paulatinamente nuestros tiempos de intervención en clase, promoviendo la participación estudiantil y procurando la construcción de saberes en los estudiantes.

2. Comenzamos a darle más importancia a la calidad del contenido para su abordaje que a la cantidad. Dejamos de preocuparnos por los números y el cumplimiento de todos los objetivos y nos planteamos, metas más claras y factibles de alcanzar. Con esto, logramos coadyuvar parcialmente con la alfabetización científica de la ciudadanía y superar la visión propedéutica de la enseñanza de la ciencia.

3. Generamos espacios para favorecer la argumentación científica de los estudiantes propiciando en éstos, la búsqueda de las respuestas a sus interrogantes y la construcción de sus saberes.

4. Creamos un clima de confianza y afectividad con los estudiantes como escenario para coadyuvar con los procesos de argumentación estudiantil.

5. Valoramos la importancia de la NDC para los procesos de alfabetización científica de la ciudadanía y decidimos integrarla de forma permanente en todos los contenidos asumiéndola como un componente curricular.

6. Cambiamos el enfoque implícito para enseñar la NDC y nos habituamos a trabajar bajo un enfoque explícito y reflexivo de forma permanente.

7. Evaluamos formalmente las ideas de los estudiantes sobre la NDC por medio de actividades reflexivas consideradas para tal fin.

8. Manejamos visiones actualizadas sobre la NDC. Sin embargo, el 50% de los miembros del grupo de IA mostramos coherencia entre teoría y práctica mientras que, en el otro 50%, ostentó una disociación entre teoría y práctica.

9. Dos de los miembros del grupo de IA construimos pensamientos más elaborados y atípicos sobre la enseñanza de la ciencia, superando progresivamente nuestros pensamientos espontáneos e ideas de sentido común al respecto. En el caso de dos colegas se observó que no fue posible el cambio de ideología.

10. Cuestionamos la creencia de que el fracaso estudiantil era un fenómeno normal y comenzamos a ocuparnos del problema para ayudarlos a superar los obstáculos que se le presentaban durante su proceso de aprendizaje.

11. Dejamos de cosificar el conocimiento y velamos por el acompañamiento pedagógico a nuestros estudiantes durante el proceso de construcción de sus aprendizajes.

12. Aprendimos a investigar en grupo y a planificar como miembros de Cátedra de manera conjunta nuestras intervenciones, accionar e innovar en el aula sobre la base de la toma de decisiones razonadas.

13. Probamos los contextos útiles para la enseñanza de la NDC y concluimos que todos tienen valor en el escenario educativo.

14. Nos habituamos a hacer nuestra planificación por objetivos lo cual no ocurría antes. Para cada uno de ellos, planteábamos actividades y estrategias para su alcance y esto, nos dio foco y orden en el momento de ejecutar acciones.

Aunado a ello, mostramos indicios de haber adquirido conocimiento pedagógico de contenido para la enseñanza de la NDC lo cual se manifiesta en los indicadores que se presentan a continuación.

### ***Tercer Ciclo de Investigación Acción (Período Académico 2018-I)***

#### ***Estatus del Grupo de Investigación acción***

Inicio esta narrativa notificando que en esta etapa del estudio sólo quedábamos dos miembros en el grupo de IA con la firme convicción de que, esta metodología requiere de participación y colaboración perenne. Por ende, es necesario aclarar que en el transcurso del Período Académico 2017-II, dos colegas tuvieron que abandonar el grupo aun cuando reconozco que junto a ellas, se creó una incipiente comunidad de práctica. Durante su permanencia, se movieron desde la periferia hacia el centro de forma oscilatoria, pero finalmente, no se quedaron para conformar al núcleo fuerte del equipo de investigación.

Por supuesto, lamento lo ocurrido pues mi deseo intrínseco era lograr que todos los miembros del grupo de IA se transformaran y desarrollaran profesionalmente para implementar un CPC-NDC en sus Cátedras y coadyuvar con la innovación de la Universidad. Al honrar esta realidad me permito reconocer que no existe una respuesta única y completa para un problema educativo por más bueno que sea un abordaje.

Estos resultados demuestran que, aunque en los cursos del área de Ciencias Naturales debería enseñarse la NDC de forma obligatoria, esto, no ocurre porque surge una pugna entre los cursos que se dictan de forma positivista y otros, como los nuestros, conducidos de manera constructivista. Para mí, aquí cobra sentido lo expresado por Shulman (1983) cuando afirmó que el paradigma perdido en la investigación educativa es el pensamiento que tiene el profesor sobre la enseñanza del contenido. Así pues, si un

docente cree que su propósito es ir al aula a demostrar cuánto sabe sobre la materia y no, el enseñar que hacer con eso que sabe; permanecerá bajo la creencia inconsciente del colectivo docente de fungir como un diseminador didáctico de contenido.

***Cambios ejecutados y sus efectos sobre la praxis docente.*** Y seguimos transitando esta ruta epistémica en búsqueda de nuevos conocimientos sobre nuestra praxis en aras de poder reflexionar sobre ella y perfeccionarla. Sabiendo que nuestros pensamientos sobre la enseñanza crean realidades asumimos probar el plan de acción reformulado, evaluarlo y reflexionar sobre éste, al implementarlo con los nuevos estudiantes inscritos en el curso Ciencias Naturales I. Para mi fortuna, se me asigna el curso Ciencias Naturales II y cuando comienzo a administrarlo me percaté de que tenía gran parte de los alumnos que formamos en el Período Académico 2017-II en nómina. Esto lo vimos como una oportunidad para trabajar longitudinalmente y procurar que alcanzaran la competencia para hacer las debidas transposiciones didácticas para enseñar la NDC bajo los lineamientos del CPC.

Después de evaluar y reflexionar sobre el ciclo anterior, decidimos probar los cambios planificados por el grupo con los estudiantes de la Cátedra de Ciencias Naturales. Así pues, durante el transcurso del Período Académico fuimos ejecutando las acciones emprendidas anteriormente y a su vez, incorporando las mejoras necesarias para resolver las problemáticas que fuimos detectando durante la fase de ejecución del ciclo anterior. A modo de reseña, se presenta un breve relato sobre las estrategias que nos propusimos implementar y los efectos que generaron en los docentes, estudiantes o en la praxis docente.

*En cuanto al programa,* se revisó la pertinencia de los contenidos contemplados en el programa de Ciencias Naturales en contraposición con

los estipulados en el Currículo Básico Nacional diseñado para la Primera y Segunda Etapa de Educación Básica elaborado por el Ministerio de Educación en el Periodo (1997-1998). De este modo, se logró establecer la congruencia entre contenidos, currículo y contexto actual.

Como consecuencia de este proceso se redujo el número de contenidos programáticos. Se escogieron los contenidos claves, conceptos estructurantes y subsumidores necesarios para que ocurriera el aprendizaje significativo. Sin embargo, se reconoce que los contenidos no considerados no fueron omitidos por completo y se usaron de forma complementaria como sub-sumidores para el aprendizaje de ciertas temáticas.

Durante las sesiones de clase se reguló la extensión de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales sincerando el tiempo disponible para su abordaje. Esto, permitió la ejecución de los tres momentos de la clase: inicio, desarrollo y cierre y evitó la sensación de constipación por exceso de contenido en los estudiantes.

Se utilizaron materiales instruccionales modificados y mejorados, tales como: (a) viñetas históricas más amigables en su contenido, (b) objetos nuevos para demostrar la subjetividad del observador, (c) prácticas de laboratorio abiertas, (d) modelos de líneas de tiempo.

*En cuanto a las actividades de enseñanza, dimos inicio a esta fase con una actividad para comprender el sentido etimológico del término NDC puesto que, no era de fácil asimilación para los estudiantes. Se investigó la raíz etimológica del término, se socializaron los hallazgos, sinónimos y significados comunes. Lo anterior, favoreció la comprensión del origen de la palabra naturaleza y los estudiantes pudieron encontrar sentido a lo discutido en las clases. Por ello, comenzaron a asumirlo como el carácter natural de la ciencia o lo que ocurre naturalmente cuando se hace trabajo científico.*

Sumado a ello, dictamos un taller para enseñar a los estudiantes a elaborar transposiciones didácticas. En consecuencia, los estudiantes del

curso Ciencias Naturales adquirieron los conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales y las competencias necesarias para su elaboración. Como producto final del taller, cada uno presentó su propuesta para enseñar un contenido de Ciencias Naturales bajo un contexto de NDC.

Durante cada sesión de clase programada se emplearon ejemplos sobre la articulación de aspectos de la NDC a contenidos científicos escolares. El uso recursivo del enfoque explícito y la concientización sobre el contexto utilizado hizo que el estudiante fuese identificando cada uno y ponderando su utilidad. Esto redujo las dificultades durante la elaboración de transposiciones y aumentó el grado de satisfacción en los estudiantes. Por ejemplo:

*“...en pocas materias te enseñan a hacer una planificación bien, o nos explican cómo hacerla. Siempre nos mandan a hacer las tareas y resolverlas solos. Aquí aprendí a hacer una transposición didáctica y antes no sabía ni siquiera que ese término existía...” (P-5).*

*“...desde el principio la profesora se ocupó de hacernos saber que estábamos aprendiendo y cómo. Al observarla fui aprendiendo, tomando nota de estrategias, actividades y los contextos de NDC que ella usaba. Eso me hizo fácil hacer esta tarea de imaginarme enseñando NDC a niños de 6to grado...” (P-10).*

*“...quedé satisfecha con mi propuesta de transposición didáctica porque aunque me costó aprendí a adecuar los contenidos a contextos de NDC según la edad de los estudiantes. Había que usar lenguaje acorde a ellos, pensar en actividades y eso es ser buen maestro...” (P-2).*

Así mismo, decidimos declarar durante las actividades de clase (el qué, el cómo, el por qué y el para qué de lo que se estaba enseñando y aprendiendo. Se hizo explícita la razón de ser del contenido, y en consecuencia, se le dio sentido y contexto real a lo presentado. Los estudiantes por su parte mejoraron su actitud hacia la ciencia valorando su utilidad tanto en la formación personal como profesional.



Por último, se dedicó tiempo para formar a los estudiantes para el manejo de nuevas actividades evaluativas tales como: portafolio, diario reflexivo, identificación de ideas previas, evolución de conceptos, entre otros. Esto, favoreció la adquisición de habilidades y destrezas en los estudiantes para la elaboración de este tipo de actividades. No obstante, reconocemos que dar clase, investigar y formar a los estudiantes para el manejo de estrategias de evaluación es una tarea ardua que consume tiempo y energía. Por ello, creemos que no es recomendable usar tanta diversidad de actividades evaluativas en un Período Académico.

*En cuanto al docente*, disminuimos nuestros niveles de exigencia sin demerorar la calidad en nuestras intervenciones y evaluaciones durante el proceso de aprendizaje. Sin embargo, consideramos que esto no tuvo el efecto deseado puesto que los estudiantes consideraron que el curso y sus docentes eran muy exigentes.

En esta etapa, ideamos estrategias de mediación social en clase y se logró establecer una visión compartida sobre los problemas detectados en aula, así como, un plan para superarlos progresivamente. Estas alianzas aúnan esfuerzos y generan cambios no esperados en el aula.

Por otra parte, comenzamos a valorar la retroalimentación dada por los estudiantes y los miembros del grupo de IA, por ser ésta una fuente de información valiosa evaluar nuestra labor, detectar fallos y producir mejoras. Por último, desarrollamos talleres de sensibilización sobre la importancia del Maestro de Educación Primaria en los procesos de formación ciudadana. Esto, mejoró la autoestima del maestro en formación, su apariencia personal y el léxico. Se observó que procuraron escribir mejor y valoraron su rol e importancia en la sociedad sensibilizando satisfactoriamente al estudiantado sobre su labor

*En cuanto a las actividades de evaluación,* decidimos reducir el número de actividades evaluativas y dejar sólo aquellas que fueran claves para valorar tanto el proceso de aprendizaje como los productos. Este cambio disminuyó la sensación de estrés y sobre exigencia en los estudiantes y favoreció un clima favorable en la clase. Sin embargo, se observó una tendencia natural en los estudiantes a preferir las pruebas. Esto me hace suponer que la cultura del examen está fuertemente arraigada en nuestra población estudiantil.

***Tercer ciclo de investigación acción.*** Semana a semana nos avocamos a repetir los pequeños lapsos de experimentación que habíamos ideado en nuestras planificaciones, a hacer ajustes sobre la marcha, buscar nuevas lecturas, observar las ideas que iban cambiando en los estudiantes y las que se mantenían en el tiempo, la nuestra praxis y generar a su vez los cambios planteados.

En esta etapa de la investigación me sorprendió el nivel de autonomía y eficacia que teníamos como grupo. Mi compañera y yo, habíamos cambiado la naturaleza de nuestra relación la cual en algún momento fue vertical y desequilibrada y pasó a ser, horizontal y equilibrada. Cada una sabía cuál era su rol y en algún momento, mi compañera dejó de observar la investigación como mi Tesis Doctoral.

Nos apropiamos de tal modo del CPC-NDC que nuestras clases empezaron a tener sello de calidad. Para entonces éramos eficaces, autónomas, reflexivas, autocríticas, autoevaluativas de manera permanente. La mirada introspectiva siempre estuvo presente para escudriñar nuestras creencias, intenciones, acciones y actitudes y poder maravillarnos de vernos divergir y converger en nuestras teorizaciones sobre la enseñanza.

Ya las reuniones habían perdido formalidad y se habían convertido en auténticas conversaciones sobre lo que habíamos hecho y cómo podríamos seguirlo mejorando. Ya nada parecía forzado, al contrario, todo fluía con

naturalidad. Creo que nos habíamos desarrollado profesionalmente y teníamos tanto saber pedagógico para compartir que podíamos establecer fácilmente una tertulia con los miembros de la Línea de Investigación NDC y captar su interés para formar un nuevo grupo de IA con intereses comunes.

Me impresiona ver en retrospectiva y corroborar cómo fuimos pasando de ser defensoras del contenido declarativo a ser usuarias críticas del mismo. Elegimos a todo riesgo ir con el currículo al aula como hipótesis y experimentar con él para ver cómo nos iba, que nos funcionaba y que asuntos ya estaban desfasados, fosilizados y ameritaban actualización. De este modo, comenzamos a escuchar las preguntas de los estudiantes y sus expectativas de aprendizaje y esto hizo que nuestros planes variaran pero que recobraran pertinencia. Y así, fuimos desplegando nuestro trabajo en la cotidianidad, registrando en nuestros diarios nuestras impresiones, ensayando acciones, sistematizando la experiencia, reflexionando sobre ella y calibrando poco a poco la praxis para hacerla más efectiva.

Esta fase de implementación de cambios nos sirvió para comprender que, cada vez que vamos al aula y probamos algo, construimos saber pedagógico y por ello, cambia y se transforma nuestra praxis. Pero, en esa misma medida ebulen nuevos problemas de investigación y situaciones conflictivas que ponen en observación a la práctica y a sus practicantes. Yo diría que esto nos conduce a la duda eterna ¿Estáre haciendo bien mi trabajo como docente?

### ***Sobre la Naturaleza del Cambio en Nuestra Praxis Docente***

En este apartado relato los hallazgos que ofrecen respuesta a la siguiente interrogante de investigación: *¿Cómo fue la naturaleza del cambio en nuestra praxis docente?* La cual me condujo a observar y analizar las expresiones de conciencia y comportamientos que dieron cuenta de los

cambios en nuestras creencias, actitudes, intenciones, acciones, valores y supuestos inherentes a la praxis docente.

Para el acceso al marco fenoménico de los miembros del grupo de IA, se prestó atención a cada sutileza presente en el discurso o actitud de cada docente que denotara la existencia de emociones, sentimientos, logros, cambios o indicios de desarrollo profesional. En función de ello, se extrajeron las expresiones de consciencia de cada una para ser agrupadas por criterios de similitud e identificadas con un nombre y/o tema.

Este relato inicia relatando la naturaleza del cambio en nuestra praxis docente desde el primer ciclo de IA hasta el último que se desarrolló. En el mismo, se presenta la identificación y definición de los temas esenciales que emergieron en este estudio. Con fines esclarecedores, se exhiben en párrafos independientes, subrayados y apoyados en los testimonios y/o expresiones de consciencia reportados por los miembros del grupo de IA y de este modo poderle conferir credibilidad.

*Praxis docente basada en el CPC-NDC:* Este tema reúne la esencia de significados que los miembros del grupo de IA tenían acerca de su práctica y expone las implicaciones, problemáticas detectadas, logros y fortalezas reveladas durante su fase de desarrollo. Lo anterior, encuentra apoyo en las siguientes expresiones:

*“...ha sido bastante cuesta arriba porque es difícil pues tenemos que estar pendiente de muchos aspectos y al concientizar eso hace que de alguna manera me esté autoevaluando también y eso hace que reflexione sobre mi praxis docente. No es tan fácil porque no me ha sido totalmente cómodo aplicarlo un poco por desconocimiento o un poquito porque uno cree que eso está entendido y bueno no es cierto, esto del CPC no se aprende de un día para otro, es un proceso complejo y difícil de asimilar” (D-2, en 1er ciclo de IA).*

*“...reconozco que por ahora para mí es difícil investigar y a la vez enseñar, es decir, estar en disposición mental y física para llegar a casa*

*después de clase y escribir notas de campo y rescatar la esencia del momento de la clase y saber cómo desarrollar competencias investigativas es parte del desarrollo profesional hasta ahora yo creo que me encuentro en proceso y aun no me he consolidado. Siento que trabajar bajo este esquema es agotador, se necesita de muchísima preparación para ir al aula o sea es un todo, pero en el momento que estoy dando la clase son como muchas cosas que atender a la vez y llego a mi casa agotada. Yo digo... ¿Seré capaz de estar durante largos años en esto, es decir enseñando de este modo?” (D-1, en 1er Ciclo de IA).*

*“...cuando miro en retrospectiva me doy cuenta de todo lo que he cambiado. Al principio me asusté, dije... no puedo con tanto. Después, me animé a seguir y cuando fui viendo que esto del CPC y la NDC si da resultados y mejora la dinámica de clase y sus resultados me sentí satisfecha porque vi los frutos que antes no veía...” (D-1, Segundo Ciclo de IA).*

*“... a corto plazo me pareció que ocuparme del CPC, la NDC y la IA a la vez era una locura querer abarcar tanto. En mis primeros pasos, empecé a tropezar, hacia algunas cosas diferentes y otras producto de mis viejos hábitos, ejemplo: hablar demasiado en clase, usar en exceso el pizarrón, no dejar que los alumnos respondieran sus preguntas o no enseñar NDC de forma adecuada. Luego, gracias a la retroalimentación de los pares me motivé para hacer mejor las cosas y poco a poco fui viendo resultados, ya en el segundo ciclo eran menos las observaciones y más, los comentarios positivos...” (D-2, Segundo Ciclo de IA).*

Al analizar e interpretar los hallazgos del estudio, nos dimos cuenta que la naturaleza de nuestro cambio resultò ser un proceso dinámico, perfectible, complejo, arduo, agotador, demandante, contradictorio y perfectible. Se articulò de manera sistemática y falible en la mente de cada una, requiriendo de la introspección y atención pertinente a las dimensiones físicas, emocionales y morales que propiciaron una metamorfosis sostenible en el tiempo. Consideramos que, la adquisición de un CPC-NDC generó en el aula logros y cambios en nosotras y los estudiantes; los cuales se manifestaron en la dinámica de clase a través

de una serie de indicadores. Por ello, afirmamos que el desarrollo de un CPC-NDC en el docente mejora la enseñanza de las ciencias.

Aunado a ello, creo que la praxis pedagógica del docente está supeditada a las creencias y actitudes desarrolladas durante el periodo de formación académica. Cuestionar las ideas de sentido común acerca de la enseñanza, amerita de procesos de reflexión y revisión permanente de la labor docente. De este modo, se podrán identificar las fisuras que atentan contra el desarrollo profesional e ir en procura de la consecución de un docente que investiga, aprende y a la vez enseña.

*Resistencia al cambio:* En este apartado se mencionan las razones por las que algunos miembros del grupo de IA se resistieron a implementar el CPC-NDC. Al respecto se encontró lo siguiente: (a) defensa del contenido declarativo, (b) infravaloración del CPC-NDC, (c) poco tiempo disponible, (d) ideas de sentido común sobre la enseñanza y la evaluación, (e) agotamiento físico y mental, (f) contexto socio-político del país.

*“...No se trata de modificar todas las estrategias didácticas de la noche a la mañana cada vez que aparezca una moda pedagógica, sino por el contrario, el objetivo es hacer una profunda reflexión de lo que se ha hecho hasta el momento y comparar con las propuestas de los expertos, considerando: ¿Se comprende cabalmente la propuesta?, ¿cuáles elementos son pertinentes incorporar a la práctica?, ¿cuál es la forma de realizar dicha incorporación?, ¿qué tan efectiva es la incorporación?, ¿cómo corregir los errores? y ¿qué desarrollo profesional se ha alcanzado? (D-4, Primer Ciclo de IA).*

*“...bueno no sé si uno se habitúe a trabajar siempre de este modo porque requiere mucho más de ti, porque el hecho de que tienes que estar atenta a las ideas de los alumnos, a lo que saben o no, aunque siempre lo hemos hecho, pero nunca de una manera tan intencionada como ahora lo estamos haciendo, es estar muy consciente de todo lo que estamos haciendo en el aula y no ser tan mecánico, un logro para*

*mi es reflexionar en cada paso que estoy dando, pero es como mucho esto para mí” (D-2, Primer Ciclo de IA).*

*“...yo he desarrollado un conocimiento que antes no tenía, pero me falta, me falta mucho y aunque yo sé que las distintas formas de evaluación son válidas, pero recuerda que el hombre es un animal de tradiciones, de costumbres y como siempre todo está bajo una nota entonces, es muy difícil ponerle un número a algo cualitativo y tengo esa disyuntiva, pero me cuesta cambiar lo reconozco porque esto no es lo que he venido haciendo y no es nada fácil...” (D-2, Segundo Ciclo de IA).*

*“... si es importante enseñar NDC, pero a veces no sé porque tiene que ser siempre no le encuentro mucho sentido. Es frustrante de verdad, yo necesito abordar el contenido del curso y que los estudiantes avancen y siento que esto me retrasa y no me alcanza el tiempo para lo que debo enseñar y de verdad esto me agota...” (D-3, Primer Ciclo de IA).*

*“...para cambiar se necesita tiempo. Planificar y diseñar los materiales requieren de dedicación y búsqueda y ahorita la situación del país te sabotea porque emocionalmente hay días en que estamos bien y luego, cabizbajos, deprimidos, afligidos y no quieres hacer nada esa es la verdad...” (D-1, Primer Ciclo de IA).*

*“...la situación del país es muy compleja y difícil a veces uno no tiene ánimo de pensar y hacerlo diferente. Creo que los alumnos tampoco, esto me da tristeza y reconozco que vuelvo a enseñar igual que antes y ya...” (D-2, Primer Ciclo de IA).*

Sobre este particular debo reconocer que los sentimientos de frustración, fracaso, preocupación, desmotivación y minusvalía intelectual se convierten en verdaderos obstáculos para transformar la praxis docente y generar desarrollo profesional en el docente. Lo anterior, permite suponer que no estamos del todo preparados para comprender que la firma pedagógica del docente debe guardar coherencia con el tipo de profesional que ayuda a formar; de modo que, honrar las ideas esgrimidas originalmente por Shulman sobre la importancia del CPC sigue siendo necesario.

Entiendo que, cuando la duda emerge e inunda los escenarios de clase los docentes escudriñan las propuestas de cambio para ponderar la relación costo-beneficio. En esa búsqueda plausible, puede aparecer en la periferia la resistencia al cambio la cual se manifiesta como una opacidad que nos persigue y de la cual no podemos desligarnos fácilmente. Se sabe que su fuerza de atracción es tan grande que muchas veces nos conlleva a retomar las antiguas prácticas y/o permanecer en la zona de confort.

La resistencia al cambio es un factor imperante en los procesos de fosilización de la praxis docente y puede presentarse explícitamente o enmascararse implícitamente y aparecer forma diferida. Lo cierto es que siempre emerge en mayor o menor proporción y se manifiesta de una forma más o menos aleatoria en nuestra línea biográfica como docentes.

Al respecto, desde mi experiencia me atrevo a construir una metáfora para dar una explicación figurada a este fenómeno que se suscita... En el aparato psíquico del docente coexisten dos dimensiones: una es afectiva y la otra, moral. De éstas, depende la composición de una membrana semi-permeable que se construye en la mente pedagógica del enseñante. Este tejido se caracteriza por la presencia de pequeños poros que determinan la entrada de pequeñas moléculas del saber que podrían o no atravesar y permear la estructura cognitiva del sujeto que enseña. Este proceso de toma de decisiones ocurre en absoluta coherencia con el programa basado en la biología de las creencias que pueda tener el docente acerca de la enseñanza. Lo anterior, contribuye para reafirmar la siguiente tesis: las creencias que un docente tiene acerca de la enseñanza son auténticos marcos explicativos que se arraigan o enquistan en la estructura cognitiva del sujeto y condicionan las habilidades, actitudes e intenciones que éste denota en sus intervenciones pedagógicas.

Se sabe que una creencia es una convicción de que algo es verdadero y útil para nuestra existencia. Por esta razón, encuentro una explicación a este fenómeno en Mellado (2001) quien explica que un docente no puede



cambiar sus modelos didácticos si no logra apreciar de forma tangible las ventajas que tienen las innovaciones sobre su accionar pedagógico. Así mismo, me apoyo en los investigadores Sánchez y Valcárcel (2000) con quienes coincido al considerar que, los cambios en el docente a veces no se suscitan por la gran demanda de tiempo que éstos suponen y la inclinación del docente a trabajar en solitario. Por ello, afirmo que los cambios son necesarios, pero solo son posibles al superar la individualización del profesional y procurar el trabajo de equipo de los docentes.

Tomando las ideas de Mellado (2001) sobre las aportaciones de la Filosofía de la ciencia a los modelos de cambio didáctico de los profesores de Ciencias Naturales, me dispuse a analizar lo ocurrido con los miembros del grupo de IA para intentar generar una interpretación para este fenómeno. Sobre este particular, reconozco que las ideas que un docente tiene sobre la filosofía de la ciencia son el fundamento epistemológico de su didáctica. Por ello, pude comprender que estas posturas filosóficas son difíciles de cambiar puesto que son marcos explicativos que actúan de forma similar a los núcleos centrales de Lakatos, los cuales son resistentes al cambio y están protegidos por hipótesis auxiliares difíciles de refutar. Lo anterior, impide el desarrollo de nuevos programas mentales en el docente en servicio.

*Conocimiento Pedagógico de Contenido para la enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia:* Según Shulman (1986) un docente tiene CPC cuando demuestra conocimientos sobre la materia a enseñar y su naturaleza, conocimiento pedagógico, conocimiento sobre la evaluación, conocimiento sobre los estudiantes y sus problemas de aprendizaje. De manera que, los hallazgos de esta investigación muestran que el desarrollo de un CPC-NDC en los miembros del grupo de IA fue parcial durante el desarrollo incipiente de la investigación, pero a posteriori, fue dando indicios de profundización y desarrollo paulatino. Algunos testimonios que se citan muestran evidencias de ello:

*“...Ser consciente de los aspectos de la NDC y hacérselos saber a los estudiantes en los diferentes contenidos es algo que hago oralmente. En cuanto a CPC, considero que conozco estrategias acordes a cada contenido, pero he asumido algunas nuevas (metodología indagatoria) la cual he aplicado en diversas materias y me ha ido bien...” (D-4, Primer Ciclo de IA).*

*“...Un cambio que se ha efectuado en mi praxis, es que no sólo estoy más consciente del CPC, sino que también se lo manifiesto a los estudiantes y lo ejemplifico como parte de mi desempeño incorporando tópicos de NDC en todos los contenidos...” (D-1, Primer Ciclo de IA).*

*“...he visto avances en cuanto a la planificación, a las actividades que estamos compartiendo con ellos porque ya no es sólo un contenido que se cubre sino también intentar enamorarlos, engancharlos y hacerlos comprender la utilidad de eso que están aprendiendo en clase. Pero, creo que hay que seguir dando contenido y avanzar en el programa...” (D-2, Primer Ciclo de IA).*

Poco a poco fuimos valorando la utilidad del CPC-NDC y el agotamiento que produjo al inicio se fue aminorando a medida que adquiríamos pericia en su manejo. Sumado a ello, los estudiantes daban muestras de mejorar su actitud y rendimiento académico, por lo que se produjeron emociones y sentimientos favorables en los miembros del grupo de IA. En consecuencia, se generó una sensación de bienestar y satisfacción ante el logro que se puede apreciar en las siguientes expresiones de consciencia:

*“...me emocioné y me dije ¡guao! si se está logrando. Pero, bueno creo que no debemos decaer precisamente por eso, o sea expreso lo que siento en el momento, pero al mismo tiempo me digo, si se puede trabajar de una forma diferente porque convienen los cambios las cosas mejoran...” (D-2, Primer Ciclo de IA).*

*“...con las prácticas de laboratorio modificadas vi que ellos tenían más interés, que les gustó y eso me emocionó. Me sentí bien al menos con eso pues veo frutos al esfuerzo que hemos hecho por enseñar mejor...” (D-1, Primer Ciclo de IA).*

*“...me he sentido muy bien en comparación a como lo venía haciendo antes, en el sentido de que cuando uno desarrolla CPC como que enseña mejor, es decir, está más consciente de las acciones que se planifican y de que todo esté ajustado a unos objetivos preestablecidos...” (D1, Segundo Ciclo de IA).*

La sensación de mayor bienestar trajo consigo la presencia de indicadores de CPC-NDC en los miembros del grupo de IA. Para indagar sobre nuestra praxis nos avocamos a observarnos como sujetos y objetos de la investigación. Cada una de nosotras, debía vincularse desde el “yo conmigo” lo cual implicó investigarnos en el momento en el cual estábamos enseñando, pero además, ir a observar a otros miembros del equipo.

