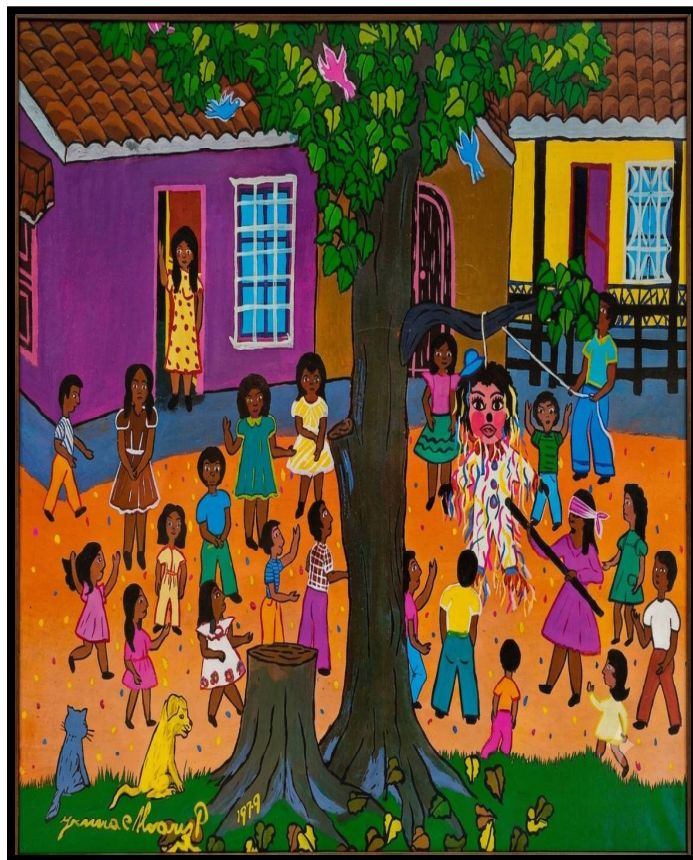


EDUCACIÓN



Piñata en el Barrio

Juana Alvarez P. S/F

Fuente: Pintores Ingenuos Venezolanos
Almanaque de la PHILIPS. 1984

LA INVESTIGACIÓN EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES. UNA PERSPECTIVA DESDE LA TEORÍA FUNDAMENTADA

Gladys Gutiérrez*

Elsy Urdaneta**

Flor Delgado***

RESUMEN

Este trabajo, aborda la enseñanza de las ciencias naturales como un proceso que surge del desarrollo de ellas, en la búsqueda de los hacedores de la ciencia en alternativas para enseñarla. Se trata la investigación en enseñanza de la ciencia desde un enfoque hermenéutico para la investigación cualitativa. Se describe la Teoría Fundamentada (TF) y se justifica como propuesta metodológica para estudiar una realidad que se asocia a los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales. Igualmente se presenta el Atlas Ti como soporte técnico que facilita la caracterización de esa realidad, para que a par-

*Profesora Titular. Docente e Investigadora del Departamento de Física y Matemáticas de la Universidad de los Andes, Venezuela. E_mail: gladysg37@gmail.com. **ORCID** 0000-0002-0886-2698.

Docente e Investigadora Jubilada del Departamento de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de los Andes, Venezuela. Miembro activo del Centro de Investigación en Ciencia, su Enseñanza y Filosofía (CRINCEF) de la ULA-NURR. Doctora en Metodología de las Ciencias del Comportamiento. E_mail: elsy.urdaneta.d@gmail.com. **ORCID 0000-0003-0234-7457

***Docente e investigadora del Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad de los Andes, Trujillo, Venezuela. Miembro activo del Instituto Experimental de Investigaciones Humanística, Económica y Social (IEXIHES) ULA-NURR. Magister en Planificación. Doctora en Ciencias Humanas. E_mail: flordelba@yahoo.es. **ORCID** 0009-0004-6696-1813

Recibido: 21/01/2025

Aprobado: 18/04/2025

tir de códigos y categorías que la explican guíen al investigador a una construcción teórica fundada en los datos recopilados. Para ello se presenta un ejemplo práctico de lo que ya se ha hurgado al estudiar el cómo mejorar la enseñanza en una parte de la física moderna.

Palabras Clave: *enseñanza de las ciencias naturales, investigación en enseñanza de las ciencias, teoría fundamentada, atlas ti.*

RESEARCH IN NATURAL SCIENCE TEACHING. A PERSPECTIVE FROM GROUNDED THEORY

ABSTRACT

This work, as an essay, addresses the teaching of natural sciences as a process that arises from their development, in the search of science makers for alternatives to teach it. Research in science education is discussed from a hermeneutic approach to qualitative research. Grounded Theory (TF) is described and justified as a methodological proposal to study a reality that is associated with the teaching-learning processes of natural sciences. Likewise, the Atlas Ti is presented as technical support that facilitates the characterization of this reality, so that, based on codes and categories that explain it, they guide the researcher to a theoretical construction based on the data collected. To do this, a practical example of what has already been delved into when studying how to improve teaching in a part of modern physics is presented.

Key words: *natural science teaching, research in science teaching, grounded theory, atlas ti.*

INTRODUCCIÓN

Toda propuesta de acción pedagógica en el compromiso de una educación que trascienda a la enseñanza como un proceso social transmite conocimientos y habilidades, y procura relacionar todas las actividades del ser humano, para así formar valores, actitudes, acciones y prácticas. Por ello, bosquejar cuáles deben ser los conocimientos básicos, cuáles contenidos son fundamentales en cada nivel, qué herramien-

tas utilizar, cómo combinar los distintos enfoques de la enseñanza para hacerla más efectiva, cómo lograr una formación adaptada a las necesidades del mercado de trabajo y orientada en la solución de los grandes problemas del país como propósito sugiere la revisión permanente de políticas educativas y obliga a los docentes universitarios al estudio acerca de sus problemas asociados.

La enseñanza de las ciencias naturales básicas se ocupa de las concepciones acerca de lo que se enseña, de cómo se enseña, de cómo aprende aquel que enseña, de los problemas que se generan en esas interacciones y conduce a plantear alternativas y búsquedas, es decir, ahondar en su didáctica (Gallego y Gallego, 2006). Es la didáctica la que resume como disciplina el estudio sobre la eficacia de las reglas que guían los procesos de enseñanza.

La enseñanza en cualquier referencia exige un ser que enseña y un sujeto a quien se enseña, se realiza mediante signos que ponen en comunicación al docente y al discente con el objeto de enseñar, requiere un objeto enseñable o situación concreta; entonces, la enseñanza exige un correlativo, el aprendizaje ganado en un clima de libertad. La instrucción es una visión tecnológica como actividad-proceso y como actividad-producto, entendida como un proceso de síntesis que de acuerdo a los valores educativos proporciona formación intelectual (Sevillano, 2005). Así, la didáctica es la ciencia de enseñar y aprender (Kron, 2000), es la ciencia de la enseñanza, es la teoría de los contenidos formativos, es la teoría de los procesos de aprendizaje y finalmente se entiende como las teorías psicológicas de la enseñanza –aprendizaje. En el devenir del tiempo, diversos enfoques y tendencias suponen sustentos en la psicología del aprendizaje y demás teorías que en situaciones reales buscan responder a la problemática que surge de todas las variables que intervienen en el hecho educativo, la institución escolar y demás elementos de los procesos de enseñar y aprender.

La didáctica de las ciencias naturales, llamada didáctica de la ciencia, responde a los científicos interesados en enseñar su ciencia. Así, se aleja de la didáctica tradicional y se nutre de la psicología y el currículo para configurar una didáctica especial, que no se inscribe en el ámbito de las disciplinas pedagógicas, sino que, a partir de su

conformación como disciplina científica, está presente en la formación del profesorado de ciencias y se ha constituido a partir de las propias ciencias naturales, enriqueciéndose con aportes epistemológicos y psicológicos más que pedagógicos, lo que la hace una disciplina con carácter propio, dotada de una perspectiva teórica autónoma que no sólo forma un conjunto de saberes o un modelo teórico externo, sino que aborda sistemática y científicamente la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales (Aduriz-Bravo e Izquierdo, 2002). Ella precisa de la convicción de que “el conocimiento es una construcción colectiva que se compromete con ese propósito en un campo específico, por el respeto a las ideas y con la convicción que la educación en ciencias es crucial para las nuevas generaciones del mundo” (Gallego y Gallego, 2006, pp. 185).

Es la investigación universitaria el espacio adecuado para formular diagnósticos, premisas de actuación acerca del cómo, el cuándo, el por qué y el para qué de los procesos de enseñanza y aprendizaje, de la práctica educativa, de la integración de los conocimientos y los valores, utilizando el método científico y contribuyendo a la solución de los problemas más graves de la educación para construir un futuro mejor. Ello supone, acercarse hacia las concepciones y prácticas científicas, sus aproximaciones epistemológicas, la enseñabilidad de esos campos del saber, la investigación que se da y los problemas conceptuales y metodológicos, los objetos de trabajo en el aula, la formación inicial y continua de profesores de ciencias, además de los recursos, métodos y estrategias para transmitir el conocimiento.

Investigar en enseñanza de la ciencia, es entonces abordar lo conceptual, lo metodológico, lo actitudinal y lo axiológico procurando un conjunto de explicaciones y descripciones de lo que sucede en el colectivo aula a lo largo de todo el proceso. De allí que el campo de conocimiento y de investigación examina aquello que los estudiantes ya saben, la evaluación didáctica y pedagógica, la formación de profesores de ciencias, las concepciones de los docentes de ciencias, la confiabilidad de los textos de enseñanza, las relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, y el cómo presentar el trabajo en el aula. Es hurgar en la realidad para plantearse búsquedas que propendan a cambios, es

revisar la formación inicial de docentes en ciencias naturales motivados a enseñar, buscando apropiarlos de las formas de pensamiento científico e integrándolos a una perspectiva cultural que propenda a valores, que supere las actuaciones de una enseñanza rutinaria y memorística; convencidos de que, es en las aulas de clase donde pueden iniciarse cambios sustanciales para ver y hacer ciencia.

Se presenta en este trabajo una forma de investigar en enseñanza de las ciencias de la naturaleza, interpretando que el proceso de producción de conocimientos es inherente a un proceso de investigación del cual es parte integral, de modo que plantearse la construcción de nuevas propuestas para abordar el aprendizaje de una parte del conocimiento científico es reconocer las condiciones de una realidad, de acuerdo a las condiciones existentes para incidir en procesos de transformación de conocimientos. Se reconoce que el conocimiento científico avanza mediante sucesivas rectificaciones de las teorías precedentes, lo que implica que no existe una verdad primera, sino que hay primeros errores que demuestran que para avanzar es necesario equivocarse (Bachelard, 1997), ello ratifica que el vigor científico es fundamentalmente una rectificación del saber, una ampliación de los esquemas del conocimiento. Entonces enseñar ciencia es promover su imagen dinámica y profundizar en la comprensión de que ella avanza logrando provecho de la revisión de ella misma, así, la interpretación de resultados de esa actividad debe resultar en una interacción, variada y compleja entre las influencias mutuas de su aprendizaje.