En consecuencia, se estableció la visita de miembros del grupo a las sesiones de clase para poder observar a cada docente al emplear un CPC-NDC. Una vez finalizada la fase de observación se procedía a dar retroalimentación de pares al docente observado, indicando de forma oral y escrita los aspectos plausibles de la praxis y aquellos que debían mejorarse. Cada nota de campo era comparada con los diarios reflexivos que el docente hacía sobre sí mismo al concluir la sesión de clase.

He de confesar que, al principio, no se apreciaban con facilidad los cambios en la praxis en todos los miembros del grupo, pero poco a poco se fue observando la presencia de pequeños movimientos comportamentales y actitudinales que daban muestra de disposición de algunas colegas para cambiar las creencias, actitudes, habilidades e intenciones educativas que se venían exhibiendo hasta el momento. Los indicios de CPC que se apreciaron a lo largo del desarrollo de este ciclo de IA en mayor o menor medida fueron los siguientes:

***Indicios de Conocimiento Pedagógico de Contenido para la Enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia***

Obtuvimos conocimientos sobre las ideas inadecuadas de los estudiantes acerca de la NDC y el contenido científico de la materia, identificándolos y usándolos como indicadores didácticos en las planificaciones de clase. A posteriori, verificamos si dichas ideas evolucionaron, mejoraron o fueron resistentes al cambio

Adquirimos conocimientos sobre las estrategias de instrucción más adecuadas para abordar ideas inadecuadas de forma explícita y reflexiva

Construimos conocimiento sobre las estrategias más adecuadas para enseñar temas específicos del programa de Ciencias Naturales

Recopilamos información sobre la forma en que aprendían nuestros estudiantes y detectamos cuáles eran sus áreas de mayor dificultad

Adquirimos conocimiento sobre el currículo, sus metas y objetivos educativos y sinceramos los planes de estudio en función del contexto y las necesidades formativas de nuestros estudiantes

Examinamos de forma crítica los materiales instruccionales para la enseñanza de las ciencias y dejamos de usarlos de manera intuitiva

Establecimos conexiones entre los aspectos de la NDC presentes en los contenidos científicos del programa y los articulamos de forma apropiada mostrando pericia sobre este particular

Empleamos el enfoque explícito y reflexivo durante los procesos de enseñanza que se desarrollaron en distintos escenarios

Aprendimos a evaluar formalmente los asuntos epistémicos y no epistémicos de la NDC

***Indicios de Conocimiento Pedagógico de Contenido para la Enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia***

Permitimos a los estudiantes discutir y reflexionar sobre sus ideas acerca de la NDC, respetando los tiempos para la elaboración de sus respuestas

Informamos a los estudiantes sobre los aspectos de NDC que iban a abordarse en clase y los ayudamos a estar concientes de ello

Hicimos las debidas transposiciones didácticas para cada contenido científico a enseñar, de tal modo que éste resultara amigable, comprensible y de utilidad para el estudiante

Delimitamos y aclaramos, qué y cómo se iba a evaluar e informamos a los estudiantes sobre lo que se esperaba de ellos en cada actividad

Evaluamos de forma diagnóstica, formativa y sumativa durante el proceso de aprendizaje, superando la cultura del examen al honrar la cultura de la evaluación

Diseñamos y probamos la efectividad de los materiales instruccionales que creamos para la enseñanza de la NDC

Generamos espacios para la argumentación científica de los estudiantes y favorecimos sus entendimientos sobre la NDC

Consideramos las ideas inadecuadas de los estudiantes que perduraban en la estructura cognitiva después de las intervenciones pedagógicas; y, proporcionamos escenarios que generaran disonancia cognitiva e inconformidad en éstos; en procura de la construcción de ideas más plausibles

Mostramos conocimientos didácticos generales para dirigir debates que promuevan la reflexión y argumentación dialógica

Desarrollamos didáctica específica para la articulación de la NDC a la estructura conceptual, procedimental y actitudinal de los contenidos del curso, mostrando pericia durante la planeación, ejecución y evaluación de la praxis docente

Demostramos poseer conocimientos sobre el contexto educativo específico y general donde desempeña la labor docente y se adapta a ellos

Lo indicios arriba expuestos muestran el grado de desarrollo que alcanzamos en cuanto a CPC-NDC. Sin embargo, es necesario reconocer que no es tarea fácil manejar todos estos aspectos en la praxis docente puesto que, como producto de nuestro condicionamiento ambiental solemos movernos oscilatoriamente entre el profesor Modelo I y II, que transita por la vía de la enseñanza tradicional y su vez, incursiona en las nuevas tendencias formativas. Por ello, creo que aun cuando nuestro marco teórico es adecuado y plausible, nuestras acciones en la praxis nos hacen mostramos como auténticas contradicciones vivientes tal como lo señala también Whitehead (2009).

La congruencia entre teoría y práctica es imprescindible y por esto, procuramos que durante la fase de implementación de un CPC-NDC nuestro accionar propendiera a mejorar nuestra dinámica de clase. Al comparar la antigua praxis con la reconstruida nos percatamos de la presencia de indicadores que dan cuenta de los cambios que se generaron en ella. Los mismos se extrajeron de testimonios dados por las docentes. A continuación se citan algunos de ellos.

*“...si ha habido cosas buenas, veo que los estudiantes ahora se interesan, les gusta mucho las actividades prácticas y, como tú me hacías reflexionar, me gusta el asombro que veo en ellos y manifiestan que esas cosas no las sabían...” (D-2, Segundo Ciclo de IA)*

*“...ahora veo como que vienen a la expectativa sobre ¿qué vamos a hacer hoy? y eso me motiva a mejorar. Luego, al final en las clases ellos siempre me dicen que mi clase les gusta y no los aburre...” (D-1, Primer Ciclo de IA).*

*“...Un cambio, pues he visto mayor participación de los estudiantes en el sentido de que, aunque a veces les cuesta hablar, es un grupo que por lo general está interesado (no todos) pero si hay una mayoría que se interesan en hacer buenos trabajos y sus productos son de calidad...” (D-2, Segundo Ciclo de IA).*

*“...Mis alumnos mejoraron su rendimiento académico sustancialmente. Ahora, entienden lo que se les enseña y son capaces de argumentar por sí solos si que yo los conlleve a ello. Ya no tengo tanto fracaso en aula, participan más, están motivados, no faltan a clase y valoran lo que modelo para ellos. Siempre hay uno que otro que sigue siendo un poco irresponsable pero ya no es algo que vea en la mayoría. Me gusta mi nuevo clima de clase es más humano...” (D-1, Segundo Ciclo de IA).*

Al leer testimonios como éstos y procesarlos con el análisis temático se extrajeron los indicadores que se presentan a continuación.

**Indicadores de cambio:**

- Mejoró la comprensión de los contenidos científicos al abordarlos articuladamente con los contextos de NDC
- El número de aplazados se redujo a su mínima expresión
- Se redujo la tasa de fracaso estudiantil y su carácter natural
- Los estudiantes construyeron ideas adecuadas sobre la NDC y mejoraron su actitud hacia la ciencia
- Aumentó el promedio académico por curso en la Cátedra de Ciencias Naturales
- Mejoró el nivel de asistencia, así como, la puntualidad a la hora de entrada y la entrega de las asignaciones
- Aumentó la motivación y el interés de los estudiantes por asistir a las clases de Ciencias Naturales
- Mejoró la participación estudiantil, la formulación de preguntas, inquietudes e intereses de investigación
- Valoración estudiantil de las técnicas, materiales instruccionales, estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación empleadas, así como, las actividades planificadas por los docentes
- El clima de clase comenzó a hacer ameno y dinámico

La enseñanza de las Ciencias Naturales es una labor difícil pues al docente le corresponde conocer la materia a enseñar, su naturaleza, los problemas frontera, saber enseñar y evaluar la ciencia escolar, así como, saber hacer las debidas transposiciones didácticas para cada audiencia y nivel etéreo. La experiencia laboral no es garante de una praxis de calidad, pues en ocasiones los docentes pueden verse afectados por una fuerte disociación entre teoría y práctica, un pensamiento inadecuado sobre la enseñanza o una predisposición para no revisar su práctica.

Finalmente, es necesario confesar que no todos los miembros del grupo de IA lograron desarrollar un CPC-NDC, por las razones expuestas en apartados anteriores. Esto me hizo preguntarme ¿cuáles fueron las razones que dificultaron el desarrollo profesional en todos los miembros del grupo, para implementar un CPC-NDC?

*Desde el punto de vista general,* las razones identificadas fueron las siguientes: (a) conflictos cognitivos generados por la confluencia entre visiones discrepantes sobre la NDC, (b) poca disponibilidad de tiempo para abordar en paralelo el CPC-NDC y atender la metodología de IA, (c) creencias arraigadas sobre la necesidad de cubrir todos los contenidos programáticos, (d) infravaloración de la NDC por no estar explicitada en el currículo, (e) el desconocimiento de las finalidades de la enseñanza de la NDC, (f) resistencia del docente a las reformas e innovaciones educativas, (g) inexperiencia y falta de confianza para gestionar el trabajo de aula bajo los lineamientos del CPC-NDC, (h) codependencia de colegas para el diseño de materiales y la administración del pensum bajo los preceptos de la NDC, (i) desmotivación del personal docente al observar actitudes negativas en los estudiantes, (j) agotamiento al implementar tantos cambios en paralelo, (k) la baja remuneración salarial en contraposición con el esfuerzo que representaban los cambios, (l) la crisis socio-política y económica del país, (j) los problemas de transporte para trasladarse y asistir a las reuniones, (k) el clima de inestabilidad en el país, (l) la inseguridad personal, (m) los



problemas personales, (n) las diferencias irreconciliables entre miembros del grupo.

Esto, a su vez decantó en una serie de razones específicas que dificultaron el empleo exitoso de un CPC-NDC, las cuales se enumeran a continuación: (a) poca familiarización acerca de la NDC como metaconocimiento y sus particularidades epistémicas y no epistémicas, (b) la tendencia tácita a mostrar la ciencia como producto y no como proceso, (c) la resistencia para abandonar el enfoque implícito para la enseñanza de la NDC y asumir el explícito y reflexivo de forma perenne, (d) dificultad para establecer conexiones entre diversos aspectos de NDC y los contenidos científicos, (e) la existencia de un discurso monológico en clase y la promoción de la memorización de contenidos conceptuales, (f) escasa familiaridad del docente con estrategias de evaluación más eficaces para favorecer la enseñanza de la NDC, (g) las emociones ambivalentes que afectan al docente y lo hacen vulnerable en clase, (h) dificultad manifiesta para observarse como objeto-sujeto de la investigación y enseñar a la vez, (i) ideas de sentido común sobre la enseñanza resistentes al cambio.

En síntesis, creo que con esta investigación cada una tuvo que enfrentarse a constructos con los cuales no estábamos muy familiarizadas. En principio, con las visiones actuales sobre la NDC, lo que hizo que revisáramos nuestras creencias paradigmáticas y la manera de enseñar ciencias naturales. Aunado a ello, el CPC es un modelo demandante, complejo y cambiante que sacó de la zona de confort a cada una. Por último, la implementación de una IA como metodología con la cual ninguna había trabajado anteriormente y para la cual, también hubo que formarse. Conocer los constructos, manejarlos, leer a profundidad sobre ellos y ponerlos en práctica, fue un proceso demandante, extenuante en ocasiones, reconfortante y fructífero, pero también estrepitoso.

Estos resultados encuentran apoyo en el trabajo elaborado por Mellado (2001) en el cual se reportan algunos obstáculos similares a los detectados

en esta investigación. A juicio de este investigador, a los profesores de Ciencias Naturales les cuesta mucho cambiar sus concepciones por los antecedentes formativos que tienen y la existencia de concepciones epistemológicas inadecuadas sobre la ciencia y su enseñanza. Estas afirmaciones de conocimiento encuentran apoyo en mis hallazgos puesto que, pudimos apreciar la presencia de los siguientes factores que impidieron el desarrollo profesional de todos los miembros del grupo y resultaron ser agravantes: (a) la tendencia del docente a trabajar en solitario y aislarse de los grupos profesionales, (b) las actitudes inapropiadas para la enseñanza de las ciencias, (c) la sobreestimación de la experiencia laboral, (d) las falsas creencias sobre la eficacia del profesional de la docencia.

Al respecto, considero necesario combatir la falsa creencia de que el mundo académico puede funcionar sobre la base de fuerzas separadas y desconectadas entre sí e instaurar un pensamiento sistémico que nos permita, reconocernos como parte de un sistema que nos necesita como observadores holísticos del fenómeno y no, como entidades aisladas con incompetencia calificada para aprender del entorno. Creo que es hora de sacar el espejo y empezar a ver nuestros puntos ciegos y develar los modelos mentales que nos apresan y esclavizan de forma permanente. No podemos permitir que nos ocurra lo que Senge (1992) define como una mala adaptación a las amenazas crecientes y terminar siendo los protagonistas de la parábola de la rana hervida al habituarnos paulatinamente a los cambios lentos y graduales que amenazan la supervivencia de nuestra organización educativa. Por ello, insisto en seguir luchando, para seguir aprendiendo y enseñando mejor lo que nos corresponde. En mi caso, es la ciencia y su naturaleza, pero en el tuyo puede ser el arte, la música, la historia o la geografía, pero lo importante es hacerlo bajo una visión sistémica.

*Visiones sobre la NDC y su enseñanza a través de un CPC:* en este apartado se presentan nuestras visiones como grupo de IA. La

implementación sistemática de un CPC-NDC generò en nosotras nuevos saberes y experiencias, que podrían llegar a considerarse como un nuevo camino para los profesores de Ciencias Naturales.

### ***Un Nuevo camino para la Enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia***

La NDC debe ser enseñada abordando los asuntos epistémicos y no epistémicos de forma longitudinal

La enseñanza de la NDC debe mostrar equilibradamente las dos dimensiones de la ciencia: como proceso y producto

Emplear el enfoque explícito y reflexivo conjuntamente con andamios de argumentación científica

La NDC es un metaconocimiento que debe permear el currículo de Ciencias Naturales y ser visto como un aspecto más de la materia. Solo de esta manera se podrá favorecer la alfabetización científica de la ciudadanía

Un profesor de Ciencias Naturales debe conocer la materia que enseña, tener ideas adecuadas sobre su naturaleza y suficiente conocimiento pedagógico para articularla adecuadamente al currículo

El desarrollo de un CPC-NDC es posible cuando se realiza sobre la base de una investigación acción

Evaluar formalmente la NDC generando una retroalimentación oportuna con nuestros estudiantes

Durante la enseñanza de la NDC se debe propender a:

- (a) Favorecer la comprensión de contenido conceptual, procedimental y actitudinal sobre la ciencia y su naturaleza equilibradamente
- (b) Crear un clima de clase afectivo, emotivo y democrático donde se establezcan relaciones horizontales entre el docente y los estudiantes

Abrir la caja negra de la NDC y verificar qué hay dentro para saber qué hacer con ella

Dudar permanentemente de la praxis e ir al aula con el currículo como hipótesis

Crear comunidades de práctica que permitan incrementar el saber pedagógico, mejorar la enseñanza de la NDC y reivindicar la carrera del docente

Algunas de las sugerencias antes expuestas son similares a las postuladas por los investigadores Acevedo (2009, 2017), Faikhamta (2013), Furman y De Podestà (2009), Gil (1991), Hanuscin, Lee y Akerson (2010), Osborne (2009), Shulman (1986, 2005) e inclusive, superan los hallazgos que hemos encontrado en los trabajos grupales elaborados por Martínez, Pèrez, Ojeda y Ascanio (2016, 2017) en los cuales llegamos a suponer que el enfoque implícito era suficiente para favorecer un mejor entendimiento de la NDC. No obstante, no puedo dejar de reconocer que al implementar el modelo de Schwartz y Lederman (2002) encontramos algunas limitaciones que se tradujeron en forma de obstáculos que se resumen en lo siguiente:

***Obstáculos generales detectados durante el desarrollo del CPC-NDC***

Resistencia al cambio

Estabilidad de las ideas de sentido común sobre la enseñanza

Valoración de la visión propedéutica sobre la enseñanza

Creencias sobre la docencia como mero acto técnico

Subestimación de la Naturaleza de la Ciencia

Desmotivación del docente asociada a un componente emocional desfavorable

Dificultad para sincerarse y mostrarse como una contradicción viviente cuando se investiga desde el “Yo conmigo” y “Yo contigo”

Preponderancia de la investigación individualista del docente

Dificultad para construir comunidades de práctica estables

Uso de teorías educativas generalizables con poca aplicabilidad en la realidad docente del momento actual

Infravaloración de las teorías sustantivas sobre la enseñanza

Las limitaciones arriba expuestas me llevaron a hacer una reconsideración del modelo original del CPC-NDC que empleamos en la investigación. Por ello, decidí modificarlo en procura de atender otras dimensiones que a mi juicio resultan ser igual de importantes. Propongo que en adelante, se pruebe el siguiente modelo para desarrollar un CPC-NDC con pertinencia y calidad.



**Gráfico 3. Modelo del Conocimiento Pedagógico de Contenido para la Enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia y el Desarrollo Profesional Docente.**

Por lo anterior, un profesor de Ciencias que desee exhibir un desarrollo profesional docente con sello de calidad tendría que:

(a) Conocer a profundidad la disciplina científica que enseña, así como, su naturaleza articulando con pericia ambas dimensiones en los contenidos programáticos.

(b) Construir conocimiento pedagógico de contenido para hacer las debidas transposiciones didácticas del contenido científico considerando los aspectos epistémicos y no epistémicos de la NDC. Lo anterior, permitirá demostrar que el conocimiento del profesor es específico de dominio y que se sustenta en la pedagogía de la firma promulgada por Shulman. Si deseamos reivindicar la carrera del docente debemos demostrar que hay un modo particular para enseñar en cada carrera y para esto se requiere, que nosotros aprendamos a ser miembros de nuestra profesión, y que pensemos y actuemos como formadores de formadores y no como, Biólogos, Químicos o Físicos puros.

(c) Desarrollar conocimientos sobre la investigación acción para develar los fallos de la praxis pedagógica y procurar las soluciones a esos problemas que se nos presentan. Lo anterior, sin descuidar los mecanismos implícitos y explícitos que demarcan nuestro accionar pedagógico y la influencia del componente emocional y moral sobre nuestras motivaciones.

(d) La conjugación de estos tres factores genera un desarrollo profesional docente que se distingue por su sello de calidad. De esta manera, estaríamos reivindicando la profesión docente al desarrollar nuestro propio Conocimiento Pedagógico de Contenido.

Creo que lo anterior se resume en lo siguiente: como educadores debemos tener una estructura clara y precisa sobre nuestra pedagogía distintiva. Es decir, estamos encargados de formar a docentes en Ciencias Naturales y no, a científicos que egresaran con título de profesores. Por ello, es necesario que exista coherencia entre, las creencias del enseñante, sus

actitudes y habilidades mientras enseña y el perfil del tipo de profesional que forma. A este fenómeno se le llama pedagogía de la firma y creo que nosotras logramos desarrollar nuestra firma pedagógica, la cual se traduce en los siguientes aportes teóricos sobre el desarrollo profesional docente.

### ***Aportes Teóricos sobre nuestro Desarrollo Profesional Docente***

Nos convertimos en investigadoras asiduas y críticas de nuestra praxis docente a través de la investigación acción

Valoramos nuestro saber pedagógico y aprendimos a reconstruirlo permanentemente

Nos convertimos en lectoras y consumidoras de investigaciones educativas, con miras a mejorar de forma permanente nuestra práctica

Aprendimos a realizar acompañamientos formativos y oportunos a nuestros estudiantes humanizando la relación alumno-currículo-docente

Desarrollamos pericia para llevar el currículo al aula y generar con éste, auténticos experimentos sociales

Reconocimos al aula como un auténtico laboratorio de problemas educativos y valoramos a la investigación acción como vía para probar soluciones

Entendimos la importancia de nuestro rol como docentes investigadoras en la Cátedra, el Departamento y la Universidad y valoramos nuestros aportes para la transformación de la sociedad

Aprendimos a dudar de nuestra praxis y a someterla a procesos de revisión, reflexión, acción y evaluación para generar así aprendizajes de doble recorrido

Mejoramos nuestras creencias acerca de la enseñanza y la evaluación durante el proceso de aprendizaje

### ***Aportes Teóricos sobre nuestro Desarrollo Profesional Docente***

Aprendimos a construir teorías educativas vivientes sobre la base del análisis de nuestra influencia educativa sobre nuestro accionar

Nos convertimos en docentes autoeficaces con saber práctico. Esto se tradujo en un grado de independencia y efectividad en cada una

Nos mostramos como escritoras productivas durante la elaboración de los diarios de campo y aprendimos a extraer información de interés de ellos

Aprendimos a valorar el aprendizaje experiencial como fuente de saber para autoevaluarnos, comprendernos, aceptarnos y reflexionar sobre el ejercicio de nuestra profesión

Aprendimos a identificar las teorías implícitas irrigadas nuestra praxis docente y a ser conscientes de las contradicciones que teníamos entre teoría y práctica

Aprendimos a transformar nuestra praxis docente y a emanciparnos como profesionales liberándonos así del locus de control externo manejado por otros investigadores

Nos habituamos a investigar desde el “yo conmigo” y el “yo contigo” y esto, contribuyó con el desarrollo de competencias investigativas

Nos empoderamos de nuestro accionar en clase y desarrollamos cierto nivel de independencia durante la toma de decisiones para mejorar la enseñanza de la ciencia

Aprendimos a preguntarnos de forma permanente ¿Cómo nuestra enseñanza afecta la mente y las emociones de nuestros estudiantes? y a dudar sobre la efectividad de nuestra praxis

En este sentido, me atrevería a suponer que logramos irrumpir en el modelo de cambio gradual o evolutivo del docente, propuesto por Mellado (2001), el cual está fundamentado en la investigación de situaciones problemáticas de enseñanza y aprendizaje. Creo que, nos dedicamos a investigar nuestro problema y todos aquellos que iban emergiendo lo cual es compatible con la filosofía de Laudan, quien defiende un modelo pragmático



de la ciencia como vía para la resolución de problemas. Para ello tuvimos que atender las siguientes dimensiones humanas.

### ***Aportes Teóricos sobre nuestras dimensiones humanas***

Atendimos las siguientes dimensiones, observándonos y sobreponiéndonos ante ellas:

La emocional, para superar el miedo al cambio y generar sentimientos de confianza y seguridad

La física, para soportar el agotamiento que produjeron los cambios y poder sobreponernos

La profesional, para honrar el éxito con humildad y valorar la eficacia de las nuevas estrategias

La moral, para evitar recurrir a viejas prácticas por ser éticamente inapropiado

La social, para aprender a valorar las aportaciones del trabajo de equipo, tolerar las diferencias y transformar la docencia

La atención de estos aspectos propició la consecución paulatina de un desarrollo profesional docente. Por ello, me atrevo a concluir este apartado reconociendo la importancia de la dimensión emocional, moral y ética del docente ya que éstas dirigen su accionar pedagógico. Por tanto, la mente del pedagogo debe ser nuestra principal fuente de interés ya que, en ella convergen las concepciones intelectuales, normativas y prácticas del profesional de la docencia. Por ello, sólo los profesionales mejor educados pueden acompañar al otro en el proceso de aprender.

## CAPÍTULO V

### IV. UNA TEORÍA EDUCATIVA VIVIENTE

*La teoría tradicional explica relaciones entre variables.  
En la teoría viviente, es el individuo quien  
genera sus propias explicaciones.*

*Jack Whitehead*

En este apartado usted encontrará una teoría viviente que da cuenta del tránsito recorrido como docente e investigadora en un grupo de investigación acción. El relato comienza con un breve recuento histórico que permite comprender mis experiencias como maestro novel y finalmente, como una experta en construcción en la Educación Universitaria. Sobre la base de mi experiencia académica e investigativa emergieron unos presupuestos teóricos que dan cuenta del proceso de metamorfosis que sufrió mi praxis docente, así como, la influencia educativa que tuve sobre mi aprendizaje y el de otros, al conformar y dirigir un grupo de investigación acción.

Decidí articular mis teorizaciones siguiendo las recomendaciones de Whitehead (2009) partiendo de una dialéctica viva que explica cómo se llevó a cabo mi proceso de transformación. Sin embargo, es necesario aclarar que aunque este investigador sugiere que las teorías vivientes sean apoyadas por videos que muestren las narrativas visuales del fenómeno en estudio; he

decidido no seguir esta recomendación por considerar que no es apropiado su uso en el texto de una tesis doctoral.

### ***La Metamorfosis de mi Praxis Docente***

Durante mi época de formación inicial nunca llegué a imaginar la gran responsabilidad que representaría ejercer la profesión docente. Creo que desde entonces, se comenzaron a gestar en mí ideas ingenuas y de sentido común sobre la enseñanza. Poco a poco, me fui percatando de las creencias que yacían en mi estructura cognitiva y cómo fueron cobrando valor; y por alguna inocente razón, comencé a dar mérito, tácitamente, al modelaje docente del que fui testigo durante mi época de estudiante de pregrado. Recuerdo que estuve en las aulas muchas veces expectante, pero también, como una usuaria más que atribuyó un sentido de normalidad a la dinámica tradicional de enseñanza observada y de amplia aceptación social. Aquello representó para mí lo común y esperado y quedé impregnada de los valores y vivencias protagonizadas por cada profesor.

Con estas creencias me estrené durante mis primeros meses de servicio y me enfrenté a lo que se conoce como el shock de realidad del docente novel. Me di cuenta que las experiencias laborales que estaba viviendo me emplazaban a ejecutar acciones rápidas, y que la formación teórico-práctica obtenida en la Universidad no había sido suficiente para atender las demandas satisfactoriamente. Probablemente, se trate de un caso aislado, pero me atrevo a alegar que en ocasiones, las instituciones de Educación Superior administran un pensum de estudios poco contextualizado con los escenarios profesionales.

Lo antes expuesto, es explicable cuando notamos que el enfoque de enseñanza de las universidades se basa más en el abordaje de contenidos conceptuales que en los procedimentales y actitudinales, lo que nos sumerge

en una pseudo realidad que discrepa mucho de la que encontramos en el contexto real. Esto, me hizo ser consciente de los fallos de inicio con los que egresamos de la Universidad, la cual pareciera no prepararnos lo suficiente para enfrentar un mundo laboral diverso y contextualizado, que demanda más del uso de conocimientos procedimentales y actitudinales para atender las problemáticas educativas que se nos presentan.

Por esta razón, me convencí de la importancia que tiene mejorar nuestra praxis docente como vía para generar una base de conocimientos profesionales que mejoren nuestra enseñanza y propendan a aminorar las debilidades formativas en nuestros egresados. Ahora encuentro sentido a lo que Shulman afirmó en algún momento "...las teorías filosóficas, epistemológicas, psicológicas y pedagógicas que se nos presentan en la Universidad discrepan mucho de la que emergen de la práctica..."

Sobre este particular, expreso mi acuerdo y en esto me sostengo para afirmar que, las teorías generalizables que se nos muestran en nuestra etapa formativa tienen escasa aplicabilidad en el campo real y por ende, nos dejan sumergidos en una sensación de minusvalía intelectual que puede hacernos sucumbir si no logramos superar los obstáculos que se nos presentan en el campo laboral.