Se presenta en este artículo la teoría fundamentada como enfoque para abordar una investigación en enseñanza de la ciencia, como aporte a una didáctica que se construye en el hacer, para formular nuevos caminos para contrastar la teoría con los estudios realizados en el aula, esto es pues un soporte técnico y metodológico en procura de productos investigativos confiables.

REFERENCIAS PRELIMINARES, LA TEORÍA FUNDAMENTADA, UN CAMINO.

La Teoría Fundamentada (TF) fue desarrollada a partir de 1967 por Barney Glaser y Anslem Strauss, sociólogos y profesores en la es-

cuela de enfermería de la Universidad de California en San Francisco, Estados Unidos y presentada en el libro *The Discovery Of Grounded Theory*; estuvo particularmente orientada a trabajos en sociología médica con el propósito de descubrir o generar modelos explicativos sobre un fenómeno social, basados en el análisis sistemático y la interpretación de los datos recogidos en una realidad a que se refiere ese fenómeno. Más adelante, Anslem Strauss y Juliet Corbin, en 1990, editan las “Bases de la Investigación Cualitativa” conservando las partes fundamentales del método de la TF, pero proporcionando técnicas y guías para nuevos investigadores en este enfoque.

La TF explica como la teoría se construye a partir de la interpretación de acciones, interacciones y procesos sociales que acontecen entre las personas. Es la teoría que emerge de los datos, que toma muy en serio las palabras y acciones de las personas y que en tanto metodología está abierta a la visión del investigador y a la construcción, deconstrucción y reconstrucción del hecho investigativo. Aquí los informantes son quienes viven la experiencia estudiada, ellos tienen su propia visión de lo vivido y de acuerdo a como ellos conciben esa realidad van proporcionando las categorías de la investigación, mediante la comparación constante entre ellas. Con estas categorías se establecen pautas que las relacionan y así va emergiendo una teoría que explica la realidad.

En el método de la TF lo básico es la fundamentación de los conceptos en los datos (Strauss y Corbin, 1990), buscando la creatividad y la innovación que exigen estar abierto a todas las posibilidades, generar una lista de opciones, escoger una posibilidad de la lista de todas ellas, utilizar distintas formas de expresión, utilizar formas no lineales de pensamiento yendo hacia adelante y regresando hasta encontrar una nueva perspectiva, sin tomar atajos y confiando en el proceso. Entonces, los procedimientos para organizar y reducir los datos para su interpretación y organización exigen conceptualizar, luego se precisa elaborar categorías a partir de sus propiedades y dimensiones y, en tercer lugar, relacionarlos mediante oraciones proposicionales, a este proceso se le conoce como codificación.

Los procesos de codificación permiten construir teoría más que comprobarla, es una herramienta útil para manejar gran cantidad de

información, ayuda a considerar significados alternativos de los fenómenos identificando y desarrollando relaciones entre conceptos, combinando la organización sistemática de los datos y la creatividad del investigador. Ellos exigen de un análisis detallado, línea por línea, para generar las categorías iniciales y sugerir las relaciones entre ellas. Esta técnica permite examinar e interpretar datos de entrevistas, notas de campo, videos, periódicos, memorandos, manuales, catálogos, materiales pictóricos o escritos. de tal modo que al separar los datos se trabaja con palabras, frases, oraciones, párrafos o segmentos de un material. Significa esto que para el análisis se distingue con claridad primeramente los datos, luego las interpretaciones de los observadores y los actores y finalmente la interacción entre los datos y el investigador, el que, al reaccionar de manera activa, idea categorías y sondea relaciones entre ellas.

La TF establece instrucciones y herramientas que definen los caminos a seguir en la recogida de la información, además del análisis y tratamiento de los datos para construir proposiciones teóricas acerca del problema investigado. Así, en el análisis de los datos se distinguen tres tipos de codificación, a saber: (1) Codificación abierta, como el proceso por medio del cual se identifican los conceptos y se descubren en los datos sus propiedades y dimensiones cuyo significado define las teorías; (2) Codificación axial, al relacionar categorías y subcategorías alrededor de un eje, enlazándolas de acuerdo a sus propiedades y dimensiones; (3) Codificación selectiva, es el proceso de seleccionar, integrar y refinar la teoría mediante la construcción de categorías o construcciones nuevas en el análisis.

Además, la TF establece el muestreo teórico como el proceso de recolección de datos guiado por los conceptos derivados de la teoría que se está construyendo y basado en el concepto de “hacer comparaciones”, acudiendo a lugares, personas o acontecimientos que maximicen las oportunidades de descubrir variaciones entre los conceptos y que hagan más densas las categorías en términos de sus propiedades y dimensiones (Strauss y Corbin, 1990). Este no es un proceso asociado a los informantes propiamente, es el proceso de identificar, desarrollar y relacionar conceptos que evolucionan durante el proceso al emerger del análisis y se revelan acertados para la teoría que espera construirse;

estos lo son porque se repiten suficientemente o porque no aparecen o porque actúan como condicionantes para una teoría específica. Así, de la comparación de eventos y la variabilidad de propiedades y dimensiones surge una categoría, de modo que se va construyendo un referencial teórico en la medida en que se da esa variación, buscando similitudes y diferencias.

Es con la TF en donde los datos comienzan a formar parte de la muestra, orientando a quien investiga a visiones que suponen mayor utilidad teórica, por tanto, puede decirse que no son las personas quienes hacen la muestra, sino los datos que ellas aportan, porque representan situaciones, problemas o fenómenos que quien investiga espera en la interacción explicar o proponer a partir de ellas. En el muestreo teórico la codificación abierta implica descubrir, nombrar y codificar los fenómenos, eventos o situaciones según sus propiedades y dimensiones, manteniendo este proceso a toda persona, lugar o situación que ofrece mayor posibilidad para el descubrimiento de acuerdo al estudio a realizar; es un muestreo abierto que exige la destreza de exploración para dar inicio a la construcción de categorías, esperando que la sensibilidad del investigador le permita escoger lo que considere más acertado de acuerdo a las variaciones naturales de la situación estudiada y reconociendo lo que es importante, lo que es nuevo, lo que es diferente, o reorganizando los datos alrededor de conceptos teóricamente pertinentes estableciendo sus significados.

Algunos elementos que se consideran son los siguientes: (1) El muestreo teórico es acumulativo porque suma al análisis, a la recolección de datos y los aumenta en la medida en que aparecen categorías que esperan fortalecerse; además debe realizarse cuidadosamente, secuencialmente, sin dejar nada al azar, de modo de garantizar el enfoque de la investigación; (2) La comparación entre propiedades, dimensiones y condiciones debe sistematizarse para aprovecharla al máximo; (3) Deben considerarse los tipos de datos que se toman de acuerdo al potencial como información en un tiempo prudencial para cada área de estudio. Entonces se responde al propósito de los procedimientos de codificación y a la sensibilidad desarrollada hacia los conceptos que van emergiendo, de manera que el investigador reconocerá qué conceptos busca y cuáles son sus indicadores, esto lo hará volver a los datos

cuantas veces así lo considere, pero también lo enfocará en su propósito de investigación.

En el desarrollo del proceso de codificación abierta, al buscar las variaciones significativas, tendrán que relacionarse conceptos o cualidades confluyendo en la codificación axial para hallar las relaciones en códigos de acuerdo con las posibilidades y dimensiones que se estudiarán, así, la codificación axial determina el muestreo teórico. Asimismo, cada vez que se integran categorías según sus dimensiones, buscando conformar una teoría o validarla, la comparación y validación en el análisis y muestreo teórico conducen a aseveraciones, proposiciones o conceptos que reúnen los requisitos intuitivos por el investigador para conformar categorías y la teoría que resulta de ese proceso de construcción y reconstrucción en el muestreo teórico. Cuando todas las categorías estén saturadas porque no hay datos nuevos que hagan emerger una nueva categoría o porque las categorías que ya existen expresan sus propiedades, dimensiones, relaciones y variaciones, se dice que se ha alcanzado la saturación teórica, lo que indica el momento de construcción de la teoría que explica, describe y significa el fenómeno, situación o evento estudiado.

La Herramienta, el Atlas Ti, apurando la Teoría Fundamentada

El prototipo Atlas Ti es una herramienta informática, es una base de datos conceptual, para facilitar el análisis cualitativo de grandes volúmenes de datos ayudando al intérprete humano a agilizar las actividades implicadas en este tipo de análisis mediante las anotaciones, los comentarios y la codificación, es decir, todas las actividades que si no se dispone del programa se desarrollarían con papel, lápiz, colores, fichas, demandando mayor cantidad de tiempo y de esfuerzo (Muñoz, 2001).

El Atlas Ti, en procura de interpretar los datos para el muestreo teórico que conduce a la construcción, deconstrucción y reconstrucción de teoría, garantiza el registro de la evolución de la teoría que se construye (Corbin y Strauss, 2004); además su capacidad para el ordenamiento, estructuración, recuperación y visualización a lo largo de todo el proceso le confiere fortaleza como herramienta fundamental

para construir teoría a partir de datos cualitativos, resultando ser, este software, un recurso metodológico en la investigación de la enseñanza de las ciencias naturales.

Es necesario puntualizar que el uso del Atlas Ti no garantiza el análisis de la información que en tanto datos se presentan en una investigación que utilice como referente metodológico la TF, se hace necesario la formación en el tema tratado, la experiencia práctica, la creatividad e innovación de ideas en quien investiga.

LA ACCIÓN, LA TEORÍA FUNDAMENTADA Y EL ATLAS TI, UN MODO DE HACER.

La TF ayudándose con el Atlas Ti constituye un aporte en la búsqueda de modos de abordar la investigación en la enseñanza de las ciencias naturales y particularmente en cómo se abordan problemas didácticos propios de estas ciencias para interpretar acciones e interacciones, entre personas que participan en un determinado proceso para la construcción de proposiciones como teoría que lo explica e ilustra.

El Atlas Ti en tanto herramienta tecnológica para utilizar la TF, permite evidenciar todo el proceso en la creación de proposiciones, frases u oraciones que enuncian ideas, conceptos y afirmaciones como resultado de conocimiento construido acerca de una situación de interés que se investiga. En ese proceso a partir de un conjunto de datos incorporados al software, en tanto unidad hermenéutica, en forma de documentos, se revisa la información, leyendo línea por línea y asignando a lo que parece de interés a la investigación códigos que se asocian a explicaciones acerca de elementos que lo describen; así se procurará interpretar los datos para el muestreo teórico. Los que viven la experiencia estudiada van proporcionando información que se convierte en códigos, para luego, mediante la interpretación intersubjetiva del investigador resulten en categorías, las que al contrastar y relacionar permiten que surja una teoría en forma de proposiciones y oraciones, que explica esa realidad. Ello explica que la muestra no son las personas entrevistadas, son los datos que resultan de ellos; y el atlas ti es un instrumento para el procesamiento de datos que simplifica el análisis cualitativo de grandes volúmenes de datos ayudando a aligerar las actividades.