Este recuento me permite reconocer que mi praxis docente como maestra novel requería de teorías sustantivas, pero para aquel entonces, no estaba formada desde el punto de vista investigativo para construirlas y por ello, me auxilié muchas veces en el juicio de expertos. Ahora, creo que durante mi rito de iniciación en la profesión docente, fui apropiándome poco a poco del escenario educativo y ejecutando un plan de supervivencia para poder adaptarme a la realidad. Recuerdo que decidí ejercer la docencia en términos similares a como me la habían modelado mis profesores de los diferentes niveles educativos. Comencé a actuar de forma inconsciente bajo el efecto de las neuronas espejo, con las cuales aprendí a imitar sin cuestionamiento alguno los comportamientos que observé en mis docentes.

Para el momento, daba por sentado que ir a un aula suponía: conocer a fondo la materia a enseñar, presentar los contenidos a los estudiantes a través de diferentes estrategias, desplegar un discurso monológico, asignar actividades y evaluar los productos para obtener una calificación. Al observarme en retrospectiva comprendo que se trataba de un acto mecánico y meramente técnico. Con esa lógica en uso y las teorías implícitas que me sostenían, me ví enmarcada en el Paradigma Positivista y en un modelo de racionalidad técnica.

Evidentemente, esto trajo como resultado una diversidad de problemáticas para las cuales nos estaba preparada para responder. Sin embargo, creo que hice lo mejor que podía con los conocimientos y el nivel de conciencia que tenía, pero reconozco que ignoraba muchas cosas y que por ello, actuaba como una diseminadora didáctica de contenidos. Fue durante mis estudios doctorales que pude darme cuenta de que hemos sido “víctimas de víctimas” al haber sido sometidos a relaciones de poder que se establecen entre, un docente que sabe y un alumno que supuestamente, desconoce.

En realidad, solemos pasar gran cantidad de tiempo en un escenario tradicional como estudiantes pasivos frente a un docente activo, emisor, dueño de la verdad, cuestionador y evaluador. Este acto se nos ha repetido una y otra vez a lo largo de nuestra línea biográfica y por ello, hemos sufrido un acondicionamiento ambiental que nos hizo suponer con naturalidad que esto, era lo apropiado y de este modo, fuimos aceptando acríticamente las ideas de sentido común que se tienen sobre la enseñanza. La consecuencia de esto se traduce en la proyección que hemos hecho como docentes de las vivencias de enseñanza observadas durante nuestra época como estudiantes.

Por fortuna, la insatisfacción que comencé a sentir con mi praxis docente me condujo a iniciar estudios de posgrado con año y medio de servicio en la Educación Primaria y Secundaria. Recuerdo que encontré

insumos para mejorar mi práctica rápidamente debido a la gran influencia que tuvo sobre mí, el modelaje observado en los profesores de la Maestría en Educación, mención: Enseñanza de la Biología de la UPEL. Aquí, tuve mis primeros contactos con ideas más plausibles y entendí que enseñar requiere de un equilibrio entre los conocimientos sobre la ciencia, su naturaleza y la didáctica para enseñarla. Pero, que además debía ir al aula a investigar los problemas que allí se presentaban y procurar soluciones para las mismas.

Durante la escolaridad y etapa de investigación en la maestría comencé a probar estrategias y actividades de enseñanza y aprendizaje que propendieran a mejorar mi praxis sustancialmente. Esto, trajo como consecuencia una actitud favorable hacia el estudio de las Ciencias Naturales y una mejora en el rendimiento estudiantil de los grupos que atendía en aquel momento.

Reconozco que me sentía cómoda con mi trabajo y creía que estaba haciéndolo bien. Después de todo, seguía pensando que había que estar preparada para abordar el contenido programático con estrategias adecuadas y ofrecer ayuda a los estudiantes a través de la evaluación. Para aquel entonces, abogaba tácitamente por una enseñanza de la NDC bajo el enfoque implícito, y creía que era el modo correcto de hacerlo. No obstante, le daba más importancia al contenido conceptual y, en menor proporción, al procedimental y actitudinal, tal como lo hace la mayor parte de los docentes en la actualidad.

En el año 2012, mi tutora de Trabajo de Grado de Maestría me sugiere concursar en la Cátedra de Ciencias Naturales del Departamento de Biología y Química del Instituto Pedagógico de Caracas. Se trataba de incursionar en un nivel de Educación Superior, el cual, lógicamente, traería retos más complejos y demandantes a mi desempeño. A diferencia de las vivencias anteriores, para el momento tenía mayor confianza por la experiencia docente e investigativa que había acumulado en los años de servicio.

Inicié mis labores de Docencia, Investigación, Extensión y Gestión en medio de un período de prueba que dura dos años en esta Universidad. Desde entonces, me sumergí en una etapa de formación permanente, atendía las demandas de trabajo que se me hacían, investigaba, hacía extensión, trabajo comunitario y en ocasiones, asumí pequeños cargos de Gestión. Era un mundo nuevo, muy distinto al experimentado en otros niveles, y me sentía cómoda y acogida por compañeros de trabajo y estudiantes. Paulatinamente fui desarrollando un sentido de pertenencia que aun me sostiene y mantiene en la institución, a pesar de las circunstancias socio-económicas y políticas que nos afectan.

En el área de Docencia comencé a planear los procesos de enseñanza y aprendizaje bajo las premisas de mi formación permanente y fui imitando algunos comportamientos y actitudes de los profesores de la Maestría, quienes me demostraron que, podemos llegar a fosilizarnos si no revisamos nuestra praxis o llegar a transformarnos cuando la investigamos y sometemos a permanente revisión.

Nuevamente, actuaba bajo el efecto de la neurona espejo, pero en esta fase de mi desarrollo profesional disponía de mayor criticidad para la toma de decisiones y reflexión sobre la acción. Para el momento, estaba convencida de que ejercía las labores de Docencia de forma apropiada. Aunado a ello, contaba con el respaldo de los miembros de mi Cátedra quienes seleccionábamos en equipo las actividades de enseñanza, aprendizaje y evaluación más propicias para formar a los docentes que acudían a nuestras aulas.

De esta manera, fui acumulando experiencia y años de servicio, desde el 2012 hasta el 2016. Recuerdo que siempre hacía cambios en los planes de clase en cada período académico, descartando las actividades que no me resultaban satisfactorias y tratando de mejorar o crear otras. Pero, en el área de investigación me preocupaba más por investigar la praxis de otros que la propia. Esto hizo que me alejara del espacio de mi incumbencia personal y

me ocupara del espacio de la existencia del otro desde el punto de vista investigativo y que actuara como un juez evaluador de maestros en servicio y no, como precursora de cambios en el proceso de transformación de la práctica. Ahora, entiendo y afirmo que es condición *sine qua non* investigar nuestra praxis para poder desarrollarnos profesionalmente y alcanzar la categoría del docente experto; la cual no se adquiere tratando de investigar a otros sin haberse investigado a uno mismo.

Lo relatado con anterioridad explícita quién era yo antes de ingresar al Doctorado en Educación, el cual me confirió madurez como profesional e investigadora. El modelaje docente apreciado en este nivel fue muy distinto al presenciado en etapas anteriores. Aquí se estilaba el aprendizaje libre, la argumentación y participación entre iguales, la gestación y socialización de ideas originales, la investigación de alto nivel, la construcción de teorías, en fin, el Doctorado marcó significativamente mi historial como profesional y cambió mi visión investigativa.

Debido a las influencias educativas que tuvieron sobre mí, el tutor y algunos profesores emblemáticos del programa comencé a considerar hacer una investigación original, con pertinencia y calidad que fuese diferente a lo que había hecho antes. Por ello, incursioné en la investigación acción y admito que este intento representó para mí una verdadera conquista en territorios ajenos.

Al principio, tuve que caminar con cautela y respeto para no invadir los espacios laborales de mis colegas de forma abrupta. Sin embargo, no puedo negar que hubo ciertas resistencias y que algunas insistieron en conservar sus posiciones y pertenencias cognitivas, mientras que otras, me dejaron irrumpir en sus espacios, mover algunos escombros y desordenar sus estantes de sapiencia.

La investigación desplegada con el grupo de Investigación acción, me permitió comprender que los pensamientos y creencias que un docente tiene sobre la praxis docente son influyentes en su accionar diario y que su visión



normativa sobre la enseñanza depende del tipo de sociedad con la que desea contribuir. Con esta experiencia como facilitadora de la investigación entendí que los modelos epistemológicos sobre la enseñanza que tiene cada docente son marcos explicativos que no cambian fácilmente aun cuando puedan sentir insatisfacción con ellos. Por esta razón, reconozco el valor y la pertinencia que tiene la investigación acción como metodología para favorecer el autoestudio del profesor universitario y su mejoramiento como profesional.

En concordancia con lo anterior, recuerdo que con esta experiencia me dispuse a poner mis creencias en remojo, y comencé a desligarme de las ataduras teóricas que nos preconizan como profesionales aptos para la docencia. Al respecto, tengo que decir que el título universitario de profesor no es garantía de saber enseñar bien. Para lograr esto último, es necesario construir saber pedagógico y tener una base de conocimientos sólida que permita demostrar que, solo los que entienden sobre la enseñanza pueden enseñar. De este modo, podremos ostentar una firma pedagógica acorde con nuestra profesión tal como lo afirmó Shulman.

Lo anterior, implica comprender y aceptar con humildad que estamos formando a profesores que van a enseñar la ciencia escolar en las áreas de la Física, Química, Biología, Ciencias Naturales, y no, a Físicos, Químicos, matemáticos o Biólogos puros. Entiendo que esto, puede ser difícil de aceptar y que algunos lectores podrán apoyarme mientras que, otros discreparán, pero creo que, en la UPEL es necesario exhortar a nuestro colegas a investigar su propia praxis para poder velar por la congruencia entre, lo que hacemos y la misión y visión de una Universidad Pedagógica que se encarga de formar a los maestros de la nación y no, a los especialistas de los distintos campos de las ciencia fácticas.

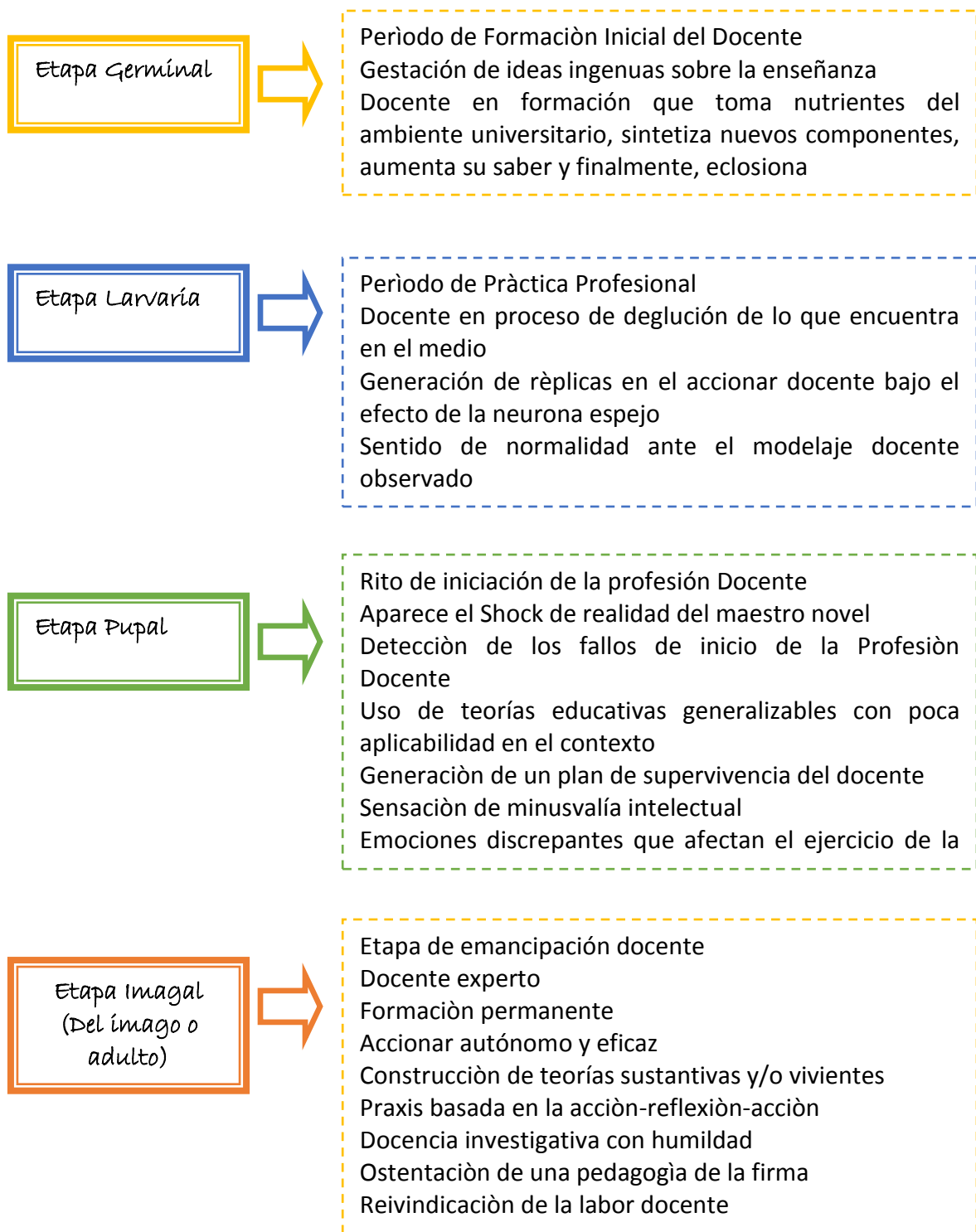
Haber hallado el paradigma perdido de los programas de investigación de Shulman: el pensamiento del profesor y comprender su influencia en los procesos de enseñanza ha sido para mí un gran reto. En mi caso, me

dispuse a ir más allá de la mente del pedagogo y avocarme a investigar una dimensión olvidada por el conocimiento pedagógico de contenido original: el accionar pedagógico. Siento que, esta experiencia me convirtió en parte del grupo de padres adoptivos que tiene este constructo a nivel mundial, y honrar los aportes teórico-prácticos que edificó su padre biológico para ser un mejor docente.

Para lograr este cometido, me inserté en una espiral creciente de investigación y acción, con la cual superé las limitaciones originales del conocimiento pedagógico de contenido, atendiendo y valorando las emociones, sentimientos y motivaciones que sostienen al docente durante la práctica docente, sin olvidar que, los pensamientos que éste construye también son importantes. Me di cuenta de que es cierto lo que Whitehead al poderme reconocer como “una contradicción viviente en el escenario educativo”. Por ello, elijo dudar sobre mi praxis; no para volverme insegura o mostrarme vulnerable, sino para revisarme y poder transformarme de forma permanente.

La metamorfosis de mi praxis docente ha sido producto de mi vocación de servicio, la perseverancia, el estudio, la investigación, el compromiso, los valores, el sentido de pertenencia y el goce que tengo por la profesión docente, pues gracias a este combustible inagotable he aprendido a enseñar mejor para poder ser un adulto significativo en la vida de mis estudiantes. Tuve que aprender a ser una docente en la práctica, aunque en teoría mí título universitario ya lo dijera.

El aprendizaje experiencial adquirido a lo largo de los años me ha mostrado los frutos de un horizonte de aprendizaje que hoy he decidido articular a través de una modelización que representa una teoría viviente sobre el proceso de metamorfosis de la praxis docente. Para poder hacer más comprensible la misma, construí una metáfora que establece una analogía entre las etapas de desarrollo de las *Drosophilas melanogaster* y las que se suscitan durante la transformación de la praxis del docente.



**Gráfico 4. Modelo de una Teoría Viviente sobre la Metamorfosis de la Praxis Docente**

*Reflexiones sobre mis experiencias en el Grupo de Investigación acción:* a través de esta investigación acción generé auténticos procesos de autorreflexión, revisión y retroalimentación. Como consecuencia de ello, pude aproximarme al escenario de clase de una forma más humanizada y empática pensando más en el otro y no tanto, en mí misma. Ahora, valoro y reconozco la importancia del componente afectivo en la dinámica que se establece entre docentes y estudiantes y de la influencia de las emociones sobre los procesos de aprendizaje. Logré efectuar una ruptura epistemológica que me separó paulatinamente del enfoque tradicional de enseñanza.

Creo que lo anterior me permitió posicionarme en un nuevo escalón, desde el cual estoy ayudando a construir un paradigma educativo más humanista y liberador, basado en la colaboración y no, en la competencia que nos ha llevado al individualismo y a un reduccionismo poco funcional. Desde esta posición aprendí a ver las amenazas que se esconden en las pequeñas sutilezas del acto educativo y a disminuir el ritmo frenético para poder apreciar los nudos críticos que se me mostraban en mi realidad desplegada y no desplegada.

Finalmente, durante este tránsito epistémico contribuimos con una alfabetización científica y tecnológica de índole multidimensional, al formar una ciudadanía que maneja esquemas conceptuales, procedimentales y actitudinales sobre la ciencia y posee un entendimiento aceptable sobre su naturaleza. Mi interés fue y sigue siendo el mismo, formar docentes que puedan ayudar a materializar las metas de la educación científica y que formen a las masas para tener más protagonismo democrático y competencias para la toma de decisiones.

Declaro abiertamente haber retirado mi apoyo a la visión propadéutica propugnada por las instituciones educativas, y ser ahora, adepta y fiel creyente de la visión formativa patrocinada por los expertos en enseñanza de

la ciencia. Creo que solo así podremos contribuir con el alcance de una ciudadanía más educada, productiva y conciente de su rol en la sociedad.

Para lograrlo necesitamos que los docentes de Ciencias Naturales nos dispongamos a poner en primer plano a la naturaleza de la ciencia, para poder darle un lugar explícito en el currículum aunque en éste no aparezca. La NDC no puede seguir siendo vista como un acrónimo de uso generalizado en los libros y artículos de investigación. Se requiere de un compromiso que vaya más allá del verbo y nos conduzca hacia un accionar donde se represente de forma adecuada y deseable a este movimiento curricular contemporáneo con una historia educativa que contar.

Conocer lo que la filosofía de la ciencia tiene que contarnos es importante y necesario puesto que, según las creencias que tengamos sobre ésta se constituirán las actitudes durante la enseñanza. Por ello, al igual que muchos investigadores me pregunto ¿Por qué la NDC no ha sido exitosa en las reformas curriculares? ¿Por qué la NDC no es valorada como precursora de cambios en los escenarios educativos? ¿Por qué su atractivo pedagógico seduce a unos pocos, mientras que, la visión tradicional de la ciencia cautiva la mayor cantidad de adeptos?

Yo creo que este problema amerita de nuestro interés y es necesario seguir investigando al respecto y para ello, necesitamos colaboradores para poder abrir la caja negra de la naturaleza de la ciencia; y así, descubrir lo que hay dentro de ella aunque parezca algo superfluo e innecesario. Mi exhorto es para aquellos lectores y colegas del área de las Ciencias Naturales para aunar esfuerzos que nos permitan pensar sobre la naturaleza de la ciencia de forma diferente, transponiendo el lenguaje científico que ostenta a través de un conocimiento pedagógico de contenido que procure los cambios educativos que tanto se ameritan en la actualidad.

Opino que cambiar la praxis sólo es posible a través de la investigación acción y la construcción de unas teorías vivientes que den cuenta del saber pedagógico que has construido y te da indicios de lo que queda por indagar y

cimentar. La generatividad me permitió edificar estos presupuestos teóricos sobre la base de los escalones transitados por aquellos que me precedieron. Gracias a esos peldaños pude subir al siguiente escalón, el del maestro experto.

Hoy agradezco mi tránsito como profesional y mi formación académica. Con esta experiencia aprendí a mejorar lo que hago construyendo saber pedagógico, a revisar permanentemente mis acciones e intenciones educativas, preocuparme por el otro, ser más empática y cercana con mis estudiantes. También aprendí a no suponer o dar por sentado nada con respecto a la enseñanza o el aprendizaje.

Publicar mis hallazgos y reportarlos de este modo, es una forma de superar la reserva exclusiva que han hecho algunos expertos sobre sus mejoras educativas en su estructura cognitiva. Comunicar mis resultados de este modo es una forma de decirles a mis lectores, que reconozco la carga de reactividad que tuve como sujeto que investigó y escribió este relato académico. En todo momento me mostré con naturalidad como un ser contradictorio, errático y humano, que aunque no manifiesta la perfección, si exterioriza lo perfectible que puede llegar a ser como una investigadora coherente con la naturaleza de ciencia que promueve y preconiza.

En este sentido, la investigación acción queda abierta y dará origen a otros estudios que propendan a solucionar las problemáticas que emergieron durante el proceso final de los ciclos. No obstante, la experiencia resultó ser muy enriquecedora aun cuando vivimos sus altibajos. Gracias a ella, aprendí a enseñar mejor la naturaleza de la ciencia, comprender su significado y la utilidad que tiene en la enseñanza. Logré emplear contextos explícitos para tal fin y a conocer cuáles resultan ser más efectivos que otros, desarrollando un conocimiento pedagógico de contenido. Las competencias adquiridas en este estudio me hacen hoy una docente autoeficaz y con mayor desarrollo profesional.

Ya sé lo que significa trabajar desde el “yo conmigo” y también, lo difícil que resulta ser cuando somos unos principiantes. Aprendí a investigar y a actuar a través de una metodología distinta que antes no había considerado ni valorado en lo absoluto. Me sumergí en una dialéctica permanente con mi aparato psíquico para poder comprender las situaciones por las que estaba pasando y detectar los problemas, planear acciones y luego, ensayarlas.

Desde este marco epistémico me aproximé como facilitadora al grupo de investigación, aún cuando, lo conformé, articulé y analicé. Esta experiencia me enseñó a investigarme como sujeto al igual que mis colegas y a examinar en paralelo al objeto que en este caso fue nuestra praxis docente. Esto requirió de mucho compromiso, esfuerzo y atención sostenida para poder apreciar el saber pedagógico personalizado que emergía de cada miembro e identificar las teorías implícitas que nos sostenían en la práctica.

Aunado a ello, pude apreciar las bondades del conocimiento pedagógico de contenido e ir adquiriendo pericia en este sentido. Puedo esgrimir que ningún docente exhibe el método perfecto para enseñar, pero si podemos generar una metodología plausible y perfectible que exteriorice un auténtico interés por acompañar al estudiante en el camino de aprender. Por ello, opino que para dejar huella positiva en los estudiantes nuestro modelaje docente debe afinarse permanentemente para poder generar influencias educativas más loables.

Reconozco que una fuente invaluable de información para mejorar la praxis docente es la retroalimentación que ofrecen los estudiantes sobre nuestras intervenciones educativas y actitudes como docente. Con esto, doy testimonio de haber logrado superar ese punto ciego que tenemos y que no nos deja vernos como realmente somos.

Considero que humanizar los procesos de enseñanza y aprendizaje es necesario para poder recuperar y sostener la esperanza pedagógica que habita en cada uno de nosotros. Este reto de educar a las masas es parte de un ciclo recursivo que vamos a vivir durante mucho tiempo, y lo mejor que

podemos hacer es trabajar para que el estudiante se vaya transformado de nuestras manos y se emancipe.

Por ello, expreso que es necesario desarrollarse profesionalmente y en mi caso, esto se tradujo en un aprendizaje que me permitió trabajar y colaborar con el equipo, empoderarme de mi accionar, ser auto eficaz y capaz de autoevaluarme y corregirme sobre la base de una permanente díada entre la acción y la reflexión. Mejorar mi praxis docente requirió de un viaje introspectivo en el que hice largos recorridos, acompañados de procesos de autorreflexión e investigación del yo conmigo. El producto de ese desplazamiento de auto reconocimiento fue el saber pedagógico, es decir, la construcción paulatina de un conocimiento que hoy se traduce en enseñar mejor a fin de que nuestros estudiantes optimicen sus aprendizajes.

La sistematización que hago de este proceso de transformación desde la fase de maestro novel hasta la de versado requirió de una combinación de factores que no se reducen a la simple acumulación de años de servicio. Por ende, es ineludible empezar a cuestionar la creencia de que, enseñar se sujeta al simple acto automatizado de diseminar conocimiento ante un grupo humano; como si se tratase de un mero proceso de transferencia de información y recepción de la misma.

Lo anterior implica reconocer que la cosificación del conocimiento por parte del maestro, ha dejado a los estudiantes en vilo durante mucho tiempo, con inquietudes, dudas y zozobra que mucho tienen que ver con el fracaso escolar del cual son protagonistas; así como la naturalidad con la que hemos etiquetado al estudiante de una supuesta minusvalía intelectual.

Como profesores necesitamos saber y saber hacer ciertas cosas para educar bien y así refutar la concepción de que cualquiera está facultado para enseñar. Ante semejante perjuicio a la profesión docente, se hace necesario reivindicarnos y demostrar, que solo aquellos que entienden el acto pedagógico, enseñan. Mi aprendizaje como docente se puede catalogar como permanente en este momento, puesto que el cambio que logré en mi



praxis aun se mantiene y ha evitado que retome los viejos hábitos tradicionalistas que practiqué en algún momento de mi carrera profesional.

Dudar sobre nuestra praxis siempre será una actitud plausible, porque nos obliga a revisar a diario lo que hemos hecho, el impacto, fallos y fortalezas, y sobre la base de esos insumos, proceder a reflexionar y hacer los ajustes necesarios para ir de nuevo a probar, experimentar y constatar, cómo nos resultó el cambio y luego, hacer los distintos acomodados. Elevar el nivel de conciencia y reflexividad sobre la práctica, reduce al mínimo la disparidad entre pensamiento, verbo y acción.

El docente que se habitúa a esta dinámica disminuye las posibilidades de presentar disociación entre su marco teórico y la práctica, gana coherencia, aumenta su credibilidad y experticia, se desarrolla profesionalmente y emancipa hasta llegar al término de ser escritor y protagonista de su escena; siendo él quien investiga y a la vez enseña, ajusta y reescribe el guión que dirigirá la obra pedagógica que despliega.

## REFERENCIAS

- Abd-El-Khalick, F. y Lederman, N. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701.
- Acevedo, J. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-15.
- Acevedo, J. (2009). Enfoques implícitos versus explícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 355-386.
- Acevedo, J. (2009a). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(2), 164-189.
- Acevedo, J. (2009b). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (II): una perspectiva. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 355-386.
- Acevedo, J. (2010). Formación del profesorado de ciencias y enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(3), 653-660
- Acevedo, J., García, A. y Aragón, M. (2017). *Enseñar y aprender sobre la Naturaleza de la Ciencia mediante el análisis de controversias de historia de la ciencia: resultados y conclusiones de un proyecto de investigación didáctica*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura: España.
- Acevedo, J., Vázquez, A. y Manassero, M. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 80-111.
- Acevedo, J., Vázquez, A., Martín, M., Oliva, J., Acevedo, P., Paixão, M. y Manassero, M. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 121-140.

- Ayala, R. (2008). La metodología fenomenológica hermenéutica de Max van Manen en el campo de la investigación educativa. Posibilidades y primeras experiencias. *Revista de investigación Educativa*, 26(2), 409-430.
- Barona, C., Verjovsky, J., Moreno, M. y Lessard, C. (2004). La concepción de la Naturaleza de la Ciencia de un grupo de docentes inmersos en un programa universitario de formación profesional en ciencias. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 6(2), 1-20.
- Bennásar, A., Vásquez, A., Manassero, M. y García-Carmona, A. (2010). *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de la ciencia y tecnología*. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.
- Betancourt, C. (2010). *Investigación acción, desarrollo profesional docente y enseñanza de la química: una relación exitosa*. Tesis de doctorado no publicada, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas, Caracas.
- Betancourt, C., Delgado, M. y Añez, E. (2016). La investigación acción como estrategia para el desarrollo profesional docente: una experiencia en enseñanza de la química. *Educab*, (6).
- Betkas, O. (2015). Pre-service science teachers' pedagogical content Knowledge in the Physics, Chemistry, and Biology Topics. *European J of Physics Education*, 6(2), 41-53.
- Boggino, N. (2004). *El constructivismo entra al aula*. Argentina: HomoSapiens
- Borowski, A., Carlson, J., Fisher, H., Gess-Newsone, J., Kirschner, S. y Driel, J. (2012). Different ways to investigate teachers' pedagogical content knowledge. *Symposium international, Indianapolis*.
- Camacho, H. y Fontaines, T. (2004). Características de una "investigación racional": teorías de Lakatos y Popper. *Revista de Artes y Humanidades UNICA*, (12), 129-140.
- Carter, S. y Little, M. (2007). Justifying Knowledge, Justifying Method, Taking Action: Epistemologies, Methodologies, and Methods in Qualitative Research. *Qualitative Health Research*, 17(10), 1316-1328.