En un ejercicio práctico para generar una propuesta teórica y práctica que fomente el aprendizaje significativo crítico y el dominio progresivo de los conceptos fundamentales de la física relativista en estudiantes de Educación mención Física, de modo que la formación inicial de profesores de física cuente con herramientas pedagógicas que complementen la práctica educativa y puedan enfrentar posteriormente los problemas en el aula procurando resultados óptimos, se hizo necesario, describir las creencias que profesores y estudiantes de las escuelas de formación docente tienen acerca del aprendizaje de la física en el campo conceptual mecánica relativista (Gutiérrez y Urdaneta, 2024).

Las creencias son todas las ideas que un individuo tiene en su mente, que supone verdaderas y en relación a lo cual actúa. En algún sentido son opiniones, criterios, símbolos o doctrinas para cualquier persona; así, las creencias son representaciones que un individuo o grupo tienen acerca de lo que debe opinar o realizar y que define sus maneras de hacer las cosas, sus objetivos y sus procedimientos; entonces es el bagaje cultural que se tiene como referencia y que determina percepciones, valores e interacciones que favorecen o no una acción determinada (Jodelet, 1986 en Mazitelli y Aparicio, 2009).

Los profesores vivieron la experiencia de aprender y enseñar física relativista, ellos tienen su propia visión de lo vivido y de acuerdo a como ellos conciben esa realidad, acerca de los procesos de evolución de la física clásica a la física relativista, ellos con sus respuestas fueron proporcionando y descubriendo explicaciones, nociones, conceptos y relaciones que, en tanto regularidades, características y propiedades afines, condujeron a códigos que van conformando los datos, en ese proceso de muestreo teórico. Ello permitió desarrollar proposiciones teóricas acerca de la evolución de la física, desde una física clásica a una física relativista y de cómo se enseña y se aprende. Se buscó identificar, desarrollar y relacionar conceptos que evolucionan a través del análisis, utilizando comparaciones constantes para maximizar las oportunidades de descubrir códigos, en tanto variaciones entre los conceptos, y luego profundizar, en la interpretación, en las categorías de la investigación.

Se toman, por ejemplo, las siguientes preguntas:

1. ¿Qué valoración confiere a los procesos de evolución de la física clásica que condujeron a la física relativista?

- El profesor 1 (P1) respondió “La mayoría de los científicos prominentes de la época rechazaron tales ideas, al oponerse a los conceptos clásicos de espacio y tiempo.... cambio nuestras ideas primitivas sobre espacio y tiempo y estableció su relación mutua: espacio-temporal experimental su valoración es alta, mediante el experimento de Michelson-Morley se pudo eliminar la idea que sobre el éter se tenía”. La reflexión del investigador presume la idea de un cambio acerca de lo que pensaban era la física hasta ese momento, una *evolución del pensamiento y nuevas relaciones espacio temporales* resumen las particularidades de esas respuestas.
- El profesor 2 (P2) explicó que “Más que a los procesos de evolución de la física clásica, habría que decir al proceso de evolución del pensamiento del ser humano.... un nuevo enfoque a problemas injustificados, conduciendo ello a la conformación de la teoría de la relatividad ... ”; ello ratifica la interpretación que un primer código para estos comentarios pudieran estar asociado a *evolución del pensamiento*.
- Asimismo, el profesor 3 (P3) ahonda con su respuesta “... el proceso de construcción del conocimiento científico en casi todas las áreas ha seguido un camino inductivo y no deductivo.... la observación y análisis del mundo que nos rodea ha dado paso al surgimiento de explicaciones y teorías capaces de dar respuesta adecuada a múltiples y diversos fenómenos se llegó a darle la condición de leyes inmutables y universales y a suponer que no habría básicamente más que agregar después de Newton y Maxwell. ...espacios, dimensiones y escalas que requirieron una nueva visión, comportamientos y sucesos inexplicables a la luz de las grandes teorías clásicas, velocidades muy grandes o dimensiones muy pequeñas reclamaron teorizacionestoda la física clásica

no es sino un caso particular y específico de las dos grandes teorías surgidas a principios del siglo XX. parafraseando a Newton, se ve cómo todo nuevo conocimiento de la mano de algún científico brillante, se haya apoyado en los hombros de otros científicos geniales que los precedieron”. Nuevamente sugiere *evolución del pensamiento, nuevas relaciones espacios temporales, imaginación y creatividad y aplicabilidad y validez* como códigos.

2. ¿Cómo influyó en Ud. el cambio de una visión clásica de la física frente a una visión relativista de la misma?,

- P1 respondió “Como estudiante de la carrera de Física, los primeros apuntes sobre relatividad (especial) fueron en la asignatura En mecánica contrastaba esta teoría con lo aprendido en los capítulos iniciales de esta asignatura, donde habíamos estudiado el movimiento de los cuerpos desde la Mecánica de Newton y las Transformaciones de Galileo. al cursar la asignatura “Mecánica Clásica”, luego de estudiar los formalismos de la mecánica (Lagrange, Hamilton-Jacobi, entre otros) se iniciaba el estudio de la relatividad.... ..influjo muy positivamente en mí al cursar otras asignaturas de la carrera donde la relatividad ocupaba un espacio importante. al dictar el capítulo sobre la relatividad especial en el curso de física moderna, dirigido a estudiantes de la carrera de educación mención: Física y Matemática, se percibe un rechazo inicial sobre la teoría, el cual disminuye a medida que se desarrolla el tema”. Esta vez es claro que el investigador, a partir de la interacción y reflexiones sobre lo leído, divisa ideas que expresan como datos *la evolución del pensamiento, la imaginación y creatividad, nuevas relaciones espacio temporales y la aplicabilidad y validez de un método centrado en la inducción y deducción*.
- P2 explicó que ese cambio influyó “Haciendo volar mi imaginación en relación a la interpretación de los fenómenos físicos y la existencia de universos paralelos

que pudieran comunicarse ...”. Este enunciado formula orientaciones que se asocian a *imaginación* y *creatividad*, *nuevas relaciones espacio temporales* y *evolución del pensamiento*.