- Castro, A. y Velásquez, A. (2013). Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia en un grupo de docentes en formación en ciencias naturales de la Universidad del Tolima. *Revista Praxis*, 9, 8-17.
- Chaim, N. (2003). La escritura de transición: reflexiones en torno a la composición de una disertación doctoral en metodología narrativa. *Forum: qualitative social research*, 4(2), 1-22.
- Creswell, J. y Miller, D. (2000). Determining validity in qualitative inquiry. *Theory into Practice*, 39, 124–134.
- Elliott, J. (2000). *La investigación acción en educación* (4a.ed.). España: Morata.
- Elliott, J. (1991). Estudio del curriculum escolar a través de la investigación interna. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 10, 45-68.
- Faikhamta, C. (2013). The Development of In-Service Science Teachers' Understandings of and Orientations to Teaching the Nature of Science within a PCK-Based NOS course. *Science Education*, (43), 847–869.
- Flores, J., Concesa, M. y Moreira, M. (2013). Ideas epistemológicas sobre la naturaleza de la ciencia de docentes en formación de Biología y de Química. *Revista Qurrriculum*, 26; 101-133.
- Flórez, G., Velásquez, O. y Tamayo, A. (2011). Concepciones de enseñanza en profesores de ciencias de la ciudad de Manizales desde el concepto de conocimiento pedagógico del contenido. *Revista Perspectivas Educativas*, (4), 17-32.
- Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J. y Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 365-376.
- Furman, M. y De Podestá, M. (2009). *La aventura de enseñar ciencias naturales*. Aique: Buenos Aires.
- Garriz, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista Iberoamericana de Educación*, (42), 127-152.

- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical Content Knowledge: an introduction and orientation. en *Examining Pedagogical Content knowledge*. (Gess-Newsome, J., y Lederman, N. edit) New York: Kluwer Academia Publisher.
- Gil, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69-77.
- Gil, B., Macedo, B., Martínez, J., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. (2005). ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. OREALC/UNESCO: Santiago de Chile.
- Guisasola, J. y Morentin, M. (2007). ¿Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de Educación Primaria? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 246-262.
- Hanuscin, D. y Jane, H. (2009). *Critical incidents in the Development of pedagogical Content Knowledge for teaching the nature of science: Insights from a Mentor-Mentee relationship*. [Documento en línea] Ponencia presentada en la reunión de ESERA, Estambul. Disponible: <https://mospace.umsystem.edu/xmlui/handle/10355/8786> [Consulta: 2016, julio 13]
- Hanuscin, D., Lee, M. y Akerson, V. (2010). Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. *Science Education* [Revista en línea], (95). Disponible: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/sce.20404> [Consulta: 2015, octubre 10]
- Hurtado, I. y Toro, J. (1998). *Paradigmas y métodos de investigación en tiempos de cambio* (2a. ed.). Valencia: Episteme.
- Kaplan, A. (1964). *The conduct of inquiry: Methodology for behavioral science*. San Francisco: Chandler.
- Kemmis, S. y Mc Taggart, R. (1988). *The Action Research Planner* (3a. ed.). Geelong: Deakin University.
- Lederman, N. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.

- Lederman, N. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conception of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–518.
- Lederman, N. (2006). Research on Nature of Science: reflections on the past, anticipations of the future. *Asia-pacific forum on science learning and teaching*, 7(1), 1-11.
- Lewis, J. (2009). Redefining Qualitative Methods: Believability in the Fifth Moment. *International Journal of Qualitative Methods*, 8(2), 1-14.
- Lorenzano, P. (2011). La teorización filosófica sobre las ciencias del siglo XX (y lo que va del XXI). *Discusiones filosóficas*, (19), 131-154.
- Losito, B., Pozzo, G. y Somekh, B. (1998). Exploring the labyrinth of first and second order inquiry in action research. *Educational Action Research*, 6(2), 219-240.
- Manassero, M. y Vásquez, A. (2000). Creencias del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado* [Revista en línea], (37), 187-208. Disponible: [https://www.researchgate.net/publication/28049247\\_Creencias\\_del\\_profesorado\\_sobre\\_la\\_naturaleza\\_de\\_la\\_ciencia](https://www.researchgate.net/publication/28049247_Creencias_del_profesorado_sobre_la_naturaleza_de_la_ciencia) [consulta: 2015, noviembre 13]
- Martín-Díaz, M. (2005). Alfabetización científica: formación inicial, experiencia docente y pensamiento del profesorado. [Documento en línea], ponencia presentada en el VII Congreso de Enseñanza de las Ciencias, Madrid. Disponible: [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2005nEXTRA/edlc\\_a2005nEXTRAp365alfcie.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp365alfcie.pdf) [consulta: 2017: marzo 28]
- Martín-Díaz, M., Gutiérrez, M. y Gómez, M. (2013). ¿Por qué existe una falla entre la innovación e investigación educativa y la práctica docente? *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 8(22), 11-31.
- Martínez M., M. (2000). La investigación acción en el aula. *Agenda Académica*, 7(1), 27-39.
- Martínez B., M. (2012). *El aprendizaje de conceptos relacionados con la actividad científica, utilizando al taller de cocina como escenario pedagógico*. Trabajo de grado de maestría no publicado, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas, Caracas.

- Martínez, M., Pérez, M; Ojeda, E. y Ascanio, A. (2016). Visión epistemológica de la ciencia en la praxis pedagógica: un estudio longitudinal con docentes de las maestrías en Enseñanza de la Biología y la Química. *Revista de Investigación*, 40(89), 124-140.
- Martínez, M., Pérez, M; Ojeda, E. y Ascanio, A. (2017). Visión epistemológica de la ciencia que prevalece en la praxis pedagógica de docentes cursantes de las maestrías en enseñanza de la biología y en enseñanza de la química un estudio longitudinal. *Revista Investigación*, 42(93), 37-53.
- Maxwell, J. (1996). *“Qualitative research design. an interactive approach”*. Londres: Sage publications.
- McComas, W. y Olson, J. (1998). *The nature of science in international science education standards documents. The nature of science in science education: Rationales and strategies*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- McDonald, C. (2008). *Exploring the influence of a science content course incorporating explicit nature of science and argumentation instruction on preservice primary teachers’ views of nature of science*. Unpublished Doctoral Thesis, University of Technology.
- Meichtry, Y. (1992). Influencing student understanding of the nature of science: data from a case of curriculum development. *Journal of research in science teaching*, 29(4), 389-407.
- Mellado, V. (1998). *Preservice teachers’ classroom practice and their conceptions of the nature of science*. International handbook of science education. Londres: Kluwer Academic Publishers.
- Mellado, V. (2001). ¿Por qué a los profesores de Ciencias nos cuesta tanto cambiar nuestras concepciones y modelos didácticos? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 17-30.
- Mellado, V., Bermejo, M., Blanco, L. y Ruiz, C. (2007). The classroom practice of a prospective secondary biology teacher and his conceptions of the nature of science and of teaching and learning science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(37), 1-26.
- Mieles, M., Tonon, G. y Alvarado, S. (2012). Investigación cualitativa: el análisis temático para el tratamiento de la información desde el enfoque de la fenomenología social. *Universitas Humanística*, (74), 195-225.

- Nilsson, P. y Loughran, J. (2012). Exploring the Development of Pre-Service Science Elementary Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, 23(7), 699-721.
- Nystrand, M., Gamoran, A., Kachur. y Prendegarst, C. (1997). *Opening Dialogue: Understanding the Dynamics of Language and Learning in the English Classroom*. New York: Teachers College Press.
- Osorio, B. y Añez, E. (2017). El metadiscurso interaccional en Tesis Doctorales en Educación. *Revista de Investigación*, (41)92, 13-33.
- Paredes, G. (2007). Críticas epistemológicas y metodológicas a la concepción positivista en las Ciencias Sociales. *Revista Academia*, 6(12), 24-42.
- Parra, C. (2002). Investigación-acción y desarrollo profesional. *Educación y educadores*, (5), 113-125.
- Pérez, M., Ascanio, A. y Añez, E. (2002). Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de docentes en formación. *Revista de Investigación*, 52, 87-103.
- Pérez, M., Mazzarella, C. y Ojeda, E. (2013). Construcción del concepto de modelo científico mediante una estrategia pedagógica en estudiantes del Instituto Pedagógico de Caracas. *Revista de Investigación*, 37(78), 129-144.
- Porlán, R. y Martín, R. (1996). Ciencia, profesores y enseñanza: unas relaciones complejas. *Revista Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (8), 23-32.
- Prieto, M. (2004). La construcción de la identidad profesional del docente: un desafío permanente. *Revista Enfoques Educativos* 6(1), 29-49.
- Pujalte, A., Bonan, L., Porro, S. y Adúriz-Bravo, A. (2014). Las imágenes inadecuadas de ciencias y de científico como foco de la naturaleza de la ciencia: estado del arte y cuestiones pendientes. *Revista Ciência Educaçao* [Revista en línea], 20(3), 535-548. Disponible: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n3/1516-7313-ciedu-20-03-0535.pdf> [Consulta: 2019, marzo 31].
- Rebolledo, G. (2015). *¿Cómo mejoro lo que hago? Estudio colaborativo de investigación acción sobre mi praxis pedagógica en el contexto del currículo de pregrado UPEL-IPC*. Trabajo de ascenso no publicado,



Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas, Caracas.

Reddy, M. (1979). *The conduit metaphor. Metaphor and Thought*. [Libro en línea]. New York: Cambridge University Press. Disponible: [http://www.biolinguagem.com/ling\\_cog\\_cult/reddy\\_1979\\_conduit\\_metaphor.pdf](http://www.biolinguagem.com/ling_cog_cult/reddy_1979_conduit_metaphor.pdf) [Consulta: 2017, febrero 12]

Restrepo, B. (2004). La investigación-acción educativa y la construcción de saber pedagógico. *Revista Educación y Educadores* [Revista en línea], 7. Disponible: <http://www.redalyc.org/pdf/834/83400706.pdf> [Consulta: 2016, marzo 15].

Restrepo, B. (2007). Una variante pedagógica de la Investigación acción educativa. Conferencia presentada en el Simposio Internacional Investigación Acción y Educación en contextos de pobreza, Bogotá: Universidad de la Salle.

Restrepo, B. (2010). [2017, Diciembre 16]. *Investigación acción, Educación y Pedagogía*. [Grabación en vídeo de la Conferencia ofrecida en la Universidad de la Salle: Colombia].

Rodríguez, L. (2004). El modelo argumentativo de Toulmin en la escritura de artículos de investigación educativa. *Revista Digital Universitaria* [Revista en línea], 5(1), 2-18. Disponible: [http://www.revista.unam.mx/vol.5/num1/art2/ene\\_art2.pdf](http://www.revista.unam.mx/vol.5/num1/art2/ene_art2.pdf) [Consulta: 2018, marzo 3].

Romera, M. (2014). La investigación acción en didáctica de las ciencias: perspectivas desde las revistas españolas de investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 221-239.

Sánchez, G. y Valcárcel, M. (2000). ¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? Cambios y dificultades tras un programa de formación. *Enseñanza de las ciencias*, 18(3), 423-437.

Schwartz, R. y Lederman, N. (2002). "It's the nature of the beast": the influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205-236.

Senge, P. (1992). *La Quinta Disciplina: el arte y la práctica de la organización abierta*. Barcelona, España: Granica.

- Shulman, L. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. (2005). Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. (A. Ide, Trad.). *Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2), 1-30.
- Solaz-Portolés, J. (2010). La naturaleza de la ciencia y los libros de texto de ciencias: una revisión. *Educación XX1*, 13(1), 65-80. Disponible: <http://www.redalyc.org/articulo.aa?id=70618037003> [Consulta: 2018, noviembre 12]
- Suárez, M. (2002). Algunas reflexiones sobre la investigación-acción colaboradora en educación. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 40-56.
- Tracy, S. (2013). *Qualitative research methods*. Oxford: Offices.
- Universidad Alberto Hurtado. Centro de Investigación y Desarrollo de la Educación. (2000). *Grupos Focales ("Focus Groups"). Técnica de Investigación Cualitativa*. Santiago de Chile: Mella, O. [Documento en línea]. Disponible: <http://repositorio.uahurtado.cl/handle/11242/8439> [Consulta: 2017, enero 16].
- Van Manen, M. (1998). *El tacto en la enseñanza: el significado de la sensibilidad pedagógica*. Barcelona, España: Paidós.
- Vasilachis de Gialdino, I. (2006). *La investigación cualitativa*. Barcelona, España: Gedisa.
- Vásquez, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación; cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista Iberoamericana de Educación* [Revista en línea], 7. Disponible: <http://www.rieoei.org/rie42a07.htm> [Consulta: 2016, marzo 3]
- Vásquez, A., Manassero, M., Acevedo, J. y Acevedo, P. (2007). *Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la ciencia y la tecnología en la sociedad*. [Documento en línea] Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Disponible: <http://química.unam.mx/blogs/andoni/files/2008/03/vásquez-manassero-acevedo2-eq-2007.pdf> [Consulta: 2016, febrero 28]

- Walker, M. (1994). Professional development through action research in township primary schools in south africa. *Educational Development*, 14(1), 65-73.
- Walker, M. (1996). *Images of Professional Development: Teaching, Learning, and Action Research*. Pretoria: HSRC Publishers.
- Whitehead, J. (1989). Creating a Living Educational Theory from Questions of The Kind, 'How Do I Improve My Practice? *Journal of Education*, 19(1), 41-52.
- Whitehead, J. (2009). Generating living theory and understanding in action research studies. *Action Research*, 7(1), 84-99.
- Zhang, Q. y Amundsen, C. (2015) Exploring the Experiences of Faculty-led Teams in Conducting Action Research. *The Canadian Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 6(1), 1-18.

## ANEXOS

### A. Fundamentación del curso Ciencias Naturales Integradas I

La visión actual de la ciencia requiere desarrollar en los futuros docentes las capacidades necesarias para reconocer el valor y la utilidad práctica del conocimiento científico y tecnológico. Familiarizar a los estudiantes con actividades científicas contribuye al logro de una actitud positiva hacia las ciencias y favorece en gran medida a formar a un docente más creador, participativo, capaz de tomar decisiones, y de planear y resolver problemas. En el curso Ciencias Naturales Integradas I para Educación Integral se organiza de acuerdo con un enfoque sistémico para que el estudiante pueda comprender el Universo, desde el punto de vista de los fenómenos físicos, químicos y biológicos de una manera integrada e interrelacionada. Este enfoque integrador se evidencia por la relación que se establece entre los distintos contenidos de ciencias con actividades y estrategias que conjugan los conocimientos fundamentales de las ciencias, la tecnología y su impacto social, todo ello enmarcado en secuencias de enseñanza basadas en las corrientes de aprendizaje cognoscitiva y constructivista, las cuales garantizan un procesamiento más activo y significativo del aprendizaje por parte de los estudiantes. En tal sentido, el curso es de naturaleza teórico-práctica y se centra en la realización de talleres, seminarios, ejercicios prácticos, elaboración de modelos, uso de procesadores de la información, entre otras. Igualmente, la evaluación está orientada fundamentalmente a la formación del estudiante y por ello, las actividades que se realizan van dirigidas al logro de competencias básicas que debe disponer el futuro docente para incorporar estrategias de enseñanza y aprendizaje en su práctica pedagógica.

Nota. Información tomada de *Programa de Ciencias Naturales Integradas I (2004)*.

## **B. Fundamentación del curso Ciencias Naturales Integradas II**

Ante la necesidad de fomentar la formación de un ciudadano capaz de participar active, consciente y solidariamente en los procesos de transformación social y ante la necesidad de desarrollar una conciencia ciudadana para la conservación, defensa, mejoramiento del ambiente, de la calidad de vida y para el uso racional de los recursos naturales es que se plantea la inclusion de cursos de Ciencias Naturales en el currículo de formación docente.

El curso de Ciencias Naturales Integradas II tiene como propósito desarrollar en el future docente las capacidades necesarias para comprender los procesos vitals que ocurren en los seres vivos de manera integral, utilizando un enfoque sistémico. Además, se busca contribuir en su formación como un ser crítico creador, capaz de planificar estrategias instruccionales en las que se conjuguen las metodologías y los conocimientos fundamentals de la ciencias, la tecnología y el impacto de éstas en la sociedad.

El curso Ciencias Naturales Integradas II para Educación Integral se organiza de acuerdo con un enfoque sistémico que se refleja tanto en los contenidos seleccionados, actividades, estrategias y en la evaluación. Este enfoque requiere de una concepción integradora, por lo tanto no contempla unidades temáticas, sino que se desarrollan los contenidos estrechamente relacionados unos con otros. Se ha implementado la inclusion de aspectos que obedecen a diferentes Corrientes como la conductista, cognitivista y constructivista, además del enfoque ambientalista que forma parte importante en los cambios curriculares de la Educación Básica.

Nota. Información tomada de *Programa de Ciencias Naturales Integradas II (2004)*.

## C. Planificación del curso Ciencias Naturales Integradas I

Universidad Pedagógica Experimental Libertador  
 Instituto Pedagógico de Caracas  
 Departamento de Biología y Química  
 Cátedra: Ciencias Naturales

### Planificación del curso Ciencias Integradas I

Objetivos del programa	Contenidos Del programa	Contenidos de NDC por unidad	Estrategias y actividades de clase	Actividades de evaluación
<b>Unidad I</b>  Describir los procesos de la ciencia	Definición de ciencia. Características de la ciencia. Procesos de la ciencia. Evolución histórica del conocimiento científico.	Naturaleza de la ciencia Provisionalidad del conocimiento científico La subjetividad de la ciencia Ideas sobre el científico y su actividad.	<b>lluvia de ideas</b> para la construcción de un concepto de ciencia a través de una <b>Línea de tiempo</b> para presentar la evolución del CC.  <b>Viñeta histórica</b> sobre las teorías que explican las ideas sobre la forma de la Tierra.  <b>Observación científica y exploración</b> para detectar ideas sobre la subjetividad y objetividad del científico.  <b>Dibujos</b> sobre el científico y su actividad para detectar ideas estereotipadas sobre la ciencia.	Evaluación diagnóstica (ED) y formativa (EF).  Evaluación sumativa e informativa (ESI): <b>Diario reflexivo</b> con la identificación de ideas previas que hayan evolucionado <b>(20%)</b>

Objetivos del programa	Contenidos Del programa	Contenidos de NDC por unidad	Estrategias y actividades de clase	Actividades de evaluación
<b>Unidad I</b> Analizar la importancia del método científico en el estudio de los fenómenos naturales	Método científico y sus características. Valor y utilidad de la ciencia en la vida cotidiana.	Indagación científica Consenso científico La flexibilidad del método científico	<b>Tarjetas con procesos de la ciencia</b> para diagnosticar ideas sobre el método científico. <b>Metodología indagatoria</b> para que identifiquen los procesos de la ciencia empleados en la actividad “indagando con dandys” <b>Proyección de película “El Médico”</b> para valorar el papel del método científico.	ED Y EF.
	Método científico y sus características	El error en la ciencia Cuestiones éticas de la ciencia: fraude, valores éticos de la práctica.	<b>Estudio de caso</b> con artículos de prensa sobre el error en la ciencia. <b>Análisis de problema éticos</b> sobre asuntos controvertidos de la ciencia: el fraude científico. <b>Análisis de película “Altamira”</b> para detectar ideas sobre la NDC.	EF  ESI: <b>Análisis de las películas (10%)</b>

Objetivos del programa	Contenidos Del programa	Contenidos de NDC por unidad	Estrategias y actividades de clase	Actividades de evaluación
<p><b>Unidad I</b> Concebir a la ciencia como una empresa colectiva e histórica relacionada con la tecnología, cultura y sociedad.</p>	<p>Importancia del conocimiento científico y la enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela. Relación entre procesos de la ciencia y del pensamiento.</p>	<p>El enfoque ciencia, tecnología y sociedad para enseñar NDC. Contextualización de la NDC. Cuestiones éticas de la ciencia: valores éticos de la práctica.</p>	<p><b>Redes CTS, red de interacciones CTS</b> para trabajar con temas controversiales de interés social: el aborto, congelación y destrucción de embriones, uso de la píldora del día después, alimentos transgénicos, entre otros.</p>	<p>Evaluación formativa.</p>
<p><b>Unidad II</b> Comprender las propiedades características de la materia, estados físicos y los cambios que puede experimentar a través del modelo de la partícula.</p>	<p>Materia y materiales. Propiedades características y no características. fuerzas intermoleculares (tensión superficial, fuerza de adhesión y cohesión). Uso de los materiales de acuerdo a sus propiedades. Estados físicos de la materia.</p>	<p>Historia de la ciencia La observación científica y la influencia del marco teórico del sujeto. La indagación científica. Funcionamiento interno de la ciencia: aplicación de procesos científicos.</p>	<p><b>Inventario de ideas previas</b> sobre el contenido. <b>Práctica de laboratorio semi-estructurada</b> para estudiar las propiedades de la materia. <b>Metodología indagatoria</b> para explicar conceptos claves: cambios de estado de la materia y transferencia de energía. <b>Viñeta histórica</b> para conocer el origen del concepto densidad de los materiales.</p>	<p>ED, EF, ESI <b>Bitácora de trabajo (10%)</b></p>



Objetivos del programa	Contenidos Del programa	Contenidos de NDC por unidad	Estrategias y actividades de clase	Actividades de evaluación
<b>Unidad III</b> Comprender los diferentes modelos que explican la estructura atómica	El átomo y su estructura. Concepciones antiguas sobre la estructura atómica. Modelos atómicos y su evolución.	Enfoque histórico de la ciencia. La provisionalidad del conocimiento científico. Los modelos científicos. La visión teórica y problemática de la ciencia	<b>Dibujos</b> sobre el átomo para diagnosticar ideas. <b>Modelo metafórico</b> para demostrar la existencia de espacio vacío en el átomo. <b>Construcción de modelos atómicos</b> para analizar la evolución del CC.	ED, EF, ESI: <b>Hoja de actividad SQA</b> para añadir y evaluar en portafolio.  ESI: <b>Modelo y defensa</b>
<b>Unidad IV</b> Establecer diferencias entre sustancias puras y mezclas y la importancia de las mismas en la vida cotidiana.	Sustancias puras y mezclas. Tipos de mezclas. Disoluciones, características y componentes. Concentración de las soluciones: saturadas, sobresaturadas, diluidas. Importancia de la concentración de los componentes de una solución en la vida cotidiana.	Observación científica y la subjetividad del investigador. Características de la ciencia. Indagación científica. Consenso científico. Enfoque CTS Contextualización de la NDC Funcionamiento interno y externo de la ciencia. Relaciones de la sociedad con el sistema tecno científico y viceversa.	<b>Lluvia de ideas</b> para detectar ideas previas.  <b>Práctica de laboratorio abierto</b> para realizar actividades de <b>metodología indagatoria</b> .  <b>Análisis de las etiquetas de</b> (bebidas, alimentos, productos de limpieza, medicamentos, etc.) para determinar niveles de concentración de algunas sustancias y su efecto sobre la salud.	ED, EF, ESI <b>Bitácora de investigadores (10%)</b>

Objetivos del programa	Contenidos Del programa	Contenidos de NDC por unidad	Estrategias y actividades de clase	Actividades de evaluación
<p><b>Unidad V</b>            Describir los tipos de energía, sus transformaciones importancia e impacto social.</p>	<p>Definición de energía.            Tipos de energía y sus transformaciones.            Uso sustentable de la energía.            Nuevas alternativas energéticas.</p>	<p>Aportes de la ciencia a la cultura y la sociedad.            Funcionamiento externo de la ciencia:            relaciones de la sociedad con el sistema tecno científico.            Cuestiones éticas de la ciencia: valores éticos de la práctica.            Asuntos controvertidos de interés social.            Contextualización de la NDC.</p>	<p><b>Discusión dirigida</b> para el diagnóstico de ideas sobre fuentes de energía.  <b>Debate controversial</b> para defender o rechazar fuentes de energía.  <b>Debate de síntesis</b> para tomar decisiones sobre la mejor fuente de energía.  <b>Análisis de problemas éticos</b> relacionados con las fuentes de energía.</p>	<p>ED, EF, ESI   <b>Debate controversial y de síntesis (10%)</b></p>
<p><b>Unidad VI</b>            Comparar las diferentes teorías que explican el origen y evolución del Universo</p>	<p>Teorías sobre el origen y evolución del Universo: Big Bang, Universo pulsante, creación continua.</p>	<p>Enfoque histórico de la ciencia.            Coexistencia de teorías discrepantes.            Límites de la ciencia: lo desconocido, lo incognoscible y lo impertinente.            Ciencia y religión.</p>	<p><b>Lluvia de ideas</b> sobre el origen del Universo.  <b>Línea de tiempo</b> para conocer las diferentes teorías y su origen.  <b>Estudio de caso:</b> explicaciones religiosas vs científicas, límites de la ciencia.  <b>Simulaciones</b> para recrear representar el efecto Big Bang.</p>	<p><b>ED y EF</b></p>

Objetivos del programa	Contenidos Del programa	Contenidos de NDC por unidad	Estrategias y actividades de clase	Actividades de evaluación
<b>Unidad VII</b>	Las estrellas, origen, tipos. composición, temperatura, evolución.	Enfoque histórico de ciencia, aportes de la ciencia a la sociedad, enfoque CTS.	<b>Identificación de ideas previas</b> sobre las estrellas y su origen. <b>Análisis de artículos</b> de prensa con red CTS.	
<b>Unidad VIII</b> Caracterizar el Sistema Solar y las interacciones entre sus componentes	Origen y evolución del Sistema Solar. Componentes e interacciones del Sistema Solar. Planetas Interiores y exteriores. asteroides, satélites y cometas. Posibilidades de vida en otros planetas.	Enfoque histórico de la ciencia. Aportes de la ciencia a la cultura y la sociedad. Límites de la ciencia para demostrar la existencia de formas de vida en otros planetas. Provisionalidad del conocimiento científico.	<b>Dibujo</b> para diagnosticar ideas sobre los componentes del Sistema Solar. <b>Construcción de modelos</b> sobre el Sistema Solar. <b>Estudios de caso</b> para detectar límites de la ciencia para demostrar vida en otros planetas. <b>Nota científica:</b> Plutón deja de ser considerado planeta.	ED, EF, ESI <b>Modelo y presentación</b> sobre los componentes Sistema Solar (10%)
<b>Unidad IX</b> Caracterizar el Sistema Tierra-Luna-Sol y explicar las consecuencias de sus interacciones sobre nuestro planeta.	Teorías sobre el origen de la Luna. Características del Sistema Tierra-Luna-Sol. Fases lunares y eclipses. Consecuencias de la atracción de la Luna y el Sol sobre la Tierra: mareas. Consecuencias del movimiento de rotación y traslación de la Tierra: estaciones, el día y la noche.	Enfoque histórico de la ciencia. Aportes de la ciencia a la cultura y la sociedad. Enfoque CTS. Los modelos científicos y su utilidad.	<b>Dibujo</b> del sistema Tierra-Luna-Sol con leyenda para detectar ideas previas y posteriores. <b>Construcción de modelos</b> sobre el sistema T-L-S y fases lunares como recurso pedagógico. <b>Simulación</b> de los eclipses y del movimiento de rotación de la Tierra: día y noche.	Diseño de <b>modelos</b> como recursos pedagógicos.

Objetivos del programa	Contenidos Del programa	Contenidos de NDC por unidad	Estrategias y actividades de clase	Actividades de evaluación
<p><b>Unidad X</b>  Valorar la importancia de las investigaciones espaciales para la humanidad.</p>	Investigaciones espaciales. Avances tecnológicos para el estudio del Universo; satélites artificiales, sondas espaciales, telescopios y otros.	Aportes de la ciencia a la cultura y la sociedad. Relaciones entre la sociedad y el sistema tecnológico. Límites de la ciencia. El error en la ciencia. Enfoque CTS. Contextualización de la NDC.	<p><b>Estudios de caso</b> con artículos de prensa.</p> <p><b>Red de interrelaciones CTS</b> con artículos de prensa.</p> <p><b>Noticieros científicos</b> y su presentación.</p> <p><b>Dilemas éticos</b> para analizar el impacto de la ciencia en la sociedad y el ambiente.</p>	

**MEMB 2017**  
**EMOR 2017**

## **D. Materiales Instruccionales para la Enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia**

[D-1]

### *Viñeta histórica sobre las teorías acerca de la forma de la Tierra*

Todo parece indicar que la Tierra nunca fue ni será plana. De hecho, podemos asumir su forma como constante desde que el ser humano está pisándola. En la actualidad se cree que tiene la forma de una esfera (ligeramente achatada por los polos). Sin embargo, lo único que ha variado con el transcurrir de los años es la concepción que el ser humano ha tenido sobre su forma.

Si nos remontamos a las primeras civilizaciones a lo ancho y largo del mundo, nos encontramos con un factor común: todos creyeron que la Tierra era una superficie plana. Aun así, pese a esa gran similitud intercultural, se podían encontrar algunas diferencias en las ideas de las distintas civilizaciones. Si nos fijamos en el primer mapa del mundo, originario de la civilización sumeria (700 años a.C), nos encontramos con la idea de un mundo plano en el que no se concebían posibles límites. En el lado opuesto tenemos la concepción china e hindú, cuyas civilizaciones creyeron hasta el (siglo XVII) que la Tierra era plana, pero con una forma finita. Así mismo, cabe destacar una idea que emergió en China donde se creía que las estrellas yacían en un firmamento en forma de bóveda esférica en la que dibujaron los primeros mapas del cielo.

Hasta el florecimiento de la civilización griega, las cosas no comenzaron a cambiar. El primero en plantear un concepto distinto al de la Tierra plana fue Anaximandro de Mileto, quién a mediados del (siglo VI a.C) propuso un modelo de la Tierra en el que el norte y el sur se curvaban, mientras que, tanto al este como al oeste, la Tierra se mantenía plana. Así concibió el concepto de tierra cilíndrica, estas afirmaciones fueron novedosas y se acercaron al modelo real mucho más que cualquier modelo anterior, pero la idea no tuvo gran repercusión entre los pensadores griegos.

En los años posteriores, algunos historiadores creen que Pitágoras y Parménides plantearon el concepto de Tierra esférica, aunque no existe evidencia definitiva que lleve a pensarlo, a parte de la coherencia con el resto de sus filosofías y creencias. La primera evidencia de enseñanza del modelo de Tierra esférica en las escuelas griegas la encontramos con Platón en el (siglo IV a.C), quien a su vuelta de Italia enseñó esta concepción a sus alumnos. En la actualidad, no existe constancia de que explicase las razones que le llevaron a pensar eso.

Pasaron varios siglos desde la muerte de Pitágoras hasta que alguien intentase dar evidencias de que la Tierra era esférica. Aristóteles, en su concepción del universo, los elementos, y su particular visión de la gravedad, asumió en el (siglo III a.C) que la Tierra era esférica y se convirtió en la

primera persona que presentó pruebas que apoyaban la idea de que la Tierra era esférica y no, plana o cilíndrica. Aristóteles, para defender su teoría de la Tierra esférica, recurrió a los eclipses lunares para explicar sus enunciados *“Durante un eclipse de Luna, cuando la sombra de la Tierra aparece en la superficie lunar se observa con facilidad su forma redondeada”*. A esto, le añadió la realidad del horizonte... *“Cuando las personas están localizadas en puntos distantes no logran ver las mismas estrellas en el firmamento. Este fenómeno se puede explicar si se considera que esto sólo es posible si los horizontes varían, lo cual es viable si se entiende que existe una Tierra con forma esférica”*.

Las pruebas que aportó Aristóteles de que la Tierra era esférica fueron concluyentes para la cultura griega, dándose a partir de este momento como un hecho común en todas las escuelas. De aquí en adelante, el concepto de Tierra esférica se fue expandiendo entre otras civilizaciones, erradicando la concepción de Tierra plana. Sin embargo, años después la Biblia se encargó de refutar esas ideas y hubo que esperar hasta la época de Copérnico y Galileo (siglo XVI y XVII) para que el ser humano comenzará a darse cuenta de cómo es verdaderamente nuestro planeta y el Universo que lo rodea.

Un dato que mencionar aquí es que, a diferencia de lo que muchos creen, tanto Cristóbal Colón como los Reyes Católicos eran conscientes de la forma esférica de la Tierra, siendo su única discrepancia su tamaño real. Cristóbal Colón estimaba un tamaño menor que le permitiría llegar a las Indias, idea que lo habría llevado a la muerte de no haber encontrado por fortuna un continente intermedio llamado América.

Elaborado y modificado por: Martínez, M. y Ojeda, E. (2017).

García, M. (2011). De cómo el ser humano paso de ver la Tierra plana a verla esférica. [Blog en línea]. Disponible: <http://recuerdosdepondora.com/ciencia/astronomia/de-como-el-ser-humano-paso-de-ver-la-tierra-plana-a-verla-esferica/#ixzz4fCO35Jque> [Consulta:2017,abril24]

## REINO ANIMAL

### EL CORAL

#### VIÑETA HISTÓRICA

En el siglo IX, el erudito musulmán Al-Biruni, clasificó a esponjas y corales como animales, argumentando que éstas respondían al tacto. Sin embargo, la gran mayoría de personas seguían creyendo que los corales eran plantas, hasta que, en el siglo XVIII, **Williams Herschel** utilizó el microscopio y determinó que los corales tenían unas membranas celulares delgadas, las cuales son características de un animal.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

- Carecen de raíz pero se enraizan mediante un tubo a la superficie.
- Su cuerpo es simple, sin cabeza definida con simetría radial.
- Tienen variedad de formas, pueden ser: ramificados, cilíndricos, grandes cabezas (domo), incrustantes o en forma de plato.
- Pueden parecer rocas o tienen características similares a las plantas.
- Poseen una abertura bucal rodeada por tentáculos urticantes.
- Pueden ser blandos o duros por la presencia o ausencia de esqueleto.

#### NOTA CIENTÍFICA

Un coral es un animal marino, clasificado como invertebrado inferior de tipo sésil. Se les llama **Cnidarios**, por poseer células llamadas Cnidocitos, que funcionan como estructura de defensa que sirve para capturar a las presas, ya que estos animales son unos depredadores con una cualidad urticante que causa daño en sus presas. Los corales son gregarios o coloniales, salvo algunas excepciones. Requieren de luz solar, agua clara y poco profunda. Establece relaciones simbióticas con las algas unicelulares **Zooxantelas**, las cuales son responsables de sus brillantes colores. Tiene una función ecológica relacionada con el reciclaje de nutrientes, la protección de las costas de la erosión y el embate de las olas, y la contribución con la formación de redes alimentarias.

Elaborado por: Marvis Martínez y Egleé Ojeda (2017)

#### Referencias:

- Ackerman, J. (1997). Islands at the edge. National Geographic, 192(2), 2-31.
- Castro, P. y Huber, M. (2000). Marine Biology (3ª.ed). México: McGraw-Hill

## [D-2]\_REINO ANIMAL

### Viñeta histórica

Las esponjas fueron consideradas plantas durante siglos por ser sésiles y vivir permanentemente unidas al sustrato. Aristóteles, Plinio y otros naturalistas de la antigüedad las trataron como plantas. Más adelante, se demostró que no eran plantas sino animales primitivos de digestión intracelular que viven en colonias. Se determinó que son coloniales y esta propiedad quedó evidenciada en un experimento que realizó el embriólogo Wilson en 1907, en el cual machacó una esponja y la hizo pasar a través de una tela de seda para desintegrarla en células individuales. Seguidamente, colocó diminutos fragmentos de esponja en agua de mar y esperó durante tres semanas. Al terminar el experimento, detectó que las células se habían unido de nuevo hasta formar esponjas en buenas condiciones. Con esto demostró que las células individuales de la esponja habían podido sobrevivir y realizar sus funciones de manera independiente.

## ESPONJAS

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

- Tienen un cuerpo simple, carecen de órganos y tejidos y sus paredes tienen abundantes poros para absorber agua.
- Parecen un saco con una abertura grande en la parte superior llamada ósculo, por donde expele sustancias de desecho y agua.
- Pueden tener una forma libre dispuesta sobre rocas, tubular con diminutos apéndices o poseer aberturas tubulares ensanchadas.
- Tienen diversos tipos de esqueleto, por ello pueden ser blandas y suaves, rígidas e incluso pétreas (duras como piedra).

### NOTA CIENTÍFICA

Una esponja es un animal primitivo y sésil, que en ocasiones puede moverse lentamente. Se considera un porífero por su estructura porosa que produce sustancias químicas para defenderse de depredadores. Viven en aguas saladas y dulces, adheridas a rocas o superficies acuáticas. Se alimentan de microorganismos y plancton que son filtrados por sus células. Sin embargo, en 1995 dos científicos franceses descubrieron la existencia de esponjas carnívoras, que atrapan presas y las desintegran por la acción de enzimas digestivas. ¿Sabías que las esponjas de baño y cocina que usas en casa son imitaciones de esponjas fabricadas con celulosa, pero que en realidad son esqueletos de esponja?

Elaborado por: Marvis Martínez y Egleé Ojeda (2017)

#### Referencias:

Audesirk, T., Audesirk, G. y Byers, B. (2008). *Biología: la vida en la Tierra*. México: PrenticeHall



## [D-2]\_Reino Plantae

### LAS PLANTAS

#### VIÑETA HISTÓRICA

Aristóteles clasificó a todos los seres vivos en dos grandes reinos: (a) animalia, que incluía a los organismos con sangre, movimiento y eran heterótrofos; y (b) plantae, en el que ubicó a los organismos vegetales sin sangre, inmóviles, autótrofos y fotosintéticos.

Esta idea se refutó en el año 1665, cuando un científico británico llamado Robert Hooke se asomó por primera vez al microscópico y descubrió el mundo celular. En su obra "Micrographia", entre muchas otras cosas, mostró una curiosa red de cavidades que observó al mirar un corte de corcho a través del microscopio, a las cuales llamó "células", que precisamente significa "celditas". Realmente lo que Hooke observó no eran células tal cual, sino las paredes de celulosa remanentes en los lugares en los que alguna vez hubo células vegetales vivas.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

- Los organismos vegetales inferiores carecen de raíces verdaderas y tejidos vasculares.
- Los organismos vegetales superiores presentan: raíz, tejidos vasculares, tallos, embrión, yemas y hojas.
- La mayoría son verdes por la presencia de clorofila, aunque a veces podemos observar variedad de colores en ellas, gris verdoso, anaranjado, rojo, Amarillo, por presencia de otros compuestos.
- Algunas son muy pequeñas con talos laminares (hojitas), hojas filiformes de 1 cm de ancho y 15 cm o menos de largo, mientras que, existen hojas de mayor dimension laminar y con gran variedad de formas.
- Pueden ser, plantas de aire, agua o tierra.

#### Nota Científica

Las plantas son seres vivos muy abundantes y por lo general, pasan desapercibidas. Las más sencillas y primitivas son llamadas Briofitas e incluyen: musgos, y hepáticas. En otro grupo, se incluyen las plantas vasculares más primitivas en la que encontramos los helechos, colas de caballo, Licopodios y Selaginellas. Las plantas más evolucionadas son las que poseen semillas desnudas (no protegida en un fruto) llamadas Gimnospermas y las que poseen la semilla encerrada en un fruto, denominadas Angiospermas (plantas con flores). Su valor ecológico es transcendental pues contribuyen con la producción de alimentos para otros seres vivos, el reciclado de nutrientes y la producción de oxígeno.

Elaborado por: Martínez Marvis y Ojeda Egleé (2017).

Referencia:

Granados, D., López, M., Hernández, A. y Sánchez, A. (2004). Ecología de plantas epífitas. *Revista Chapingo de Ciencias forestales y del ambiente*, 9(2), 101-111.

[D-3]

### METODOLOGÍA INDAGATORIA CON DANDYS

Propósito:	Familiarizar a los estudiantes con el método científico, sus procesos y la dinámica interna de la ciencia.
Preguntas de investigación	¿Cuántos dandys hay en la bolsa? ¿Cuántos dandys de cada color hay en la bolsa?
Formulación de hipótesis	Escribe la respuesta a las preguntas individualmente. Socializa tus respuestas con tus compañeros de equipo y establezcan las hipótesis del grupo.
Predicciones	Elaborar tus predicciones en función de las hipótesis. Recuerda usar el enunciado ... Si... entonces...
Planteamiento del procedimiento de investigación	Plantea con tu equipo el procedimiento de investigación a seguir. Durante esta fase experimental deberas observar la bolsa cerrada y recolectar información sin usar el sentido de la vista. Deberás apoyarte en (el oído, olfato, tacto) para poder responder las preguntas. Finalmente, podrás abrir la bolsa y ver lo que hay dentro de ella al terminar la indagación.
Registro de datos	Registre los datos que recolectará con cada uno de los sentidos del cuerpo humano empleando tablas, gráficos o modelos. Elija el modo de hacerlo.
Experimentación	Proceda a realizar el experimento con todos los sentidos. Finalmente, abra la bolsa y verifique sus hipótesis y predicciones. Emplee los procesos científicos: medición, clasificación, formulación de modelos, inferencias.
Análisis e Interpretación de datos	Analice e integre los resultados obtenidos y proceda a responder las preguntas de investigación, aceptar o refutar hipótesis y predicciones, generar explicaciones y establecer las conclusiones por consenso.
Comunicación de los resultados	Presente los resultados del proceso de indagación con los miembros de su equipo.

Elaborado y modificado por: Marvis Martínez y Egleé Ojeda (2017).

[D-4]

**Actividad de clase: Filosofía e Historia de la Ciencia**

**Análisis de la película “El Médico”**

Después de ver la película, reflexione sobre las visiones de la Naturaleza de la Ciencia que observó en las diferentes escenas y responda:

¿Qué opina usted del método aplicado por los barberos de la época a sus pacientes?

¿Qué opina usted de la postura interrogativa, curiosa e inquisitiva del aprendiz de médico? ¿Para que le sirvió? y ¿qué logró con ella?

¿Qué opina usted del método científico aplicado por el médico en la película? y ¿Cómo esto contradijo lo establecido por la Iglesia?

¿Cuáles aspectos de la NDC logró apreciar a lo largo de la película?



[D-5]

Actividad de clase: Filosofía e Historia de la Ciencia

Análisis de la película “Altamira”

1. Elabora un resumen de la película donde resaltes aquellas escenas que llamaron tu atención y en las cuales hayas detectado aspectos de naturaleza de la ciencia.
2. ¿Por qué la comunidad científica no aceptó lo que presentó Santuolo acerca de las Cuevas de Altamira?
3. ¿Por qué la iglesia se opone a lo que Santuolo presenta sobre las Cuevas de Altamira?
4. ¿Cuánto tiempo pasa para que la comunidad científica aceptara lo que presentó Santuolo sobre las Cuevas de Altamira y qué opinas de ello?
5. ¿Si este descubrimiento hubiese ocurrido en el siglo XX crees que se habría presentado el mismo problema?



[D-6]

Actividad de clase: **El papel del error en la ciencia**

Revisar el artículo de prensa que aparece en este link:

<http://www.agenciasinc.es/Entrevistas/Los-errores-forman-parte-del-proceso-cientifico>

Titulado: LOS ERRORES FORMAN PARTE DEL PROCESO CIENTÍFICO ...  
[www.agenciasinc.es](http://www.agenciasinc.es)

Los errores forman parte del proceso científico, al fin y al cabo, la ciencia es una actividad humana. Es muy difícil hacer un descubrimiento y aunque se logre...

Con este artículo ustedes podrán familiarizarse con la naturaleza errática y fallida de la ciencia. Por favor realice una lectura comprensiva y reflexione al respecto, respondiendo lo siguiente:

¿Qué impresión le genera saber que el 95% de los descubrimientos no son correctos en algunos de los casos y en la misma proporción si lo son?

¿Cuáles fueron los aspectos relatados en el escrito de prensa que más le impactaron y por qué?

¿Cuáles ideas sobre la naturaleza de la ciencia cambiaron en usted después de leer este artículo? mencione al menos dos.

[D-7]

Actividad de clase: **El fraude en la ciencia**

Revisar el artículo de prensa que aparece en este link:

[https://elpais.com/diario/2008/01/06/eps/1199604414\\_850215.html](https://elpais.com/diario/2008/01/06/eps/1199604414_850215.html)

**Titulado: Fraudes Científicos**

Escrito por Luis Miguel Ariza (2008)  
Diario El País

Después de hacer una lectura comprensiva por favor reflexione y responda:

1. ¿Qué sensación le generó conocer algunos fraudes científicos de la humanidad?
2. ¿De qué manera esta lectura afectó o cambió tus ideas sobre los científicos?
3. ¿Cuáles son las razones que hacen que un científico cometa fraude y arruine su carrera?
4. ¿Cuál es el papel de la comunidad científica ante el descubrimiento de los casos de fraude?

[D-8]

Práctica de laboratorio N° 1: Versión modificada

**PRÁCTICA DE LABORATORIO**  
**Estaciones para el estudio de la materia**

**ESTACION 1**

La materia y los materiales presentan características esenciales, es decir, aquellas que son comunes en todos los objetos y que lo hacen ser lo que son.

**Instrucciones:** Observe los materiales suministrados en la presente estación, recuerde que debe considerar “todo el material” y determinar si existen características comunes o no entre ellos. Tome en consideración: forma, color, olor, sabor, volumen, masa, etc. Complete la tabla.

CARACTERÍSTICAS Todos los materiales poseen:	SI	NO Especifique... ¿cuál material?
OLOR		
COLOR		
SABOR		
TEXTURA		
MASA		
VOLUMEN		

Las características que “**SI**” poseen todos los materiales son las denominadas comunes o esenciales de la materia. En la tabla adjunta organice las características comunes y no comunes a los materiales presentes en la estación

Características comunes a todos los materiales	Características no comunes a todos los materiales

¿Cuál sería el concepto de materia que construirías tomando en consideración las características esenciales (comunes) que has seleccionado de los objetos observados?

\*¿Existe diferencia entre materia y material? Explique



## ESTACIÓN 2

### Propiedades características de la materia

En esta estación conocerás las propiedades que permiten diferenciar a un material de otro. A continuación, se te suministran varios materiales. Toma tres muestras diferentes para determinar masa, volumen y densidad. Registre en la siguiente tabla los datos obtenidos.

Muestra	Masa (gr)	Volumen (ml)	Densidad Masa / volumen (g/ml)
A		5	
		10	
		15	
B		5	
		10	
		15	
C		5	
		10	
		15	

De acuerdo con lo realizado... ¿Se puede diferenciar un material de otro por el valor de su masa y volumen? Explique.

\* Podemos observar que para un mismo volumen de diferentes muestras de materiales se pueden obtener coincidencias o muy poco rango de variación entre los resultados en cuanto a la masa y la densidad a pesar de tratarse de materiales diferentes. Las propiedades que permiten diferenciar con certeza un material de otro se denominan propiedades características de la materia entre ellas tenemos: Punto de Fusión, Punto de Ebullición, Calor Específico.

## ESTACIÓN 2ª

### Creando Gradientes

En esta estación podrás elaborar y experimentar con un gradiente elaborado con materiales líquidos de diferentes densidades.

- a) Observe las muestras presentes en esta estación, selecciona tres de ellas. Si Ud. agrega las muestras seleccionadas en un mismo recipiente (cilindro graduado y/o vaso de precipitado) ¿Qué ocurrirá? Tome nota de sus predicciones:

---

---

---

---

Mida cierta cantidad de cada material y agregue las muestras en un mismo recipiente. Observe ¿qué ocurre? Dibuje lo observado y explique a qué se debe lo sucedido.

Si agrega más cantidad de alguna de las muestras, ¿qué ocurrirá? tome nota de sus

predicciones:\_\_\_\_\_

---

---

\*Agregue más cantidad de una de las muestras al recipiente y observe lo ocurrido. ¿La ubicación de los materiales en el recipiente es independiente de la cantidad agregada?

---

---

---

¿Cuál material es más denso? ordene de mayor a menor.

---

---

---

¿Qué pasará si agita vigorosamente el gradiente? Experimente y explique lo observado.

---

---

---

- b) Imagine que agrega en un vaso de agua líquida dos cubos de hielo. Formule su hipótesis al responder ¿El agua es más densa en el estado líquido o en el sólido?

---

Plantee su predicción en función de la hipótesis que sugirió con anterioridad.

---

---

---

Realice el experimento, observe y dibuje lo ocurrido, tome nota y explique a que se debe lo sucedido. Luego, proceda a aceptar o rechazar sus hipótesis y predicciones. Recuerde concluir respondiendo a la pregunta.

### ESTACIÓN 3 Estados de la Materia

La materia puede presentarse en varios estados (sólido, líquido y gas) y en cada uno de éstos presenta características que la definen. En esta estación vas a estudiar algunas de ellas al realizar las actividades y registrar tus hallazgos.

Instrucciones:

\*Pase el líquido contenido en uno de los recipientes a otro recipiente, ¿El líquido contenido en el segundo recipiente ocupa el mismo volumen que en el primero?

---

---

¿La forma del líquido en el segundo recipiente es similar al primero?

---

\*Cambie un sólido de un recipiente a otro. ¿El sólido ocupa el mismo volumen en los diferentes recipientes?

---

¿Qué pasa con la forma del sólido al cambiarlo de recipiente?

---

---

\*Prepare tres jeringas: con arena, agua y aire respectivamente. Coloque uno de sus dedos para cerrar a abertura de cada jeringa. Observe el volumen inicial ocupado por los diferentes materiales en cada una de las jeringas, presione con su otra mano el émbolo. Observe lo que ocurre. ¿Cómo explicaría lo observado?

---

---

---

---

---

\* Prepare dos botellas con una bomba en la boca (abertura de cada una), caliente una de las botellas en agua (baño) de María y tome nota de sus observaciones.

¿El gas en la botella calentada ocupa el mismo volumen que en la otra botella?

---

---

---

Deje enfriar la botella, ¿qué ocurre con la bomba? ¿cómo explica lo ocurrido?

---

---

---

---

Tome nota en la siguiente tabla de las características esenciales que identifican cada estado de la materia:

Estado de la materia	Volumen	Forma	Otras características
Sólidos			
Líquidos			
Gases			

## ESTACIÓN 4

### Modelo científico sobre los Estados de la Materia

La materia puede presentarse en varios estados ya que ésta tiene una organización interna definida, es decir, la partícula en cada uno de los estados debe guardar un orden de acomodación que determina el estado de la materia en que se presenta. Por ejemplo, el agua la podemos encontrar en estado sólido, líquido y gaseoso y esto depende del nivel de organización de sus partículas.

**Instrucciones:** puede hacer uso de diferentes materiales para la construcción del modelo, tales como: esferas de anime, plastilina, alfileres, palillos, hojas, marcadores, entre otros. Ponga de manifiesto su creatividad y utilice recursos que estén dentro de sus posibilidades.

Favor investigar y responder: ¿Qué es un modelo científico? y ¿Cuál es su utilidad?

**Con relación al modelo elaborado explique:**

¿Qué mantiene la organización de las partículas en la materia?

¿Cómo es la distancia entre las partículas en cada estado?

¿Qué puede decir en cuanto a la libertad de movimiento de las partículas en cada estado de la materia?

**ESTACIÓN 5**  
**Cambios físicos y químicos de la materia**

El objetivo de esta estación es demostrar los cambios físicos y químicos que ocurren en los materiales.

\*Dé una explicación ¿qué es para Ud. un cambio físico y en qué difiere de un cambio químico?

---

---

---

**Cambios físicos de la materia**

Para comprobar los cambios de estado físicos del agua, proceda a colocar tres envases de compota grandes juntos: uno con agua caliente, al lado, uno vacío y junto a éste, uno con hielo. Formule sus hipótesis y predicciones y responda ¿Qué cree que pasará con cada frasco y el agua que contiene?

---

---

---

---

---

---

Mida la temperatura del agua contenida en cada envase y registre el dato.

Grado de temperatura (°C)	Envase con agua caliente	Envase con vapor de agua	Envase con agua líquida
Temperatura inicial			
Temperatura final			

Observe lo ocurrido, dibuje lo observado y explique a qué se debe lo sucedido.

### Cambios químicos de la materia

\*Determine la masa y el volumen de 25 granos de maíz para cotufas.

Masa: \_\_\_\_\_

Volumen: \_\_\_\_\_

¿Qué ocurriría si los granos de maíz son calentados? Tome nota de sus hipótesis y predicciones en relación a la masa y el volumen antes y después de ser calentados.

Hipótesis del experimento	Predicciones

Experimento: Caliente los granos de maíz y determine nuevamente la masa y el volumen, compare los resultados, ¿Hubo algún cambio? anote los datos en la tabla.

Maíz (25 granos)	Antes de calentar	Después de calentar
Masa (grs)		
Volumen (mls)		

Compare estos resultados con sus hipótesis y predicciones y proceda a establecer sus conclusiones sobre la base de los resultados.



**ESTACIÓN 6**  
**Uso de los materiales de acuerdo a sus propiedades.**

Los materiales que existen en la naturaleza son de distintos tipos y la sociedad fabrica cada día nuevos materiales. De la gran gama de materiales que existen se selecciona los más adecuados para fabricar toda clase de objetos. En la siguiente tabla se muestran algunos materiales sus propiedades y usos. De los objetos suministrados en esta estación ubique en el espacio correspondiente al tipo de material con el cual está hecho e indique su uso.

Material	Propiedades y usos	Objeto de la estación	Usos
Metales	Buenos conductores de la electricidad y el calor, maleables con un brillo característico, no combustibles y densidad generalmente alta. <b>Usos:</b> Cables eléctricos, carrocerías de autos, fuselajes de avión, etc.		
Plásticos	Aislantes del calor y de la electricidad, no se oxidan, ligeros y fáciles de moldear, pueden ser transparentes, flexibles, pero no son biodegradables. <b>Usos:</b> Utensilios, juguetes , envases, etc.		
Cerámicos	Buenos aislantes del calor, difíciles de fundir, inertes (no les afecta el calor, el agua y los ácidos) frágiles y duros. <b>Usos:</b> Utensilios de cocina, ladrillos de diversos tipos, etc.		
Vidrios	Transparentes (en su mayoría) frágiles, duros, aislantes, inertes. <b>Usos:</b> Ventanas, vasos, vasijas.		
Fibras	Resistentes a la rotura por tracción y flexibles <b>Usos:</b> Tejidos (algodón, nylon, seda, lana, rayon), maderas, etc.		

Algunos materiales llamados composites combinan las propiedades de más de un material, ejemplo la fibra de vidrio, fibra de carbono, el hormigón armado, etc.

**NOTA:** Al finalizar el registro de datos de cada estación: proceda a indicar ¿Cuáles procesos de la ciencia se evidencian es este trabajo práctico? y ¿Cuáles aspectos o características de la naturaleza de la ciencia estuvieron presentes en la práctica? Responda de forma reflexiva, concisa y sustanciosa.

[D-9]

## VIÑETA HISTÓRICA

### UNA VIEJA HISTORIA SOBRE LA DENSIDAD DE LA MATERIA



Hace 250 años a. C, Hieron II, rey de Siracusa (hoy, Sicilia, Italia) le encargó a un joyero que le fabricara una hermosa corona de oro y plata. Pero, el rey desconfiaba del joyero y temía que en lugar de elaborarla con oro lo hiciera con un metal más barato y luego, la recubriera con el noble metal. Para averiguarlo, convocó a un griego muy sabio, llamado **Arquímedes**, a quien pidió su colaboración con la condición de que, para encontrar la respuesta, no debía destruir la corona.

Arquímedes aceptó y, un día, mientras se bañaba, halló la forma de resolver el caso. Observó que, al sumergirse en la bañera, el agua subía su nivel y notó más liviano su cuerpo. Dicen que gritó... ¡Eureka!, que significa “lo he resuelto”, y salió corriendo a resolver el problema de la corona. El sabio pesó la corona en el aire y luego, al sumergirla en el agua. Así concluyó que, el peso que pierde un cuerpo (en este caso la corona) en el agua es igual al peso del agua desalojada o al volumen que éste ocupa. Así, Arquímedes demostró lo que hoy conocemos como **peso específico**, que no es más que la relación entre el peso y el volumen de un cuerpo.

Luego pesó y midió el volumen de objetos de oro y plata y, los comparó con el peso de la corona. Los resultados de Arquímedes probaron lo que el rey sospechaba: el joyero lo había engañado usando otro metal para fabricar la corona.

Elaborado y modificado por: Profa. Marvis Martínez y Egleé Ojeda (2017).

Referencia: Fuentes, A. (2004). *Jugando con la ciencia y a construir el conocimiento*. Colombia: Cultural Internacional.