- P3 respondió según “Mi condición de ingeniero marca la formación inicial en el campo de la física circunscrita drásticamente a los principios clásicos de la física esa fascinación por los temas que reclamaban un cambio estructural en nuestra manera de pensar, en la interpretación del mundo. Como el cambio transcurrió luego de mi proceso de formación profesional inicial e, incluso, pleno proceso de formación como profesor de física, no significó trauma alguno, ni siquiera creo que representara mayor dificultad, aunque, por supuesto algunas cosas las tuve que leer varias veces y reflexionar e interpretar”. Lo aquí planteado conduce a quien investiga a interpretar *la formación, evolución del pensamiento, la imaginación y creatividad*, como regularidades que se han manifestado.

3. ¿Cuál es la importancia de los postulados de la relatividad en el contexto de la física?

- P1 manifestó lo siguiente: “Sus consecuencias que pueden deducirse con un mínimo de cálculo matemático, son aplicables en una gran diversidad de situaciones que aparecen en la Física”. Ello orienta a *la evolución del pensamiento, a la aplicabilidad y validez* como expresión del dato que se quiere apropiar, porque de algún modo expresa una característica en tanto regularidad como código.
- P2 contestó así: “A mí me parece que la relatividad y sus postulados en la historia de la física proporcionan una excelente oportunidad para reflexionar acerca de la creación de la ciencia, de la evolución de conceptos Esa proporciona un marco de validez general para la forma de las leyes físicas (deben ser invariantes respecto a los diversos sistemas de referencia inerciales), además facilita

una mayor comprensión de la física clásica, al mostrar los límites de validez de sus principales conceptos ... “. Lo anterior ubica al investigador en datos que simplifican y describen códigos *como evolución del pensamiento, aplicabilidad y validez de un método centrado en la inducción y deducción.*

- P3 desarrolló su respuesta así: “Los postulados de la relatividad enunciados por Einstein marcan límites para todo lo que ocurre en el universo, luego cualquier explicación de todo fenómeno físico, desde cualquier disciplina o área del conocimiento, debe considerar tales postulados como de obligatorio cumplimiento, so pena de ser considerada, ahora mismo, como simple especulación”. Entonces coincidir en referencias como *evolución del pensamiento, aplicabilidad y validez de un método centrado en la inducción y deducción.*

Al revisar lo que cada profesor explica se observa un conjunto de datos extraídos del texto respondido, haciendo pensar al investigador como buscar una palabra, término o enunciado que en tanto código exprese el contenido de esas respuestas, lo que conduce a reflexiones, estudio y análisis sobre la evolución de la física que visiblemente puede considerarse como *evolución del pensamiento, nuevas relaciones espaciales temporales, imaginación y creatividad, aplicabilidad y validez y el método centrado en la inducción y la deducción* como códigos. Ello simplifica en el análisis la descripción de la evolución de la física, de modo que la información aportada en la investigación se convierte en datos, en ese proceso denominado muestreo teórico.

Continuando en este proceso, *más adelante se pregunta a los mismos profesores lo siguiente:*

4. ¿Cómo intervienen los procesos de ejemplificación y aplicación de los conceptos en física relativista en su práctica docente?

- P1 reconoce lo siguiente: “Por comparación; se introducen las transformaciones de Galileo de la mecánica clásica y se

desarrollan las transformaciones de Lorentz de la relatividad. Luego, se aplican las transformaciones de Lorentz para describir la dilatación del tiempo y la contracción de longitudes en sus sistemas de referencia propios”. Surgen de esta reflexión ideas acerca del aprender y el enseñar física relativista, *enseñar para la resignificación, aprender progresivamente*.

- P2 responde lo siguiente: “...los ejemplos y los experimentos, sean esos reales o imaginados y frutos de la acción creativa del ser humano, complementan e integran un saber que lleva de la interpretación del concepto a la comprensión del principio y la aplicación de la teoría correspondiente conformando un todo inseparable de una manera integral y compleja y que al disolverla y fraccionarla conduce a una visión errada y sesgada del proceso en particular de algo tan complejo y con tanta trascendencia como o es la relatividad y sus principios.”. En esa interacción entre la respuesta y quien investiga, cabe pensar en *la formación, construcción del conocimiento, herramientas, enseñar para la complejidad*.
- P3 expresa que: “Para explicar la teorías de la relatividad surgen en el aula de clase y en el laboratorio cualquier cantidad de complicaciones, no sólo por la dificultad de reproducir demostraciones, más o menos ilustrativas, de algunos de los fenómenos emergentes (contracción de dimensiones en la dirección del movimiento, dilatación del tiempo en movimientos relativistas o en presencia de campos gravitatorios inmensos, curvatura gravitacional del espacio) sino, a mi juicio, porque contrarían el “sentido común” de los alumnos.” Y continua explicando lo siguiente: “... todos los conceptos, principios y leyes son parte de una enorme preconcepción del mundo físico a partir de los postulados de la Física Clásica. Esto lleva a la siguiente reflexión: ¿Por qué continuamos reproduciendo y repitiendo el patrón de formación para la comprensión de los fenómenos físicos universales con modelos claramente incompletos, extremadamente simplificados y fallidos en su generalización? nuestros estudiantes deben aprender paulatinamente desde los modelos y teorías más simples hacia