[D-10]

### **ESTRATEGIA SQA**

Es una herramienta que se utilizó en varias sesiones para diagnosticar las ideas previas y expectativas de aprendizaje de los estudiantes con respecto a una temática. Con ésta, se recopilaron indicadores didácticos que guiaron la planeación de las actividades de enseñanza y aprendizaje desarrolladas y por último, los aprendizajes adquiridos.

#### **Estrategia SQA**

<b>S</b> ¿Qué sé?	<b>Q</b> ¿Qué quiero aprender?	<b>A</b> ¿Qué aprendí?
En esta columna el estudiante identifica las ideas previas que tiene acerca de la temática y las registrar por escrito o en forma gráfica. Ejemplo: dibuja un modelo que muestre tus ideas sobre la estructura del átomo.	En este apartado el estudiante plantea las preguntas o expectativas de aprendizaje que tiene con respecto al tema.	En esta parte el estudiante identifica los conocimientos adquiridos a través de un proceso de autoevaluación en el cual pudiese determinar: ¿Cuáles ideas previas cambiaron o mejoraron? ¿Cuáles fueron las respuestas obtenidas a sus interrogantes? ¿Si satisfizo las expectativas que tenía? ¿Si le faltó algo por aprender o superar?

Actividad de clase: Aspectos no epistémicos de la NDC: Ciencia y Religión

## **CIENCIA Vs RELIGIÓN**

Ciencia y religión son las dos visiones del mundo más importantes; sin embargo, las relaciones entre éstas, hoy día, son un problema candente que está despertando un gran interés. En relación con esto, muchas son las preguntas que están en el ambiente a las que no siempre se les ha dado una respuesta correcta: ¿la ciencia y la religión son incompatibles y opuestas? ¿ha perseguido la iglesia a los científicos? ¿han condenado los Papas a la teoría de la evolución? ¿son la mayoría de los científicos ateos y materialistas?

En general, podemos decir que la ciencia trata de comprender el funcionamiento del mundo natural y cuáles son las leyes que lo rigen. La religión, por otra parte, trata de explicar lo que trasciende el mundo material y pone al hombre en contacto con lo que está más allá; es decir, con el misterio de Dios y su relación con el hombre y el Universo. Por esta razón, problemas transcendentales como: los orígenes del Universo, la vida y el Hombre pueden plantearse desde la religión y la ciencia. En este sentido, el campo de la ética es un terreno en el que ciencia y religión se encuentran. Este tema necesita de una reflexión seria que examine la relación entre ambas como formas de conocimiento sobre los fenómenos sociales. Por esto, es importante discutirlos en las clases de ciencia a fin de acercarnos mejor a un concepto actualizado de la misma.

### **RELACIÓN ENTRE CIENCIA Y RELIGIÓN: ALGUNAS IDEAS PARA REFLEXIONAR**

“Richard Dawkins, un conocido ateo darwinista expone una hipótesis donde afirma que Dios no existe. Sostiene que no necesitamos la religión para ser morales y que podemos explicar las raíces de la moralidad en términos no religiosos. Pero ¿podemos vivir sin Dios? La respuesta de los científicos, filósofos y teólogos al respecto no es unánime. El Nobel Weinberg confiesa que no es fácil no creer. La crítica a la religión es antigua, pero, sobre todo desde el siglo XIX cuenta con una aliada: la ciencia. Ésta, explica mejor el funcionamiento del mundo que la religión y refuta el papel del hombre como

protagonista de la creación” (Caballero, M. “El ateísmo” El Universal, 1-12, 4-12-2008)

“De hecho, hoy día no se puede rechazar ni lo científico ni lo religioso. Son las actitudes más definitorias posibles; la una para dominar el mundo, encontrar las claves del Universo y compartir con Dios su conocimiento, tal como lo manifestó el físico genial Stephan Hawking en *su Historia del Tiempo*. La otra, para lograr la liberación de esa fuerza llamada espíritu y tornar nuestro planeta más vivible” (Juan Liscano “Como Dios”. El Nacional, C-3; 16-3-1999)

“No hay incompatibilidad alguna entre la ciencia y la religión. La ciencia nos lleva de la mano hacia Dios” (Derek Bartos, Premio Nobel de Química, 1969).

“La ciencia no puede probar con su método la existencia de Dios, pero tampoco negarla” (Oswaldo Pulgar Pérez. “Ranita Nobel” El Universal, 19; 15-10-2008)

Después de leer las ideas sobre ciencia y religión contesta las siguientes preguntas:

1. A tú juicio ¿pueden convivir la ciencia y la religión o necesariamente una excluye a la otra?
2. ¿Piensas que la única forma de encontrar la verdad es a través de la ciencia? Explica
3. ¿Crees que el conocimiento científico es superior a otros tipos de conocimiento? Explica

[D-12]

Actividad de clase: **Límites de la ciencia**

Revisar el artículo de prensa que aparece en este link:

[https://elpais.com/diario/2008/01/06/eps/1199604414\\_850215.html](https://elpais.com/diario/2008/01/06/eps/1199604414_850215.html)

Léalo, reflexione y responda:

¿Cuáles son los límites de la ciencia que se mencionan en el artículo?

¿Qué opina usted sobre la ciencia y sus limitaciones después de leer el artículo?

De ejemplos de otros límites que la ciencia tiene y que no se mencionan en este artículo.

### **LOS LÍMITES DE LA CIENCIA**

Escrito por Julio César Londoño (2017)  
Diario El Espectador

El poder de la ciencia es pasmoso. Puede hacerle la autopsia a un señor muerto hace 1.000 años, devolverle la vista a un ciego y la voz a un mudo, corregir desde el laboratorio, o desde el vientre, la cardiopatía congénita que tendría un bebé, saber de qué está hecha la estrella Alfa Centauro, provocar lluvias, descubrir entre los murmullos de 7.000 millones de personas la voz del señor K, o clonarlo, repintar el arcoíris, trazar la cronología de los primeros siete milisegundos del Big Bang, escanear el cerebro y acosar la conciencia (lo que sea eso). El mismísimo Jehová debe estar sorprendido. Pero también tiene límites infranqueables. Hay muchas cosas que la ciencia no puede hacer.

No puede demostrar los axiomas ni los postulados de la matemática. Peor aún, “La maldición de Gödel” predice que nunca se construirá un sistema formal —matemático, lógico ni jurídico— que sea completo y consistente, uno que esté libre al fin de paradojas, de asuntos “indecidibles” y de esas proposiciones epilépticas que son ciertas ahora y falsas un segundo después y otra vez ciertas...

No puede evitar, ay, que la mirada del observador altere el objeto. No puede emitir juicios éticos ni estéticos. Con todo y su poder, no puede demostrar que Hitler era mala persona, o que Trump será clave en el nuevo desorden mundial. Ni que los velos de mármol de las esculturas de Giovanni Strazza son bellos, ni que las efímeras obras de Doris Salcedo tienen mucha más fuerza que las robustas criaturas de Botero.

También fracasa con las proposiciones metafísicas. No puede refutar afirmaciones tiernas, como esa de que los colombianos somos los más felices de los felices. Ni probar que Dios existe. O que no existe. Lo único claro es que, Él insiste. Tampoco puede controlar ahora las alas de esa mariposa de Borneo que afectará el clima de Cali en marzo.

A pesar de estas limitaciones, ¿crecerá siempre la ciencia? ¿Hasta dónde? Nadie lo sabe, ni siquiera yo. Es probable que haya límites a nuestra inteligencia, que seamos incapaces de imaginar universos de más de once dimensiones, o que el cerebro resulte incapaz de entender el funcionamiento del cerebro, o que nos enloquezcan las infinitas excepciones de las reglas. Es probable que el límite sea arbitrario y un tribunal de sabios decida que es mejor no averiguar ciertas cosas.

El escenario más optimista es el de una ciencia que crece y crece sin límite hasta que, un día, lo sabe todo, y los hombres de ciencia tienen que dedicarse a estudiar universos virtuales, geometrías no riemannianas, lógicas absurdas y perspectivas escherianas, o redactar la gramática de la lengua de un mundo imaginario, como cualquier Borges espléndido y ocioso.

Otro escenario es el de la ciencia irónica, que en lugar de expandirse se autolimita, acatando, dócil, las maldiciones de Gödel y Heisenberg. Es una ciencia que se contrae y profundiza, como los dominios de los superespecialistas.

Sea cual sea su futuro, lo deseable es que el científico tenga un peso social acorde con su papel. Ahora sabe mucho y pesa poco, mucho menos que el político, el empresario y el banquero, que lo utilizan a su antojo y hasta adulteran sus conclusiones. Buena parte de la información que circula con el sello de la ciencia, por ejemplo la “literatura médica”, está manipulada por la industria farmacéutica.

Así llegamos al peor escenario: los hacedores de conocimiento están controlados por mercachifles, unos sujetos de horizontes cortos y sueños mezquinos.



Discusión de aspectos no epistémicos:  
Apoyo político y económico a la investigación.

Escrito por Marta Viaña (2017)  
Revista Nature, volumen 545

**WORLD VIEW** A personal take on events



# Science struggles on in my ravaged country

Venezuela's researchers strive to work amid the breakdown of democracy, often without water or power, says Benjamin Scharifker.

Last month, we buried a student from my university. According to fellow students who were with him at the time of his death, he was killed while demonstrating for the reinstatement of democracy: a soldier from the National Guard fired a tear gas canister at close range that hit him in the chest. He is one of some 40 people, most of them youngsters, who have died at demonstrations in the 6 weeks since the Supreme Court moved to strip the Venezuelan parliament of its constitutional role, essentially handing power to President Nicolás Maduro.

We suspended academic and administrative duties to mourn, and planned an emergency meeting to decide how to resume activities. On the morning of the meeting, few of us could reach campus because of blocked roads. We eventually came together — many of us remotely — and asked staff and students to carry on, but to be ready to improvise, using virtual classrooms, reorganising schedules and meeting off site as necessary.

Political and economic crisis — and the consistent shortages of food and medicine — have afflicted Venezuelan science for years. Former president Hugo Chávez established socialist economic policies and restricted academic autonomy. Most of the country's revenue comes from the petroleum industry, and because the price of oil has fallen, Venezuela struggles to pay for basic necessities.

The instability and violence under Maduro, Chávez's successor, has made the situation even worse. How do we cope? We do it, we just try to survive.

As rector at Metropolitan University in Caracas, I try to maintain motivation among staff and students. I also dedicate one day per week to the chemistry laboratory I run at Simón Bolívar University in Caracas as professor emeritus. There, with a couple of young professors and a dozen students, we hold scientific discussions every Friday and keep running our projects as best we can.

An annual inflation rate in excess of 500% and limited access to foreign currency mean that scientists cannot buy what they need for experiments. They are adjusting their line of research according to the supplies left in their freezers and cupboards. When my lab was unable to obtain sufficiently pure reagents for our studies of an ionic liquid last year, one of my students went to Mexico at his own expense to do the assays. When he came back, he had to wait more than a week to do the rest of his experiments because we did not have running water in the laboratory. Unsurprisingly, both he and his immediate supervisor have since left the country.

When recurring power shortages exhausted our supply of fuses, one student contemplated making his own until a former student now in the United States sent us a box of them. Pointless setbacks are crushing

progress and morale. Nonetheless, the good will of the staff who remain and the huge effort of students mean that we have managed to continue — for instance, by developing techniques to measure chemicals such as ethanol from electrical fluctuations on skeletal neuromuscles and to conduct fundamental studies on oxygen transfer reactions.

Venezuela now has little in common with the country where I became a professor in 1980. Then, academics spent their time planning experiments rather than how to fund their next meal. Two months' salary of an assistant professor would buy a brand new car; now a professor could not get a used car with two years' salary. A full professor makes much less than US\$100 a month — not enough even to pay for food.

Metropolitan University is a private institution — we have secured some support from industry to provide students with scholarships and to compensate staff for accomplishments in teaching and research, but the brain drain in Venezuela is staggering. In some leading universities, the number of academic staff has halved.

Scientific productivity has collapsed. The number of publications in 2013 matched that in 1997. From 2008 to 2013, publications in international journals fell by 40%, and the situation has now declined drastically from those relatively stable years.

Two weeks ago, Maduro's officials announced plans to walk out of the Organisation of American States (OAS), a group of 35 independent governments that requires its members to uphold certain standards of democracy and human rights. After repeatedly violating the constitution, at the beginning of the month, he announced plans to rewrite it. Already, we do not have a free press, and

access to information is very limited. Internet access is expensive, and connections are slower than in any other country in the region. Many opposition leaders have been banned from participating in elections, and hundreds of political prisoners are being held with sham trials or with no trial at all. Fair from the OAS will isolate us even more.

International awareness of what is happening in Venezuela is important. It is difficult to see how or when we could solve this by ourselves.

Still, we have to press for change, and that is what thousands are doing every day on the streets, particularly university students, calling for the release of political prisoners, for humanitarian channels to provide food and medicine and for the institution of democracy.

Already the energy and persistence of the protesters have surprised many observers. Let us hope that they can, without experiencing further bloodshed, inspire leaders to restore constitutional rule and help launch a national recovery. I still have plenty of experiments to do.

Benjamin Scharifker is rector of Metropolitan University in Caracas. e-mail: bscharif@metropolitana.edu.ve

ONCE,  
ACADEMICS  
SPENT THEIR TIME  
PLANNING  
EXPERIMENTS  
RATHER THAN HOW  
TO FIND THEIR  
NEXT MEAL.

Discusión de aspectos no epistémicos:  
Apoyo político y económico a la investigación.

Escrito por Marta Viaña (2017)  
Revista Nature, volumen 545

Lea el artículo y reponda: ¿Que opinión le generó leer la entrevista hecha al Dr. Scharifker y lo que en ella expone?

Traducción del artículo titulado:

**“Science struggles on in my ravaged country”.**

**“La ciencia sigue luchando en mi país devastado”.**

Los investigadores de Venezuela se esfuerzan por trabajar en medio de la ruptura de la democracia, a menudo sin agua ni poder, dice Benjamin Scharifker. El mes pasado, enterramos a un estudiante de mi universidad. Según los compañeros de estudios que estaban con él en el momento de su muerte, fue asesinado mientras se manifestaba para restablecer la democracia: un soldado de la Guardia Nacional disparó un bote de gas lacrimógeno a corta distancia que lo golpeó en el pecho. Es una de las aproximadamente 40 personas, la mayoría de ellos jóvenes, que murieron en manifestaciones en las 6 semanas desde que la Corte Suprema se movió para despojar al parlamento venezolano de su papel constitucional, esencialmente otorgándole poder al presidente Nicolás Maduro. Suspendimos los deberes académicos y administrativos de llorar, y planeamos una reunión de emergencia para decidir cómo reanudar las actividades. En la mañana de la reunión, pocos de nosotros pudimos llegar al campus debido a las carreteras bloqueadas. Eventualmente nos reunimos, muchos de nosotros remotamente, y les pedimos al personal y a los estudiantes que continuaran, pero que estuvieran listos para improvisar, usando aulas virtuales, reprogramando horarios y reuniéndonos fuera del

sitio, según sea necesario. Las crisis políticas y económicas, y la escasez concomitante de alimentos y medicinas, han afectado a la ciencia venezolana durante años. El ex presidente Hugo Chávez estableció políticas económicas socialistas y restringió la autonomía académica. La mayor parte de los ingresos del país provienen de la industria del petróleo, y debido a que el precio del petróleo ha caído, Venezuela se esfuerza por pagar las necesidades básicas. La inestabilidad y la violencia de Maduro, el sucesor de Chávez, han empeorado la situación. ¿Cómo nos las arreglamos? Nosotros no sólo intentamos sobrevivir.

Como rector de la Universidad Metropolitana de Caracas, trato de mantener la motivación entre el personal y los estudiantes. También dedico un día por semana al laboratorio de química que dirijo en la Universidad Simón Bolívar en Caracas como profesor emérito. Allí, con un par de profesores jóvenes y una docena de estudiantes, celebramos discusiones científicas todos los viernes y seguimos ejecutando nuestros proyectos lo mejor que podemos. Una tasa de inflación anual superior al 500% y el acceso limitado a la moneda extranjera significan que los científicos no pueden comprar lo que necesitan para los experimentos. Están ajustando su línea de investigación de acuerdo con los suministros que quedan en sus congeladores y armarios. Cuando mi laboratorio no pudo obtener reactivos suficientemente puros para nuestros estudios de un líquido iónico el año pasado, uno de mis estudiantes fue a México por su cuenta para realizar los análisis. Cuando regresó, tuvo que esperar más de una semana para hacer el resto de sus experimentos porque no teníamos agua corriente en el laboratorio. Como era de esperar, tanto él como su supervisor inmediato han salido del país. Cuando la escasez de energía recurrente agotó nuestro suministro de fusibles, un estudiante contempló hacer suyos hasta que un antiguo estudiante ahora en los Estados Unidos nos enviara una caja de ellos. Los reveses inútiles son aplastantes, dificultan el progreso. No obstante, la buena voluntad del personal que permanece y el enorme

esfuerzo de los estudiantes significa que hemos logrado continuar, por ejemplo, desarrollando técnicas para medir productos químicos como el etanol a partir de las fluctuaciones eléctricas en los nanohilos de níquel y para realizar estudios fundamentales sobre la transferencia de oxígeno. Venezuela ahora tiene poco en común con el país en el que me convertí en profesor en 1980. Luego, los académicos dedicaron su tiempo a planificar experimentos en lugar de a encontrar su próxima comida. El salario de dos meses de un profesor asistente compraría un auto nuevo; ahora un profesor no podía obtener un automóvil usado con el salario de dos años. Un profesor titular gana mucho menos de US \$ 100 al mes, ni siquiera lo suficiente para pagar la comida. La Universidad Metropolitana es una institución privada. Hemos obtenido cierto apoyo de la industria para proporcionar becas a los estudiantes y para compensar al personal por los logros en la enseñanza y la investigación, pero la fuga de cerebros en Venezuela es asombrosa. En algunas universidades líderes, el número de personal académico se ha reducido a la mitad. La productividad científica se ha derrumbado. El número de publicaciones en 2012 coincidió con el de 1997. De 2008 a 2012, las publicaciones en revistas internacionales cayeron un 40%, y la situación ahora ha disminuido drásticamente con respecto a esos años relativamente estables.

Hace dos semanas, los funcionarios de Maduro anunciaron planes para retirarse de la Organización de los Estados Americanos (OEA), un grupo de 35 gobiernos independientes que requiere que sus miembros respeten ciertos estándares de democracia y derechos humanos. Después de violar repetidamente la constitución, a principios de mes, anunció planes para reescribirla. Ya no tenemos una prensa gratuita y el acceso a la información es muy limitado. El acceso a Internet es costoso y las conexiones son más lentas que en cualquier otro país de la región. A muchos líderes de la oposición se les ha prohibido participar en elecciones, y cientos de presos políticos están detenidos con juicios falsos o sin ningún juicio. Salir de la

OEA nos aislará aún más. La conciencia internacional de lo que está pasando en Venezuela es importante. Es difícil ver cómo o cuándo podríamos resolver esto por nosotros mismos. Sin embargo, tenemos que presionar para lograr un cambio, y eso es lo que miles de personas hacen todos los días en las calles, especialmente los estudiantes universitarios, reuniéndose para liberar a los presos políticos, para que los canales humanitarios proporcionen alimentos y medicinas y para la restitución de la democracia. La energía y la persistencia de los manifestantes ya han sorprendido a muchos observadores. Esperemos que puedan, sin experimentar más derramamiento de sangre, inspirar a los líderes para restaurar el gobierno constitucional y ayudar a lanzar una recuperación nacional. Todavía tengo muchos experimentos que hacer.

Los académicos pasaron de hacer sus experimentos a planificar el tiempo para encontrar su próxima comida

[D-14]

Actividad de clase

Discusión de aspectos no epistémicos: Influencia de la política en la ciencia

Lea y analice el artículo de prensa en adjunto "ciencia en Venezuela, reporte" titulado así..."Venezuela abroad" y responda:

¿Por qué el Dr. Bifano dice que la ciencia en Venezuela está en estado de sitio?

Analice esta frase "**Sin ciencia no hay desarrollo ni prosperidad alguna**" qué significa para usted esta afirmación, por favor explique.

Como futuro maestro piense y responda:

¿Por qué es importante para un país hacer ciencia y que sus ciudadanos aprendan sobre ella?

¿Qué puede hacer usted como maestro para cambiar esta realidad tan dramática? Enumere sus posibles acciones en la escuela y sociedad.

El Universal 1-6

## Venezuela abroad

RAFAEL RANGEL ALDAO

Nunca antes tuvimos la atención internacional de ahora. A diario se turnan reportajes del *New York Times*, *Washington Post*, *Wall Street Journal*, *Financial Times*, *Le Monde*, *El País*, *Miami Herald* y *Las Américas*, entre otros medios, con entrevistas y extensas crónicas sobre el país, de la BBC, CNN y Al Jazeera, que revelan con extrema crudeza situaciones e imágenes que infelizmente ya forman parte de nuestra cotidianidad. Lo novedoso es que ahora le tocó el turno a la ciencia venezolana, el 9 de mayo 2017, y nadie más acreditado para hacerlo que la revista de mayor prestigio en el mundo, *Nature*, de la pluma de un investigador nuestro de gran valía, experiencia y extremo valor.

Sin ciencia  
no hay desarrollo  
ni prosperidad alguna

Benjamín Scharifker, un notable químico y rector sucesivo de la Universidad Simón Bolívar y de la Universidad Metropolitana, respectivamente, resume trágicamente en su nota de *Nature*, que "los investigadores venezolanos dedican más tiempo en procurar su próxima comida que en planificar sus diseños experimentales". Concluye Scharifker que el país retrocedió 18 años, de 2012 a 1997, en publicaciones internacionales y, para colmo de males, alcanzamos la mayor lentitud y costo del continente en la banda ancha. El cerco es casi total.

### Las dificultades

No es la primera vez que *Nature* se ocupa de la ciencia venezolana actual, pues ya en fecha 18/07/2016 publicó una entrevista a otro destacado químico, Claudio Bifano, actual presidente de la Academia Latinoamericana de Ciencias. El artículo fue titulado como "*La ciencia en estado de sitio*", y allí Bifano se expone en todas las dificultades que conocemos todos aquí, la diáspora, sueldos de dos dígitos, escasez y desconexión del mundo. Años atrás, *Nature* (06/01/2011) nos advertía en boca de tres destacados académicos: Gioconda San-Blas, Jaime Requena y Orlando Albornoz, sobre los efectos perniciosos que a futuro tendría la reforma a la LOCTI de ese entonces. No se equivocaron, pues sin ciencia no hay desarrollo ni prosperidad alguna. Es obvio.

@rrangelaldo

---

**NOTA CIENTÍFICA**

---

***PLUTÓN DEJA DE SER CONSIDERADO PLANETA***

**Los ocho planetas "clásicos"  
24 de agosto de 2006**

La XXVI Asamblea General de la Unión Astronómica Internacional (UAI) ha votado este jueves (24) en Praga una nueva definición de planeta, según la cual Plutón pierde su estatus como tal y pasa a ser considerado planeta enano. Según los resultados de la votación, el Sistema Solar cuenta con 8 planetas "clásicos"

(Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno) y 4 "plutones" u "objetos plutonianos": Plutón, Ceres, Caronte y 2003 UB<sub>313</sub>.

Alrededor de 2.500 astrónomos de más de 150 países votaron una de las propuestas presentadas por la UAI. Anteriormente, no existía una definición formal de planeta y con el descubrimiento de nuevos objetos más allá de Plutón, surgió la necesidad de un criterio más claro. La semana pasada la propuesta más fuerte incluía a Ceres, Caronte y 2003 UB<sub>313</sub> en la lista de planetas, con lo que el número se hubiera incrementado a 12. Sin embargo, a comienzos de la presente semana, varias propuestas alternativas se abrieron paso en el seno de la UAI. El borrador final de la propuesta aprobada este jueves afirma lo siguiente:

La UAI[...] resuelve que los planetas y otros cuerpos del Sistema Solar se definan en tres categorías distintas de la siguiente manera:

***Un planeta*** es un cuerpo celeste que: (a) está en órbita alrededor del Sol, (b) tiene suficiente masa para que su propia gravedad supere las fuerzas de cuerpo rígido de manera que adquiera un equilibrio hidrostático (forma prácticamente redonda) (c) ha limpiado la vecindad de su órbita.

***Un planeta enano*** es un cuerpo celeste que: (a) está en órbita alrededor del Sol, (b) tiene suficiente masa para que su propia gravedad supere las fuerzas de cuerpo rígido de manera que adquiera un equilibrio hidrostático (forma casi redonda), (c) no ha limpiado la vecindad de su órbita y (d) no es un satélite.

Todos los otros objetos que orbitan al Sol se deben denominar



colectivamente **"Cuerpos pequeños del sistema solar"**.

**Los ocho planetas son:** Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno.

*Se establecerá un proceso de la UAI para asignar a los objetos que estén en los límites en la categoría de planeta enano u otras. Actualmente esto incluye a la mayoría de los asteroides del Sistema Solar, la mayoría de los objetos transneptúnicos y otros cuerpos pequeños.*

Ya que la órbita de Plutón se cruza con la de Neptuno, el primero no llena estos requisitos, por lo cual salió de la lista. *"Estos requisitos dejan la puerta abierta para que numerosos objetos se unan al exclusivo club de los planetas "clásicos", a medida que vayan descubriéndose o estudiándose más a fondo"*, sostuvo la astrónoma Gloria Dubner, del Instituto de Astronomía y Física del Espacio de la Universidad de Buenos Aires.

Louis Friedman, director ejecutivo de la Planetary Society de California, dijo: *"La clasificación no importa. Plutón -y todos los objetos del sistema solar- son misteriosos y emocionantes, nuevos mundos que requieren ser explorados y mejor entendidos"*. Desde su descubrimiento por el astrónomo estadounidense Clyde Tombaugh en 1930, Plutón había sido considerado planeta. Como consecuencia de la decisión de la Asamblea, muchos libros de texto, enciclopedias y otras fuentes deberán ser reescritos.



## E. Modelo argumentativo de Toulmin (2007)


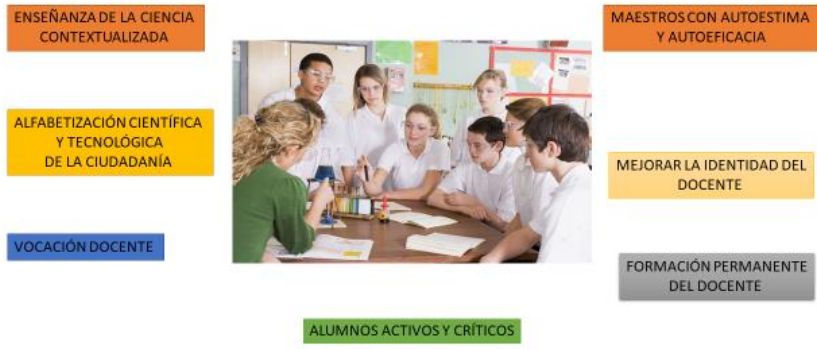

Traducción y adaptación hecha por Martínez y Ojeda (2018).