las más complejas, que no vale la pena ponerlos a lidiar con una “física” que quizás nunca tengan necesidad de aplicar. Sin embargo, esas mismas consideraciones aplicarían para seguir enseñando los modelos y teorías de Aristóteles sobre el movimiento y poner de lado a Galileo y Newton. a la hora de confrontar al estudiante debidamente conceptualizado con los preceptos clásicos a las complicaciones de los “experimentos mentales” que ciertamente son galimatías para nuestros estudiantes. Entonces ejemplificar tales fenómenos pasa por “vaciar” sus mentes de predicciones sugeridas por las leyes clásicas y por los eventos que le rodean, lo cual implica generalmente un mayor esfuerzo de abstracción y menor éxito en el proceso de reconceptualización.” Del análisis estas respuestas se asocian a códigos como *dificultades para enseñar y aprender, herramientas innovadoras, material potencialmente significativo, enseñar para la resignificación, aprender progresiva y significativamente*.

Y luego se preguntó:

¿Ha reflexionado acerca de un enfoque o método para la enseñanza de la física relativista?, con las respuestas a continuación:

- P1, dijo que: “El método que utilizo actualmente es, primero: leer y discutir algunos artículos científicos y/o de divulgación sobre Relatividad, segundo: ver algunos videos sobre Relatividad y escribir una minuta sobre los mismos, tercero: resolver problemas en clase y enviar problemas propuesto”. Lo que induce a pensar en *enseñar para la complejidad y la resignificación, material potencialmente significativo, herramientas innovadoras, aprender significativamente, evaluación*.
- P2 declara que: “Considero que el método es el del aprendizaje complejo, que se ajusta a una realidad compleja, interpretada por seres tan complejos como los seres humanos, y visualizada a su vez mediante el proceso de aprendizaje el cual involucra tantos factores y elementos,

ajustados al contexto y el entorno de enseñanza”. Ello orienta a códigos tales como: *enseñar para la complejidad, progresivamente, para la resignificación, formación, dificultades, herramientas innovadoras*.

P3 explica con sus respuestas: “... para enseñar física, o cualquier otra ciencia, debemos dejar a un lado las visiones y modelos ultra simplificadores de los fenómenos físicos. Debemos imaginarlos y plantearlos en un contexto adecuado (no importa que sea una situación posible o no, pero si probable). Hay que asumir que, cuando decimos que el aprendizaje es un proceso complejo, no es porque sea complicado aprender, sino porque son múltiples y diversas las variables que intervienen.”. Continúa, así: “Un proceso complejo como el aprendizaje, no puede surgir de un método simplificado, una respuesta cierta requiere de mostrar al mundo desde diversas perspectivas, de garantizar que todas las respuestas son posibles, aunque parezcan ilógicas de entrada, que estudiamos lo que, hasta el presente, es la mejor apuesta a una explicación del Universo”. Y concluye revelando que: “debemos echar mano de todas las herramientas posibles, de cualquier innovación pedagógica importante (revisar estrategias como la basada en actividades lúdicas, las técnicas para la construcción de conceptos, el aprendizaje por resolución de problemas debidamente contextualizados, la enseñanza invertida, etc) y, también, de cualquier innovación tecnológica (simulaciones experimentales, experimentos de alto calibre en versiones digitales o filmados en videos, materiales interactivos disponibles en internet, documentales científicos de calidad, indagaciones sobre los temas a partir de la literatura y el cine, vinculación con adelantos tecnológicos en aparatos y equipos usados en otras áreas, etc.)”. Estas reflexiones, conducen a quien investiga a *imaginación y creatividad, dificultades, enseñar para la complejidad, evolución del pensamiento, herramientas innovadoras, material potencialmente significativo, enseñar para la resignificación, aprender progresiva y significativamente, evaluación, formación, construcción del conocimiento* como códigos asociados.

Por razones de espacio no se presenta el análisis de todos los elementos considerados en el cuestionario y que de algún modo expresan, con sus respuestas, lo que piensan y hacen los profesores, que en esa interacción e interpretación hermenéutica con el investigador

van sugiriendo códigos. Así, resultó que se crearon 17 códigos, a saber: formación, evolución del pensamiento, enseñar física para la resignificación, aprender significativamente, herramientas innovadoras, aprender progresivamente, construcción del conocimiento, dificultades para enseñar, evaluación, imaginación y creatividad, nuevas relaciones espacio temporales, aplicabilidad y validez, el método centrado en la inducción y deducción, enseñar como lo viví, enseñar para la complejidad, aprender a temprana edad y material potencialmente significativo.

De la misma manera, se establecieron tres categorías como resultado del análisis hermenéutico de la información suministrada por los actores participantes y la elaboración de significados, acomodando a cada una de ellas los códigos que se adecúan a ciertas cualidades, modos o condiciones que especifican precisiones observadas, todo ello derivado de ese proceso de triangulación entre los testimonios obtenidos de los entrevistados, la interpretación del investigador y los aspectos teóricos establecidos. Estas categorías fueron: el aprender, el enseñar y el aprender para enseñar.