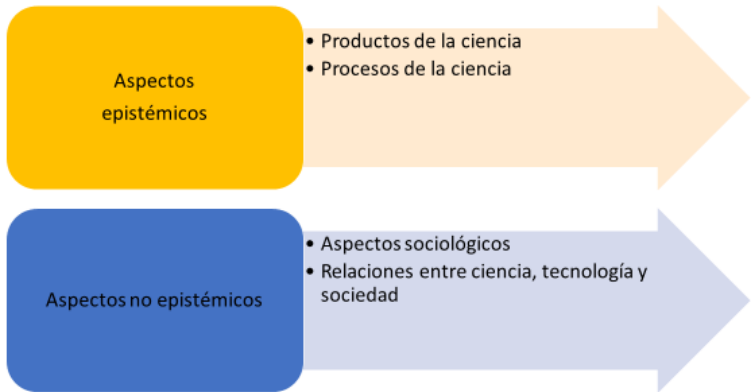
**Cuadro 1**  
**Tesis explicativa sobre los mecanismos de respuesta y adaptación de la planta *Phaseolus vulgaris***

Fecha	Datos	Aserciones/ argumentaciones	Garantía/ explicación científica	Posibles refutaciones



## F. Presentación de power point empleada en taller para la elaboración de transposiciones didácticas

<p>Portada</p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR INSTITUTO PEDAGÓGICO DE CARACAS DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA Y QUÍMICA CÁTEDRA: CIENCIAS NATURALES</p> <p style="text-align: center;"><b>TRANSPOSICIONES DIDÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES EN LA ESCUELA</b></p>  <p style="text-align: right;">Profa. Marvis Martínez Bruce</p>
<p>Con esta diapositiva queríamos lograr que el estudiante comprendiera que todas las áreas de aprendizaje son importantes y que no sólo deben ocuparse de enseñar lengua y matemáticas en la Educación Primaria.</p>	<p style="text-align: center;">¿Cuáles materias son más importantes y por ende le dedicas Mayor cantidad de tiempo?</p> 

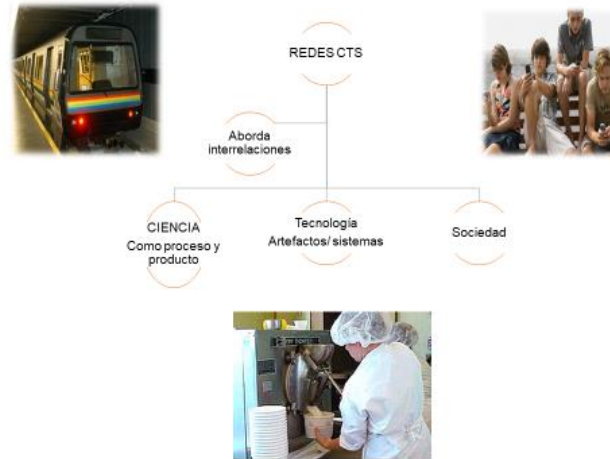
<p>Con esta diapositiva presentamos las representaciones sociales que tienen los estudiantes sobre el aprendizaje de materias científicas con miras a propiciar reflexiones en torno a ello.</p>	<p style="text-align: center;"><b>REPRESENTACIONES SOCIALES SOBRE EL APRENDIZAJE DE LAS MATERIAS CIENTÍFICAS EN LA ESCUELA, LICEO Y UNIVERSIDAD</b></p> 
<p>En este parte destacamos aquellas alternativas que podrían ayudar a superar la problemática.</p>	<p style="text-align: center;"><b>¿QUÉ SE PUEDE HACER PARA CAMBIAR ESTA REALIDAD?</b></p> 
<p>En esta parte se trabajó con las concepciones sobre sistema didáctico, elementos, combinaciones y las transposiciones didácticas.</p>	 <p style="text-align: center;"><i>Transformaciones adaptativas que el maestro hace del objeto del saber para convertirlo en un objeto de enseñanza Apto y comprensible según el nivel etario de los estudiantes.</i></p>

<p>Se presentó el modelo del CPC-NDC, el sustento teórico práctico que lo sostiene y se ideó una etapa en la cual los estudiantes comenzaron a poner en práctica estas ideas.</p>	<p style="text-align: center;"><b>El conocimiento pedagógico de contenido para la enseñanza de la NDC</b></p>  <p style="font-size: small;">Figura 1. Modelo Integrador del CDC-NDC según Schwartz y Lederman (2002).</p>		
<p>La diapositiva prebsta unas recomendaciones a seguir para poder elaborar una transposición didáctica para enseñar un tema de Ciencias Naturales articulado a la NDC.</p>	<p style="text-align: center;"><b>¿Cómo hacer una transposición didáctica articulando al contenido de Ciencias Naturales aspectos de la naturaleza de la ciencia?</b></p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">ARTICULAR EL TEMA CON ASPECTOS DE LA NDC</p> <div style="background-color: yellow; width: 100%; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Conocer la materia a enseñar, es decir, el contenido científico que abordará a profundidad y detectar en éste los contextos útiles de su NDC que puedan ayudarlo a usted a que los alumnos entiendan el tema.</li> <li><input type="checkbox"/> Identificar el contexto de NDC que empleará en la clase y determinar la estrategia más idónea.</li> <li><input type="checkbox"/> Diseñar las actividades de enseñanza y aprendizaje que utilizará durante la transposición didáctica.</li> </ul> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA</p> <div style="background-color: blue; width: 100%; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Establecer una relación ecológica entre el alumno, el docente y el saber.</li> <li><input type="checkbox"/> Determinar qué partes del contenido son transcendentales para mejorar alfabetizar científicamente y descartar aquellas que, a su juicio pueden omitirse.</li> <li><input type="checkbox"/> Planificar la intervención de tal modo que lo que usted se demuestre que sabe transponer un saber científico en un saber escolar y favorecer los aprendizajes.</li> <li><input type="checkbox"/> Evaluar sólo aquellos aspectos que permitan determinar si el alumno alcanzó la competencia desde el punto de vista conceptual, procedimental y actitudinal.</li> </ul> </td> </tr> </table>	<p style="text-align: center; font-size: small;">ARTICULAR EL TEMA CON ASPECTOS DE LA NDC</p> <div style="background-color: yellow; width: 100%; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Conocer la materia a enseñar, es decir, el contenido científico que abordará a profundidad y detectar en éste los contextos útiles de su NDC que puedan ayudarlo a usted a que los alumnos entiendan el tema.</li> <li><input type="checkbox"/> Identificar el contexto de NDC que empleará en la clase y determinar la estrategia más idónea.</li> <li><input type="checkbox"/> Diseñar las actividades de enseñanza y aprendizaje que utilizará durante la transposición didáctica.</li> </ul>	<p style="text-align: center; font-size: small;">TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA</p> <div style="background-color: blue; width: 100%; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Establecer una relación ecológica entre el alumno, el docente y el saber.</li> <li><input type="checkbox"/> Determinar qué partes del contenido son transcendentales para mejorar alfabetizar científicamente y descartar aquellas que, a su juicio pueden omitirse.</li> <li><input type="checkbox"/> Planificar la intervención de tal modo que lo que usted se demuestre que sabe transponer un saber científico en un saber escolar y favorecer los aprendizajes.</li> <li><input type="checkbox"/> Evaluar sólo aquellos aspectos que permitan determinar si el alumno alcanzó la competencia desde el punto de vista conceptual, procedimental y actitudinal.</li> </ul>
<p style="text-align: center; font-size: small;">ARTICULAR EL TEMA CON ASPECTOS DE LA NDC</p> <div style="background-color: yellow; width: 100%; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Conocer la materia a enseñar, es decir, el contenido científico que abordará a profundidad y detectar en éste los contextos útiles de su NDC que puedan ayudarlo a usted a que los alumnos entiendan el tema.</li> <li><input type="checkbox"/> Identificar el contexto de NDC que empleará en la clase y determinar la estrategia más idónea.</li> <li><input type="checkbox"/> Diseñar las actividades de enseñanza y aprendizaje que utilizará durante la transposición didáctica.</li> </ul>	<p style="text-align: center; font-size: small;">TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA</p> <div style="background-color: blue; width: 100%; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Establecer una relación ecológica entre el alumno, el docente y el saber.</li> <li><input type="checkbox"/> Determinar qué partes del contenido son transcendentales para mejorar alfabetizar científicamente y descartar aquellas que, a su juicio pueden omitirse.</li> <li><input type="checkbox"/> Planificar la intervención de tal modo que lo que usted se demuestre que sabe transponer un saber científico en un saber escolar y favorecer los aprendizajes.</li> <li><input type="checkbox"/> Evaluar sólo aquellos aspectos que permitan determinar si el alumno alcanzó la competencia desde el punto de vista conceptual, procedimental y actitudinal.</li> </ul>		
<p>En esta diapositiva se explicitan los aspectos de la NDC que deben abordarse en las instituciones educativas y se explicitó cómo hacerlo.</p>	<p style="text-align: center;"><b>¿Qué se debe enseñar sobre la NDC en las escuelas, liceos y universidades?</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos de la ciencia</li> <li>• Procesos de la ciencia</li> <li>• Aspectos sociológicos</li> <li>• Relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad</li> </ul>		

<p>Presenta los contextos útiles para enseñar aspectos epistémicos de NDC en el caso de que los escogiesen para su transposición.</p>	<p style="text-align: center;"><b>¿Cuáles son los contextos útiles para enseñar los aspectos epistémicos de la ciencia en la escuela?</b></p> <p>UTILIZAR EL ENFOQUE EXPLÍCITO Y REFLEXIVO PARA ENSEÑAR LA NDC</p> <p><b>1) EL ENFOQUE HISTÓRICO DE LA CIENCIA</b> Y SUS AVANCES POR MEDIO DE: METÁFORAS, LÍNEAS DE TIEMPO, VIÑETAS HISTÓRICAS O HISTORIETAS, ANALOGÍAS, BIOGRAFÍAS DE CIENTÍFICOS, CONSTRUCCIÓN DE MODELOS CIENTÍFICOS, CUENTOS CIENTÍFICOS, CARICATURAS O CÓMICS.</p> <p><b>2) ACTIVIDADES SOBRE OBSERVACIÓN CIENTÍFICA</b> PERMITEN RECONOCER LA SUBJETIVIDAD DEL CIENTÍFICO E INVESTIGADOR, Y PARA APLICAR PROCESOS DE CIENCIA Y BUSCAR RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS</p> <p><b>3) ACTIVIDADES DE INDAGACIÓN CIENTÍFICA</b> FAMILIARIZAN AL ESTUDIANTE CON LA LABOR CIENTÍFICA, PROMUEVE EL CONSENSO CIENTÍFICO ENTRE PARES, MUESTRA EL FUNCIONAMIENTO INTERNO DE LA CIENCIA, MEJORA LAS IDEAS INADECUADAS SOBRE LA LABOR DEL CIENTÍFICO. APLICA LOS PROCESOS DE CIENCIA</p>
<p>Presenta los contextos útiles para enseñar aspectos no epistémicos de NDC en el caso de que los escogiesen para su transposición.</p>	<p style="text-align: center;"><b>¿Cuáles son los contextos útiles para enseñar los aspectos no epistémicos de la ciencia en la escuela?</b></p> <p>UTILIZAR EL ENFOQUE EXPLÍCITO Y REFLEXIVO PARA ENSEÑAR LA NDC</p> <p><b>1) ASUNTOS CONTROVERTIDOS DE INTERÉS SOCIAL</b> Redes CTS, red de interacciones CTS, estudios de casos, dilemas éticos, juegos de roles, rueda de futuro, toma de decisiones.</p> <p><b>2) ACTIVIDADES SOBRE CUESTIONES ÉTICAS DE LA CIENCIA O EL CIENTÍFICO</b> (fraude, plagio, desigualdad de género, valores éticos de la práctica, intereses políticos o económicos) se pueden usar artículos de prensa, reportajes en audio o video, etc.</p> <p><b>3) ACTIVIDADES QUE DEMUESTREN LOS LÍMITES DE LA CIENCIA</b> La ciencia no responde todas las preguntas sobre el Universo, la religión, el origen de la vida, la muerte, entre otros. (mapas mentales, conceptuales, noticieros científicos, análisis de películas, informes de investigación, diario mural, ensayos.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>¿Cuáles son los contextos útiles para enseñar los aspectos no epistémicos de la ciencia en la escuela?</b></p> <p><b>4) Actividades con enfoque CTS</b> donde el estudiante establezca relaciones entre los aportes de la ciencia al avance tecnológico y como éste afecta a la sociedad y viceversa</p> <p><b>5) La dimensión humana del científico:</b> Actividades para intervenir las ideas estereotipadas sobre éste. Ejemplos de cooperación y competitividad entre científicos, la intersubjetividad compartida entre ellos, la comunicación entre científicos, la dimensión humana de ellos, el ego.</p> <p><b>6) Aporte de la Ciencia a la cultura y progreso de la humanidad</b> Actividades para demostrar y resaltar la utilidad de la ciencia</p> <p><b>7) El desarrollo colectivo de la Naturaleza de la Ciencia</b> Demostrar cómo las ideas sobre la construcción del conocimiento han cambiado a través del tiempo y el contexto sociocultural</p>

<p>Ejemplos de algunas tendencias para enseñar Ciencias Naturales.</p>	<h3 style="text-align: center;">TENDENCIAS PARA ENSEÑAR CIENCIAS NATURALES</h3> <p style="text-align: center;">Las nuevas tendencias en enseñanza de la ciencia apuntan hacia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Estrategias con enfoque ciencia, tecnología y sociedad (CTS)</li> <li style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Trabajos de campo/ visitas guiadas</li> <li style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Metodología indagatoria/trabajo por proyectos</li> <li style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Laboratorios abiertos</li> <li style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Investigaciones científicas auténticas</li> </ul>
<p>El enfoque CTS</p> <p>Explicitación de estrategias y utilidad</p>	<h3 style="text-align: center;">EL ENFOQUE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD (CTS) PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS</h3> 
<p>Ejemplo de Línea de tiempo para mostrar desarrollo histórico de la ciencia y la tecnología</p>	<h3 style="text-align: center;">LÍNEA DE TIEMPO SOBRE LOS ORIGENES DEL ENFOQUE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD (CTS)</h3> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>1945.</b> Bush entrega al presidente Truman el informe ciencia la frontera infinito, donde se trazaron las líneas maestras de la futura política científica-tecnológica norteamericana, que subraya el modelo lineal de desarrollo.</p> <p><b>1957.</b> Surgen los primeros indicios de que los acontecimientos no ocurrirían de acuerdo con el prometedor modelo lineal. Las pantallas de cine y televisión del planeta transmitieron el pitido del Sputnik, lo que generó un claro mensaje que demostraba que la Unión Soviética se hallaba en la vanguardia de la ciencia y la tecnología.</p> <p><b>1968.</b> Culmina el optimismo de la postguerra con el movimiento de revuelta contra la guerra de Vietnam. Esto condujo a revisar la política científica tecnológica de cheque en blanco.</p> </div> <div style="width: 45%; text-align: right;"> <p><b>Década de 1950-1960.</b> El modo de producción industrial y la relación con la sociedad entró en un período difícil. Se inicia el proceso de toma de conciencia con relación a los problemas ambientales, éticos y de calidad de vida generados por la industria.</p> <p><b>Década de 1960-1970.</b> Surge el campo de estudios CTS en la Universidad, por la preocupación generada por las armas nucleares, el movimiento ecológico y la crítica tecnológica.</p> <p><b>1970.</b> Se inicia el cambio académico sobre la imagen de la ciencia y la tecnología a nivel universitario.</p> </div> </div> 

Se explicó el modelo de redes CTS y se practicó en clase su elaboración usando artículos de prensa con asuntos controvertidos de interés social



**REDES CTS**

**CIENCIA**

- ✓ Con la creación de bioimplantes será posible vivir con un celular en la boca, una calculadora en el brazo y lentes de contacto conectados a internet, capaces de transmitir imágenes y sonidos directamente a la retina de los usuarios.
- ✓ Los bioimplantes permitirán enviar mensajes de texto utilizando únicamente a la lengua.
- ✓ El desarrollo de la tecnología robótica avanza con lentitud.
- ✓ Los lentes sustituirán a las pantallas en el futuro.
- ✓ Las investigaciones sobre la conexión mente-tecnología avanzan lentamente.
- ✓ Se están desarrollando televisores con control gestual.
- ✓ Los bioimplantes formarán parte importante de nuestras vidas y estarán disponibles en ocho años.

**BIOIMPLANTES TECNOLÓGICOS SERÁN COMUNES EN OCHO AÑOS**

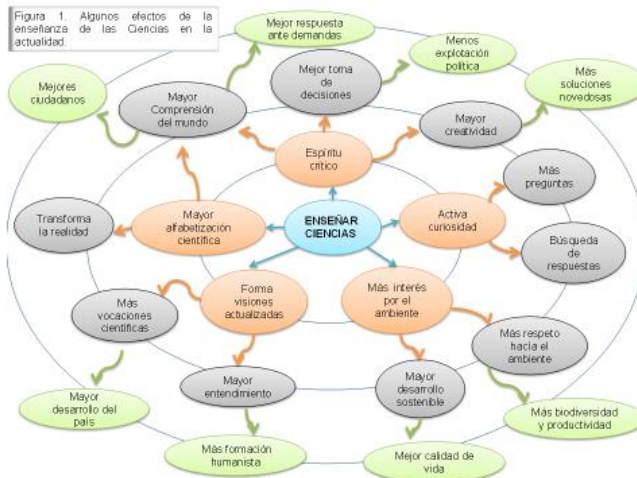
**TECNOLOGÍA**

- ✓ Bioimplantes (celulares, calculadoras y lentes de contacto)
- ✓ Juegos de dispositivos móviles
- ✓ Redes sociales
- ✓ Tecnologías gestuales
- ✓ Juegos en la nube (se descargan a través de un servidor sin necesidad de consola)
- ✓ Televisores con control gestual

**SOCIEDAD**

- ✓ Ser una máquina ambulante humana será posible en pocos años gracias a los avances científico tecnológicos
- ✓ Tecnología de punta facilitará la vida de las personas
- ✓ Los productos tecnológicos generarán mil millones de dólares a partir de capital cero.
- ✓ Los bioimplantes formarán parte de nuestras vidas y tendrán efectos sobre la misma indiscutiblemente.
- ✓ La creatividad de los diseñadores de estos artilugios tecnológicos, combaten el aburrimiento de la sociedad.

Ejemplo de Rueda futurista para reconocer las consecuencias positivas y negativas de las acciones





Se presentó la fundamentación teórica y procedimental para enseñar ciencias a través de la metodología indagatoria

- La Metodología Indagatoria: una nueva forma de aprender



### La Indagación Científica

*Conduce al conocimiento y la comprensión del mundo natural y artificial a través de la interacción directa con el mundo y a través de la generación y recolección de datos para su uso como evidencia en el proceso de someter a prueba las explicaciones de fenómenos y eventos.*



Evaluación y Educación en Ciencias Basada en la Indagación: Aspectos de la Política y la Práctica. Wynne Harfen 2013

### Principios básicos de la indagación



Utilizar las habilidades empleadas por los científicos

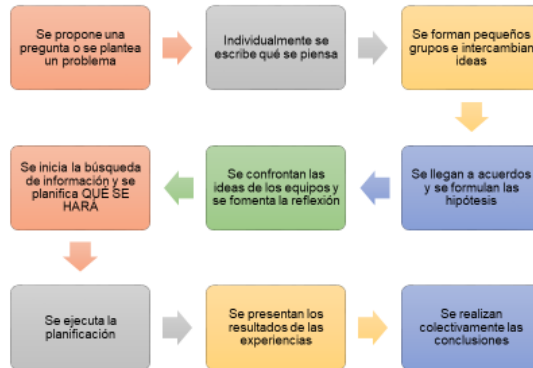
Ser rigurosos y honestos en la recopilación y uso de datos

Datos suficientes y pertinentes para someter a prueba las hipótesis o responder a las preguntas planteadas.

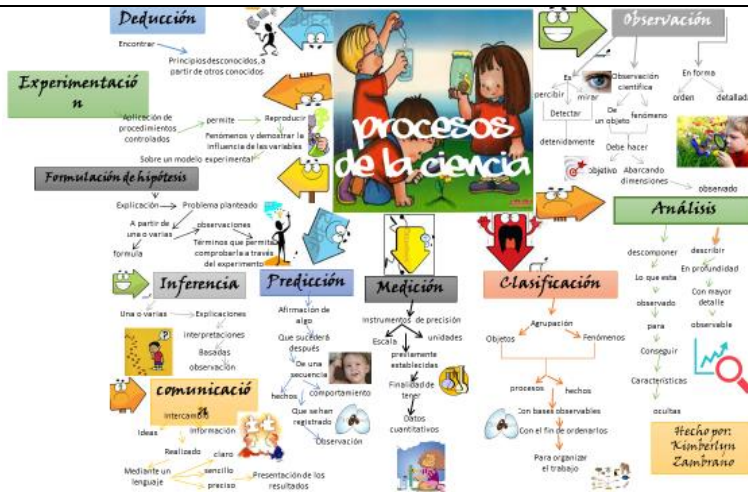
Evaluación y Educación en Ciencias Basada en la Indagación: Aspectos de la Política y la Práctica. Wynne Harfen 2013

Se presentó la fundamentación procedimental para enseñar ciencias a través de la metodología indagatoria

*¿Cómo se trabaja?*



Taller de formadores en Lamap, Octubre 2009.  
Fundación Empresas Polar



## **G. Ejemplo de uno de los diarios reflexivos elaborados por los docentes del grupo de investigación acción.**

### Diario 1: Reflexión acerca de la Praxis Docente.

Actor (D1)

Al realizar la lectura de Acevedo y los otros autores, he podido concienciar ciertos aspectos carentes en mi día a día del aula de clase tales como: trabajar con aspectos de Naturaleza de Ciencias en una forma implícita es decir trabajo algunas de sus características sin explicar a los estudiantes a que aspecto se está haciendo referencia, sin hacer la conexión entre los aspectos de Naturaleza de ciencias con los diferentes contenidos científicos que se abordan en el desarrollo del programa (sólo lo he realizado con algunos contenidos específicos y no en forma intencionada con todos los contenidos), no se profundiza en la argumentación socializada del porqué estos aspectos son importantes para la comprensión de la ciencia, su funcionamiento y sus limitaciones, esto es motivado a la dificultad que se presenta al docente cuando los estudiantes aportan muy poco debido a que no revisan el material a trabajar, leen muy poco y su cultura general e ideas previas no tienen la suficiente fortaleza para establecer un debate de ideas que nutran y aporten al consenso, pienso esto es debido en parte a lo señalado y en parte un cierto temor a equivocarse en público por lo que prefieren callar. En otras ocasiones el docente no tiene la suficiente paciencia para esperar a que los estudiantes analicen y ante el silencio generalizado la tendencia es dar la respuesta uno mismo, dando por sentado que la información suministrada por parte del docente, es suficiente para la comprensión del contenido trabajado.

Considero un desafío abordar simultáneamente la enseñanza de la NDC, el conocimiento pedagógico del contenido en lo tocante a la argumentación y hacer uso de un enfoque explícito reflexivo, así como todos los aspectos propuestos por el autor, ya que no puedo pasar por alto la manera como fuimos formados (los modelos que han quedado grabados en nuestra memoria) en ese sentido la dinámica del aula con los estudiantes, la tendencia del docente es volver en forma no consciente y sutil a las prácticas donde podemos sentirnos seguros y confiados, descubriendo en ocasiones la tendencia a dirigir las actividades que realizan los estudiantes en aula sin proporcionar suficiente libertad para que se desenvuelvan en forma original y creativa, compartiendo e intercambiando sus ideas; probablemente esto responde a la tendencia de mantener el control y evitar que se dispersen con asuntos diferentes a lo tratado en clase, sin embargo me propongo realizar una autoevaluación de cada aspecto en la planificación, las estrategias seleccionadas, los materiales y recursos para enseñar NDC, así como propiciar espacios para que los estudiantes puedan intercambiar sus ideas al inicio y final de cada actividad, así mismo, hacer un buen uso del tiempo durante el desarrollo de las clases ya que en ocasiones el tiempo me asalta sin poder realizar el cierre de lo que se está trabajando lo cual atenta contra la evaluación de lo aprendido así como para hacer consciente lo que se debe mejorar.

Con relación a la transposición didáctica de los contenidos trabajados debo tomar en consideración la realización de la misma en cada contenido abordado y no en algunos específicos a fin de que los estudiantes se sientan cómodos acerca de la manera como pueden adaptarlos a los niveles en el cual trabajarán, y estar atentos en cuanto a las actividades en las que está implícito el desarrollo profesional.

## Diario 1: Primera reflexión sobre la praxis y la naturaleza de la ciencia

Actor (D4)

El tener una experiencia amplia en docencia a nivel Básico y Universitario no constituye razón suficiente para que el educador no se mantenga en constante actualización. En mi caso particular, los contenidos relativos a la Naturaleza de la Ciencia, más que resultar nuevos, generan una serie de conflictos cognitivos, ya que inducen a la necesaria reflexión sobre si la praxis que se ha perfeccionado con el tiempo, es realmente correcta.

No se trata de modificar todas las estrategias didácticas de la noche a la mañana cada vez que aparezca una “moda pedagógica”, sino por el contrario, el objetivo es hacer una profunda reflexión de lo que se ha hecho hasta el momento y comparar con las propuestas de los expertos, considerando: ¿Se comprende cabalmente la propuesta?, ¿cuáles elementos son pertinentes incorporar a la práctica?, ¿cuál es la forma de realizar dicha incorporación?, ¿qué tan efectiva es la incorporación?, ¿cómo corregir los errores? y ¿qué desarrollo profesional se ha alcanzado?

En mi caso particular: El primer obstáculo fue comprender y aprehender el término Naturaleza de la Ciencia. Más que las lecturas de Acevedo, la aprehensión llegó en la discusión con los estudiantes, los cuales la asimilaron como la esencia de la Ciencia y el cómo hacer conocimiento.

Al hacer la revisión de las diversas lecturas concordé en la necesidad de incorporar muchos elementos en la práctica, muy particularmente el de ser consciente de la Naturaleza de la Ciencia que impartía y más importante aún, hacer que los estudiantes fueran conscientes de los elementos de Naturaleza de la Ciencia con los que se trabajara en cada momento. En este último aspecto, la relevancia es mayor, dado que son docentes en formación que multiplicarán las estrategias que se les imparten.

Para la forma de realizar la incorporación, resultó fundamental la documentación (lecturas), la discusión con el grupo de investigadores (reuniones) y la adaptación a las individualidades (lo que agradezco profundamente a la coordinadora). Cabe destacar que la documentación es esencial para poner en práctica un concepto que en primera instancia es abstracto (desde mi punto de vista), pero que de forma inconsciente la mayor parte del tiempo si se ha incorporado a la práctica. Para sorpresa del grupo de investigadoras, muchos elementos de la Naturaleza de la Ciencia han formado parte de nuestra praxis, aunque no conociéramos el término ni estuviéramos documentadas sobre la necesidad de ser consciente del proceso y hacer conscientes a los estudiantes.

Ya en el curso de Didáctica de la Ciencia de la Especialización, tuve un acercamiento con la puesta en práctica de la Metodología Indagatoria, experiencia que repetí este semestre con el curso de Ciencias Naturales Integradas I con el énfasis de aspectos de Naturaleza de la Ciencia.

La efectividad en la incorporación de dichos aspectos puede ser evaluada de diversas formas, tanto en las metacogniciones entregadas por los estudiantes como por el desarrollo profesional del docente. Para esto último, se realizarán las observaciones, aunque ya es factible que en la autoevaluación se aprecien los errores cometidos. En mi caso particular, o limito las intervenciones por el tiempo de la clase o permito la discusión, pero la clase se toma en promedio 20 minutos más de lo previsto, lo que afecta a los que tienen un curso en la hora siguiente. El objetivo es organizar la clase de forma tal que el docente no ofrezca todas las respuestas, que se induzca a la discusión, al debate, pero sin prolongarlo excesivamente y siempre dando una conclusión que permita hilar lo discutido con el contenido aceptado por la comunidad científica.

Aquí entra en juego el Conocimiento Didáctico del Contenido, el cual consiste primeramente en dominar el contenido (proceso que no tiene fin porque requiere de continua actualización) y conocer las estrategias específicas para impartir un contenido determinado. Por supuesto el abanico de estrategias es muy grande, pero se puede filtrar para adaptarlo al grupo de estudiantes y al objetivo perseguido el cual puede ser la adquisición de conocimientos teórico – prácticos, la formación en estrategias didácticas que contemplen la Naturaleza de la Ciencia o ambos (en el cual me ubico).

Particularmente, considero que el desarrollo profesional que he alcanzado hasta el momento, se basa en: Conocer en qué consiste la Naturaleza de la Ciencia; aprehender la importancia que tiene el ser consciente en todo momento de los elementos utilizados y hacer conscientes a los estudiantes; incorporar a mi práctica elementos como la promoción del debate y la indagación; contextualizar dentro de la Naturaleza de la Ciencia los aspectos que ya utilizaba con anterioridad como la provisionalidad del conocimiento científico y el enfoque CTS. Por lo antes expuesto, la incorporación de la Naturaleza de la Ciencia es beneficioso para el crecimiento personal y profesional tanto de los estudiantes como del docente.

## Diario 1: Reflexión sobre mi praxis pedagógica

Actor (D1)

Soy profesora de Ciencias Naturales en el Instituto Pedagógico de Caracas desde el año 2012. Pertenezco a una cátedra que atiende a estudiantes de Educación Integral y Especial. A mi juicio, creo que he ido mejorando mi práctica a través de los años. Al mirar en retrospectiva concluyo que a medida que pasa el tiempo, los grupos de estudiantes y el contexto cambian de algún modo y eso, me ha ido obligando a hacer ajustes en la programación, planes de formación y evaluación continuamente.

Lo más sorprendente de todo esto es que yo pensaba que hacía las cosas bastante bien pues organizaba mis clases con suficiente antelación y en ellas combinaba gran cantidad de estrategias, actividades y enfoques para la enseñanza de las Ciencias. Los estudiantes por su parte, parecían sentirse agradados. En gran cantidad de ocasiones manifestaron haber quedado muy satisfechos y complacidos con mi estilo para enseñar Ciencias, haber aprendido cosas nuevas de forma interesante y finalmente, al concluir el semestre dedicaban algunas palabras de reconocimiento a la labor.

Sin embargo, más allá de los empalagosos halagos, yo siempre sentía que me faltaba algo más. Apreciaba que después de cerrar un tema o unidad del programa e iniciar el siguiente contenido y formular algunas preguntas relacionadas con lo ya visto, los estudiantes se quedaban en vilo, pensando largo rato para responder. Tenía que guiarlos con pistas, dar pequeños indicios para que trajeran a la memoria de trabajo lo que supuestamente habían aprendido hace poco y eso me hacía pensar... ¿qué he hecho mal? ¿Qué ocurre aquí? Ya que pareciera que lo presentado en clase no se aprende significativamente. En cada semestre, añadía cosas nuevas, con la intención de motivar y generar interés en los estudiantes, y en algunas ocasiones parece haber surtido efecto, aunque no siempre.



Luego, a medida que pasando el tiempo me fue llamando la atención el hecho de que mis exalumnos regresaban a buscar mi asesoría para enseñar contenidos científicos en la escuela. Esto suele ocurrir cuando ellos están haciendo las prácticas docentes o comienzan a ejercer la profesión. Mi sorpresa y decepción se agudizaban porque me sentía frustrada y con la enorme sensación de haber perdido el tiempo y esfuerzo realizado. Me preguntaba ¿cómo es posible que hayan olvidado lo sugerido? O ¿qué no estén en capacidad de tomar decisiones para explicar un contenido con una u otras estrategias sin depender de un supuesto experto?

Desde entonces comencé a preguntarme ¿lo estaré haciendo bien? ¿qué hace falta para mejorar mi praxis? ¿cuáles serán las causas de esta situación problemática que estoy detectando o concientizando hasta ahora? Entonces decidí actualizarme y comencé a hacer lecturas, y surgió el interés por investigar sobre las tendencias actuales para enseñar la ciencia en cualquier nivel educativo y crear un grupo de investigación acción.

Para mi sorpresa me encontré con varios artículos de investigación de didáctica escritos por (Acevedo, Osborne, Shulman, entre otros) en los que se dice que todo profesor de Ciencias debe conocer la materia que enseña y que, para ello, era necesario conocer no sólo el contenido científico de la asignatura a profundidad, sino que además era obligante estar familiarizado con la naturaleza de la ciencia (NDC) que enseña en aula. Aún más impactada quedé cuando concienticé que podemos encontrar a profesores de ciencias con ideas inadecuadas sobre la NDC que contribuyen con el arraigo de ideas estereotipadas sobre la ciencia, o en contraposición, con los que tienen ideas actualizadas sobre la NDC pero que, no se sienten interesados en enseñarla por no ser parte del currículo o los que, si la enseñan, pero de forma implícita.

De inmediato, fui poniendo en revisión mi práctica pues yo creo ser una profesora de Ciencias con ideas adecuadas de NDC, que se dedicaba a dar clase de Ciencias dándole mayor peso al contenido declarativo y hablando

en ocasiones de la NDC, pero no de forma implícita. Este meta conocimiento no era para mí parte de las planificaciones, aunque sí enseñaba algunos aspectos de forma tácita en clase sin manifestar a los estudiantes que estaban aprendiendo sobre la NDC.

Dicen los expertos en enseñanza de la ciencia, que está más que comprobado que los resultados estudiantiles en el área de ciencia tienen mucho que ver con la actuación del docente y el ejercicio de sus deberes en aula y que por ello, era imperante dedicarse a revisar la práctica pedagógica de éstos para saber cómo está estructurada y procurar su mejora a través del desarrollo de un conocimiento pedagógico de contenido (CPC), el cual es hoy día una plausible alternativa para aprender a ser profesores. Así pues, entendí que podemos pasar de ser profesores noveles a expertos a través de un largo proceso de preparación y elevación del grado de conciencia sobre el ejercicio de la labor docente.

Así pues, cuando comenzamos a leer sobre CPC y NDC me fui percatando de otros fallos que explican de algún modo el porqué de la situación problemática que me aquejaba en clase. En este sentido, identifiqué que para mí lo más importante era desarrollar la comprensión conceptual en los estudiantes y, por ende, les ofrecía gran cantidad de información hasta el término de hacerlos sentir atiborrados o saturados. Mi fallo era que ceñía el aprendizaje de la ciencia al simple manejo de contenido y aunque a veces hacía prácticas para familiarizarlos con la metodología científica siempre importaba más lo aprendido conceptualmente, que las habilidades y actitudes desarrolladas.

Incrementar la comprensión de la NDC en los estudiantes no era para mí un objetivo explícito y aunque lo consideraba esencial para la educación científica lo enseñaba de forma aislada e implícita con metodología indagatoria, estrategias de enfoque CTS, resolución de problemas u otras actividades que favorecían la comprensión, pero nunca decía para que servía eso que estaban aprendiendo.

Ahora sé que es necesario articular el contenido científico con su naturaleza e idear las mejores formas para hacer comprensible esa información por medio de una transposición didáctica que se ajuste al contexto y currículo actual. Entendí que no es suficiente con desarrollar un CPC para enseñar NDC si dejas de evaluar formalmente las ideas que los estudiantes construyen al respecto. Esto no lo había valorado e interiorizado pues antes me conformaba con lo que los estudiantes me decían oralmente en clase.

Aunado a ello, no cuestionaba el carácter natural que le atribuimos al fracaso escolar de los estudiantes en el área de ciencia sin entender que, somos corresponsables de eso que ocurre. Por ejemplo: para el investigador Osborne, un profesor que trabaja con un guion de recitación pregunta-respuesta y habla casi todo el tiempo de clase mientras el estudiante escucha, ofrece pocas posibilidades para que los estudiantes argumenten, construyan conocimientos en grupo y los socialicen. En consecuencia, los alumnos se acostumbran a que el profesor pregunte y a la vez responda. Esto me ocurría, yo preguntaba, esperaba un tiempo, pero me desesperaba y daba las respuestas, explicaba los resultados de los laboratorios y dejaba poco espacio para que fueran ellos quienes interpretaran y explicaran sus hallazgos en equipo.

Yo actuaba de forma inconsciente o mecánica como una diseminadora didáctica de contenido y suponía que mucho de lo que estaba diciendo en clase estaba siendo aprendido, pero esto no ocurre de este modo porque entendí que el conocimiento no es una cosa que uno pueda pasarle a otro sujeto y que éste lo toma y adquiere de forma automática. Ahora sé que la cosificación de la materia y sus contenidos, es la gran causal de nuestros problemas y tiene mucho que ver con el desafecto que los jóvenes tienen hacia la ciencia y la forma en que se les enseña.

Reconozco que enseñar ciencia implica razonamiento y argumentación, y para que los estudiantes se acostumbren a argumentar y hablar en clase se

debe crear un clima de confianza donde no se sientan burlados o cuestionados. Yo creía que mis espacios de clase generaban confianza en ellos, pero ahora lo dudo porque por lo general la mayoría está en silencio y son pocos los que participan en clase, por ende, debo mejorar esto y estar más pendiente de los que no hablan e incentivarlos a participar y desarrollar su autoconfianza para que se pueda construir saber en colectivo.

Las lecturas me hicieron comprender que hemos sido víctimas de víctimas, asumiendo por condicionamiento ambiental ideas, actitudes y comportamientos de manera irreflexiva que se han ido convirtiendo en obstáculos epistemológicos para enseñar bien. Durante largos años de escolaridad hemos sido impregnados con estas ideas que resultan difíciles de transformar y que trataré de superar en esta investigación acción con mi grupo.

Después de todo lo leído, reconozco y soy consciente de que ser profesor no es tarea fácil. Nos corresponde saber enseñar bien, detectar conceptos inadecuados de los estudiantes y usarlos como indicadores didácticos de nuestra planificación, tener conocimiento de nuestros estudiantes y sus dificultades de aprendizajes, del currículo y sus metas, de estrategias y diseño de materiales instruccionales, conocimiento sobre evaluación y destrezas investigativas, entre otros. Hay mucho que trabajar, aprender, revisar y mejorar, eso amerita de un largo recorrido y arduo trabajo. Espero poder lograrlo en compañía de los pares y gracias a su retroalimentación de mis compañeras, estudiantes y del trabajo de equipo.

### **A. Demostración de la fase de análisis macro- temática y micro-temática hecha en los protocolos escritos: diarios reflexivos**

Durante esta fase me dediqué a realizar un análisis temático, a nivel macro y micro sobre las narraciones elaboradas por cada una de nosotras sobre nuestra praxis docente. Esto me condujo a un proceso de reducción de información que favoreció la redacción de las transformaciones lingüísticas que aparecen en alguna parte del escrito de la tesis.

Los protocolos que usé para distinguir el nivel de análisis fueron los siguientes: (a) Las frases sentenciosas que captaban el significado más importante en el texto fueron sombreadas con color gris, (b) realicé un análisis micro-temático del texto, generando una aproximación selectiva y detallada línea a línea, en la cual subrayé el conjunto de frases que demostraban el significado esencial de la experiencia, (c) por último, la reflexión e interpretación que hice del material aparece escrita en letras de color azul. En adelante, se presentan algunos fragmentos extraídos de los diarios reflexivos de los diferentes actores (**D1, D2, D3**) en los cuales ejemplifican el tipo de análisis realizado.

## **ANÁLISIS TEMÁTICO**

### **(DEVELANDO LA PRAXIS PEDAGÓGICA)**

“...una experiencia amplia en docencia a nivel Básico y Universitario no constituye razón suficiente para que el educador no se mantenga en constante actualización” (A2). La experiencia laboral del docente no puede interpretarse como garante de desarrollo profesional y, por ende, resulta obligante recurrir a la formación permanente para mantenerse actualizado y enseñar mejor. **(Análisis micro-temático).**

“los contenidos relativos a la Naturaleza de la Ciencia, más que resultar nuevos, generan una serie de conflictos cognitivos, ya que inducen a la necesaria reflexión sobre si la praxis que se ha perfeccionado con el tiempo, es realmente correcta”

(A2). La Naturaleza de la Ciencia es un meta-conocimiento de difícil comprensión, tanto para profesores como para los alumnos de distintos niveles educativos. Los conflictos que genera pudieran estar vinculados con el choque cognitivo que produce en las ideas estereotipadas sobre la ciencia que tienen los individuos y/o con el condicionamiento ambiental al que hemos estado sujetos durante décadas como estudiantes **(Análisis micro-temático)**.

“No se trata de modificar todas las estrategias didácticas de la noche a la mañana cada vez que aparezca una “moda pedagógica”. (A2). La revisión de la práctica sólo es posible si el docente de aula está en capacidad de ir a ella con el currículo como hipótesis para probar, cuáles son los mejores mecanismos para la enseñanza e incorporar las tendencias educativas más apropiadas en cada caso. La moda pedagógica despierta pasiones en su momento, pero también genera resistencias al cambio en los usuarios, lo que hace que se formulen interrogantes al respecto para probar su efectividad **(Análisis micro-temático)**.

“...la necesidad de incorporar muchos elementos en la práctica, como ser consciente de la Naturaleza de la Ciencia que impartía, hacer que los estudiantes fueran conscientes de los elementos de Naturaleza de la Ciencia en clase” (A2). La revisión de la praxis generó un indicio de desarrollo profesional que surge cuando un profesor comprende la importancia de enseñar la NDC de forma explícita y reflexiva. Esto, coadyuvará a que los docentes en formación puedan proyectar en sus aulas ideas actualizadas para la enseñanza de la ciencia bajo la suposición de que el maestro enseña de manera similar a como fue enseñado **(Análisis micro-temático)**.

Para sorpresa del grupo de investigadoras, muchos elementos de la Naturaleza de la Ciencia han formado parte de nuestra praxis, aunque no conociéramos el término ni estuviéramos documentadas sobre la necesidad de ser consciente del proceso y hacer conscientes a los estudiantes **(Análisis macro-temático)**.

“...de forma inconsciente la mayor parte del tiempo si se ha incorporado a la práctica la naturaleza de la ciencia” (A2). El enfoque implícito para la enseñanza de la NDC parece no ser suficiente para generar los movimientos cognitivos en los estudiantes ni mejorar las intenciones pedagógicas de los profesores para la enseñanza de la ciencia **(Análisis micro-temático)**.

*“...Al realizar la lectura de Acevedo y los otros autores, he podido concienciar ciertos aspectos carentes en mi día a día del aula de clase tales como trabajar con aspectos de Naturaleza de Ciencias en una forma implícita”* (A1). **(Análisis macro-temático).**

*“...trabajo algunas de sus características sin explicar a los estudiantes a que aspecto se está haciendo referencia”* La enseñanza de la NDC debe permitir a los estudiantes reflexionar sobre el contenido que se está trabajando en clase y la praxis sólo será efectiva cuando se esté plenamente consciente de esto y se pueda hacer explícito en clase. **(Análisis micro-temático).**

*Sin hacer la conexión entre los aspectos de Naturaleza de ciencias con los diferentes contenidos científicos que se abordan en el desarrollo del programa (sólo lo he realizado con algunos contenidos específicos y no en forma intencionada con todos los contenidos), no se profundiza en la argumentación socializada del porqué estos aspectos son importantes para la comprensión de la ciencia, su funcionamiento y sus limitaciones”* (A1). **(Análisis macro-temático).**

*“...sin hacer la conexión entre los aspectos de Naturaleza de ciencias con los diferentes contenidos científicos que se abordan en el desarrollo del programa no se profundiza en la argumentación socializada”.* Un profesor necesita saber y saber hacer ciertas cosas, una de ellas es conocer la materia a enseñar a profundidad, así como la naturaleza de la ciencia que enseña. Articular la NDC con el contenido científico del programa es una habilidad que se adquiere con el desarrollo progresivo del conocimiento pedagógico del contenido y de ideas adecuadas sobre la NDC. **(Análisis micro-temático).**

*El docente no tiene la suficiente paciencia para esperar a que los estudiantes analicen y ante el silencio generalizado la tendencia es dar la respuesta uno mismo, dando por sentado que la información suministrada por parte del docente, es suficiente para la comprensión del contenido trabajado* (A1). **(Análisis macro-temático).**

*“...ante el silencio generalizado la tendencia es dar la respuesta uno mismo, dando por sentado que la información suministrada es suficiente para la comprensión del contenido”.* Cuando el profesor pregunta y a la vez responde emplea un modelo de recitación pregunta-respuesta en el que se dedica a evaluar lo correcto o incorrecta que puede resultar ser ésta, limitando la posibilidad de que el estudiante se pregunte por sí solo y busque la respuesta o al menos lo intente. El discurso monológico de aula es

cuestionable desde el punto de vista académico pues reduce las posibilidades para aprender la ciencia y su naturaleza de forma socializada **(Análisis micro-temático)**.

*No puedo pasar por alto la manera como fuimos formados (los modelos que han quedado grabados en nuestra memoria) en ese sentido la dinámica del aula con los estudiantes, la tendencia del docente es volver en forma no consciente y sutil a las practicas dónde podemos sentirnos seguros y confiados, descubriendo en ocasiones la tendencia a dirigir las actividades que realizan los estudiantes en aula sin proporcionar suficiente libertad para que se desenvuelvan en forma original y creativa (A1). **(Análisis macro-temático)**.*

“...no puedo pasar por alto la manera como fuimos formados (los modelos que han quedado grabados en nuestra memoria)” El condicionamiento ambiental que hemos vivido durante décadas ha ocasionado que los profesores en servicio asumamos de manera irreflexiva algunas ideas, creencias, comportamientos y actitudes sobre la enseñanza. Este pensamiento espontáneo sobre lo que es enseñar, ha sido el fruto de una impregnación ambiental que es difícil de transformar”. **(Análisis micro-temático)**.

*A mi juicio, creo que he ido mejorando mi práctica a través de los años. Al mirar en retrospectiva concluyo que a medida que pasa el tiempo, los grupos de estudiantes y el contexto cambian de algún modo y eso, me ha ido obligando a hacer ajustes en la programación, planes de formación y evaluación continuamente (A3). **(Análisis macro-temático)***

“...Al mirar en retrospectiva concluyo que a medida que pasa el tiempo, los grupos de estudiantes y el contexto cambian de algún modo” La permanente actualización del mundo científico y tecnológico y su influencia en el medio y sociedad, hacen que el estudiantado demande nuevos procesos de formación que los preparen para asumir los retos del momento. Es obligante que la praxis se mantenga actualizada, se realicen ajustes permanentes y el docente responda a las inquietudes del momento, abandonando los viejos esquemas de enseñanza y aprendizaje de forma progresiva. **(Análisis micro-temático)**.

*Más allá de los empalagosos halagos, yo siempre sentía que me faltaba algo más. Apreciaba que después de cerrar un tema o unidad del programa e iniciar el siguiente contenido y formular algunas preguntas relacionadas con lo ya visto, los estudiantes se quedaban en vilo, pensando largo rato para responder. Tenía que guiarlos con pistas, dar pequeños indicios para que trajeran a la memoria de trabajo lo que supuestamente habían aprendido hace poco y eso me hacía pensar... ¿qué he hecho mal? ¿Qué ocurre aquí?*



Ya que pareciera que lo presentado en clase no se aprende significativamente (A3). **(Análisis macro-temático).**

“...más allá de los empalagosos halagos, yo siempre sentía que me faltaba algo más”. La sensación de insatisfacción o frustración del docente viene asociada a la perspicacia que éste desarrolla para detectar cuando algo parece no haberse logrado por completo. En ocasiones, los halagos hacen que el docente se sienta que su clase fue un éxito, pero luego la experiencia le demuestra que no todo lo que hace en aula es totalmente efectivo, porque se trata de un proceso complejo de interacción con los otros, quienes se encargaran de dar significado y utilidad a lo que se les presenta en aula **(Análisis micro-temático).**

“¿Qué he hecho mal? ¿Qué ocurre aquí? Ya que pareciera que lo presentado en clase no se aprende significativamente” Dudar sobre la praxis y su efectividad es una conducta plausible porque nos obliga a revisar a diario lo que hemos hecho y reflexionar en la medida en que ejercemos la profesión; para determinar ¿cuáles son los fallos que se presentan? y ¿qué se puede hacer para mejorar? Sólo de esta manera el docente investiga a la vez que enseña y, en consecuencia, genera saber pedagógico y desarrollo profesional **(Análisis micro-temático)**

Todo profesor de Ciencias debe conocer la materia que enseña por lo que es necesario conocer no sólo el contenido científico de la asignatura a profundidad, sino que además es obligante estar familiarizado con la naturaleza de esa ciencia que enseña” (A3) **(Análisis macro-temático).**

“... fui poniendo en revisión mi práctica pues yo creo ser una profesora de Ciencias con ideas adecuadas de NDC pero que se dedicaba a dar clase de Ciencias dándole mayor peso al contenido declarativo y hablando en ocasiones de la NDC, pero no de forma implícita”. Un profesor de ciencias puede tener ideas actualizadas sobre la NDC, pero esto no garantiza que vaya a enseñar mejor. La automaticidad con la que se suele dar clase hace que, en ocasiones el docente olvide que, este contenido es difícil de aprender si se aborda de forma implícita, ya que de este modo el estudiante tiene pocas oportunidades para reflexionar y, en consecuencia, no valora la utilidad que pudiera llegar a tener este conocimiento en su vida cotidiana **(Análisis micro-temático).**

Me fui percatando de otros fallos que explican de algún modo el porqué de la situación problemática que me aquejaba en clase. Identifiqué que para mí lo más importante era desarrollar la comprensión conceptual en los estudiantes y, por ende, les ofrecía gran cantidad de información hasta el término de hacerlos sentir atiborrados o saturados. Mi fallo era que ceñía el aprendizaje de la ciencia al simple manejo de contenido y aunque a veces

*hacía prácticas para familiarizarlos con la metodología científica siempre importaba más lo aprendido conceptualmente, que las habilidades y actitudes desarrolladas (A3). (Análisis macro-temático).*

“...Mi fallo era que ceñía el aprendizaje de la ciencia al simple manejo de contenido” Cuando la praxis pedagógica se circunscribe al simple abordaje de contenido declarativo resulta ser ineficaz porque descuida los procedimientos, habilidades, destrezas y actitudes de interés para el desarrollo de las competencias de los individuos, los cuales deben ser educados con intenciones formativas más que propedéuticas, en procura de la alfabetización científica de la ciudadanía. (Análisis micro-temático).

“...les ofrecía gran cantidad de información hasta el término de hacerlos sentir atiborrados o saturados”. No es suficiente con presentar grandes cantidades de información en clase si no se demuestra, cuál es la naturaleza de ese conocimiento que se estudia en aula. El estudiante que se enfrenta a gran cantidad de información científica parece recorrer el panorama en vilo y muchas veces la comprensión se le dificulta porque sus ideas previas son contrastadas sólo a través de discusiones teóricas y se desdeña la posibilidad de probar en la empírea las ideas preexistentes. En consecuencia, se siente atiborrado tratando de pescar datos, conceptos e ideas que le permitan aprobar las pruebas y asignaciones (Análisis micro-temático).

*Incrementar la comprensión de la NDC en los estudiantes no era para mí un objetivo explícito y aunque lo consideraba esencial para la educación científica lo enseñaba de forma aislada e implícita con metodología indagatoria, estrategias de enfoque CTS, resolución de problemas u otras actividades que favorecían la comprensión, pero nunca decía para que servía eso que estaban aprendiendo (A3). (Análisis macro-temático).*

“...Incrementar la comprensión de la NDC en los estudiantes no era para mí un objetivo explícito y aunque lo consideraba esencial para la educación científica lo enseñaba de forma aislada e implícita” El conocimiento pedagógico de contenido para enseñar NDC no está presente en la praxis pedagógica inicial, pues un enfoque implícito resulta inapropiado para coadyuvar con la educación científica de la ciudadanía (Análisis micro-temático).

*“Entendí que no es suficiente con desarrollar un CPC para enseñar NDC si dejo de evaluar formalmente las ideas que los estudiantes construyen al respecto. Esto no lo había valorado e interiorizado pues antes me conformaba con lo que los estudiantes me decían oralmente en clase. (A3) (Análisis macro-temático).*

“...esto no lo había valorado e interiorizado pues antes me conformaba con lo que los estudiantes me decían oralmente en clase” La praxis pedagógica que se fundamenta en enseñar de forma implícita la NDC y se conforma con evaluar las ideas construidas al respecto de forma oral se queda corta, pues de este modo es más difícil determinar la evolución de las ideas de los estudiantes debido a que no todos hablan para manifestarse al respecto por distintas razones y de esta forma, es complejo medir la efectividad de la intervención pedagógica **(Análisis micro-temático)**.

No cuestionaba el carácter natural que le atribuimos al fracaso escolar de los estudiantes en el área de ciencia sin entender que, somos corresponsables de eso que ocurre”. (A3). **(Análisis macro-temático)**.

“...sin entender que, somos corresponsables de eso que ocurre” El fracaso escolar en las áreas científicas es muy común y tiene mucho que ver con la forma en la que el profesor enseña la ciencia. La didáctica de la ciencia tradicional es fuertemente cuestionada en la actualidad, pero aún está muy arraigada en las aulas de clase. Tanto es así, que por impregnación ambiental suponemos que es normal el alto porcentaje de fracaso y bajo rendimiento estudiantil en las áreas científicas y parece ser que adosamos toda la responsabilidad a la supuesta minusvalía intelectual que padece el estudiante **(Análisis micro-temático)**.

Un profesor que trabaja con un guion de recitación pregunta-respuesta y habla casi todo el tiempo de clase mientras el estudiante escucha, ofrece pocas posibilidades para que los estudiantes argumenten, construyan conocimientos en grupo y los socialicen. En consecuencia, los alumnos se acostumbren a que el profesor pregunte y a la vez responda. Esto me ocurría, yo preguntaba, esperaba un tiempo, pero me desesperaba y daba las respuestas, explicaba los resultados de los laboratorios y dejaba poco espacio para que fueran ellos quienes interpretaran y explicaran sus hallazgos en equipo (A3). **(Análisis macro-temático)**.

“...Esto me ocurría, yo preguntaba y esperaba un tiempo, pero me desesperaba y daba las respuestas” Cuando un profesor pregunta, da poco tiempo para pensar y responder y luego; contesta él, ofrece pocas posibilidades para que el estudiante elabore una respuesta concreta y argumente en favor o contra del planteamiento. **(Análisis micro-temático)**

“...dejaba poco espacio para que fueran ellos quienes interpretaran y explicaran sus hallazgos en equipo” Argumentar en clase es necesario porque permite que el estudiante desarrolle la capacidad de pensar científicamente acerca de los problemas cotidianos e informes científicos, además de ser una herramienta valiosa para demostrar las afirmaciones de conocimiento de los estudiantes. **(Análisis micro-temático)**.

*Yo actuaba de forma inconsciente o mecánica como una diseminadora didáctica de contenido y suponía que mucho de lo que estaba diciendo en clase estaba siendo aprendido, pero esto no ocurre de este modo porque entendí que el conocimiento no es una cosa que uno pueda pasarle a otro sujeto y que éste lo toma y adquiere de forma automática (A3). (Análisis macro-temático).*

“...Yo actuaba de forma inconsciente o mecánica como una diseminadora didáctica de contenido” Las creencias del profesorado influyen en su actitud en el momento de dar clase, ésta tiene mucho que ver con las intenciones y acciones que pone en práctica. Creer que mientras más se habla más se enseña, es algo que está tan arraigado en las estructuras mentales del sujeto que enseña que se traduce en un comportamiento automatizado e inconsciente que opera insistentemente (Análisis micro-temático).

“...entendí que el conocimiento no es una cosa que uno pueda pasarle a otro sujeto” La cosificación del conocimiento es uno de los principales problemas de la enseñanza, suponer que lo que enseñamos se transfiere de una persona a otra como por acto de magia, es una utopía tremenda. (Análisis micro-temático).

*Yo creía que mis espacios de clase generaban confianza en ellos, pero ahora lo dudo porque por lo general la mayoría está en silencio y son pocos los que participan en clase, por ende, debo mejorar esto y estar más pendiente de los que no hablan e incentivarlos a participar y desarrollar su autoconfianza para que se pueda construir saber en colectivo (A3). (Análisis macro-temático).*

“...Yo creía que mis espacios de clase generaban confianza en ellos, pero ahora lo dudo porque por lo general la mayoría está en silencio” Para que un estudiante se sienta en confianza para participar y construir saberes en colectivo, es necesario que el profesor cree un clima de confianza, respeto y trabajo en equipo. Lograrlo amerita de suspicacia y empeño para detectar los eventos que desajustan a un estudiante cuando se le corrige en público o privado, o cuando se niega a responder ante una audiencia. Si no existe un clima de confianza, difícilmente se favorecerá un espacio de argumentación científica en la clase. (Análisis micro-temático).

“Después de todo lo leído, reconozco y soy consciente de que ser profesor no es tarea fácil” Heidegger decía que lo más difícil es enseñar a otra persona. Llegar a este nivel de conciencia y reflexividad es plausible. Es sinónimo de apertura para construir el camino hacia el desarrollo profesional anhelado y pasar de ser maestro novel a experto. (Análisis micro-temático).

## CURRICULUM VITAE

Profa. **Marvis Martínez Bruce**. Profesora adscrita al Departamento de Biología y Química de la UPEL-IPC, Jefe de la Cátedra de Ciencias Naturales. Coordinadora de la Maestría en Educación mención Enseñanza de la Biología. Coordinadora Departamental de Asesoría Académica. Docente a nivel de pregrado en las especialidades de Educación Integral, Educación Especial y Biología y en posgrado, en la Especialización en Procesos Didácticos para la Educación Básica y la Maestría en Educación mención Enseñanza de la Biología. Licenciada en Educación, con área de concentración en Ciencias Naturales UNESR. Magíster en Educación, mención Enseñanza de la Biología UPEL-IPC. Investigadora consolidada del CICNAT en la línea Naturaleza de la Ciencia, Enseñanza de las Ciencias Naturales y del Programa para el Estímulo a la Invención e Innovación del Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, con categoría A2. Autora de artículos de investigación en el área de la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias. Tutora de Trabajos de Grado de estudiantes el de posgrado.

Correo electrónico:

[marvisbruce@hotmail.es](mailto:marvisbruce@hotmail.es)

[marvisbruce@gmail.com](mailto:marvisbruce@gmail.com)