El aprender, que resulta del trabajo en el aula de clase al construir conocimientos, desarrollar habilidades, pensamientos e ideas acerca de conceptos, principios, leyes, visiones y valores. Se ajustan a esta categoría los códigos *formación*, *aprender progresivamente*, *aprender a temprana edad* y *aprender significativamente*.

El enseñar, proceso dirigido por el profesor para que los estudiantes construyan conocimientos que no poseen, a partir de otros esquemas que ya tienen, acompañando su acción en el aula de clase con estrategias y herramientas pedagógicas y didácticas que estimulen la mente de los estudiantes para que observen, reflexionen, discutan, asocien, comparen y formulen esos nuevos conocimientos. Entonces *formación*, *enseñar como lo viví*, *enseñar para la complejidad* y *enseñar para la resignificación* fueron sus códigos asociados.

El aprender para enseñar como el resumen del acto educativo, que se da cuando en un aula de clase, un actor que es profesor y otro que es estudiante entran en una interacción humana de compartir, de entregar, conjugando el ser profesor con el ser estudiante, con el ha-

cer de cada uno; según los códigos *formación, nuevas relaciones espacio temporales, importancia, imaginación y creatividad, evolución del pensamiento, construcción del conocimiento, material potencialmente significativo, las dificultades, la evaluación, el método y herramientas innovadoras.*

COLOFÓN, ALGUNAS CONSIDERACIONES DE NUEVAS Y VIEJAS IDEAS

1. En las ciencias naturales, por su propia naturaleza de la medida, resulta promisorio contar con nuevas interpretaciones acerca del cómo abordar el conocimiento con el objeto por conocer.
2. La investigación en enseñanza de la ciencia debe asociarse a las necesidades de los procesos de producción de esos conocimientos en el avance de esa disciplina científica y del área académica en que se presenta. De modo que investigar sobre cómo enseñar y aprender ciencia supone una dinámica en la comprensión de su evolución y la revisión de lo que aporta cada paso de ese proceso en su enseñanza y aprendizaje.
3. La didáctica de las ciencias naturales tiene como tarea construir y reconstruir espacios para atribuir a los docentes referencias teóricas y metodológicas acerca de una parte del conocimiento científico, sus procesos y los modos de acercar a los estudiantes para que enfrenten, en situación de aprendizaje, herramientas para construir nuevos conocimientos.
4. El proceso de investigación en enseñanza de las ciencias es parte integral de la búsqueda y construcción de nuevas propuestas para reconocer las condiciones de una realidad que requiere cambios. Demanda funciones operativas que son determinadas según el enfoque y paradigma desde donde se realizan los análisis y en relación al cual se buscan prescripciones que los regulan. De ese modo, no se reconoce un solo enfoque, por el contrario, como en toda creación científica, se reconoce la lucha entre lo viejo y lo nuevo en ese continuo encuentro de obstáculos y acciones para la comprensión de una realidad.
5. La TF se corresponde a un enfoque hermenéutico interpretativo que construye la cimentación de acciones humanas, de manera

que en un primer momento realiza operaciones de recolección y organización de datos y en un segundo momento operaciones de validación, contrastación y construcción teórica. Así, va de los hechos al problema, determina frecuencias y regularidades para que el investigador introspectivamente interprete, transformando la explicación de esa realidad y proyectando en lo teórico nuevas explicaciones y construcciones teóricas que pueden determinar aplicaciones para la acción. En la didáctica de las ciencias naturales esas aplicaciones contribuyen a la acción educativa.

6. La TF no limita al investigador a simple espectador, sino que lo guía a participar activamente en la construcción de significados que explican una realidad. Es por ello que, a partir de los datos iniciales, mediante esa indagación inductiva, se lee, contrasta y compara para develar códigos que luego trascienden a categorías, en tanto conceptualización, al relacionar supuestos teóricos en un contexto y sus variaciones, para conformar una teoría sustantiva acerca de todo ese proceso. El Atlas ti, en tanto soporte para el análisis cualitativo también lo garantiza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aduriz, A. e Izquierdo, M. (2002). Acerca de la Didáctica de las Ciencias como Disciplina Autónoma. *Revista Electrónica de la Enseñanza de las Ciencias*, 3 (1), 130-140.

Bachelard, G. (1997). *La Formación del Espíritu Científico*. México: Siglo XXI.

Gallego, A., y Gallego, R. (2006). *Acerca de la Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza: una disciplina conceptual y metodológicamente fundamentada*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.

Glaser, B., y Strauss, A. (1967). *The Discovery of Grounded Theory*. Chicago: Aldine Press.

Gutiérrez, G. y Urdaneta, E. (2024). Creencias de Profesores y Estudiantes sobre la Enseñanza Aprendizaje de la Física Relativista, 1 (6), 19-33.

Kron, F. (2000.). *Los Saberes Fundamentales en Pedagogía*. Maguncia. Alemania: Ediciones de la Universidad de Maguncia.

Mazzitelli, C. y Aparicio, M. (2009). Las actitudes de los alumnos hacia las ciencias naturales en el marco de las representaciones sociales y su influencia en el aprendizaje. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (8), 193-215.

Muñoz, J. (2001.). *Análisis Cualitativo de datos textuales con Atlas/ti. Versión 2.3*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.

Sevillano, M. (2005). *Didáctica en el Siglo XXI, ejes en el aprendizaje y enseñanza de calidad*. Madrid: Mc Graw-Hill Interamericana de España.

Strauss, A., y Corbin, J. (1990.). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.