



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**LA EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA INICIAL COMO
POSIBILIDAD PARA PLANIFICAR LA
INTRODUCCIÓN DE LA ENSEÑANZA DE LA
RELATIVIDAD EN EDUCACIÓN MEDIA.**

Autor

Juan Camilo García Gaviria

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Medellín, Colombia

2019



La Evaluación Diagnóstica Inicial como Posibilidad para Planificar la Introducción de la
Enseñanza de la Relatividad en Educación Media

Juan Camilo García Gaviria

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Licenciado en Matemáticas y Física

Asesora:

Luz Stella Mejía Aristizábal

Doctora en Educación

Evaluación para los aprendizajes

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Medellín, Colombia

2019

Dedico este trabajo a mis padres Sor María Gaviria, César Augusto García también a mi hermanita Laura pues son mi familia y amigos; igualmente, las personas que se han preocupado y esforzado para que pueda estudiar.

A Santo Domingo Antioquia y sus personajes, por ser formadores en los inicios de mi vida

Agradecimientos

Agradezco a mi maestra en mis primeros acercamientos a la investigación Luz Stella Mejía Aristizábal por compartir sus conocimientos, también por ser un ejemplo a seguir porque no son muchos los profesores que son coherentes entre la teoría que enseñan y su práctica, mucho menos teniendo el amor por enseñar como bandera de guerra.

A la Institución Educativa Centro Formativo de Antioquia-CEFA-. Y sus integrantes, principalmente a las niñas de Ciencias Químicas y Salud por participar, además de ser mi primer experimento en el acto de enseñar, también por el buen recibimiento y compartir en el aula.

A la Mona, gracias por los aportes personales, también por el ánimo contagiado en los cumplimientos de normas académicas con las que no estoy muy acuerdo y más.

Por último, a la Universidad de Antioquia la U de A, el alma Mater en mi formación y deformación de la subjetividad.

RESUMEN

En mira a una enseñanza de las ciencias relacionadas con el contexto y desde la actualidad, en la presente investigación se analizó la evaluación diagnóstica inicial para el diseño de una unidad didáctica que permite la introducción de algunos conceptos de relatividad, en estudiantes del grado once de la Institución Educativa Centro Formativo de Antioquia-CEFA-.

La investigación se inscribe en un paradigma o enfoque cualitativo bajo el método de estudio de caso instrumental. Se encontró entonces la relación entre la evaluación diagnóstico inicial y el diseño de unidades didácticas como una contribución importante en la planificación de la enseñanza de la física moderna en el bachillerato. También la experimentación mental como eje transversal en la enseñanza de la física que permite construcciones en los procesos de pensamiento crítico y reflexivo que en muchas ocasiones se promueven desde la imaginación y abstracción, de gran relevancia en los procesos de educación científica.

PALABRAS CLAVE

Evaluación diagnóstica inicial, Unidad Didáctica, Relatividad, Planeación de la enseñanza, Física moderna, Experimentación mental, Educación científica

Tabla de Contenidos

| | Pág. |
|--|------|
| 1.Planteamiento del Problema de Investigación | 1 |
| 1.1 Descripción del Problema | 1 |
| 1.2 Antecedentes | 5 |
| 1.3 Justificación..... | 12 |
| 1.4 Objetivos | 15 |
| 1.4.1Objetivo General | 15 |
| 1.4.2 Objetivos Específicos | 16 |
| 2. Marco Referencial..... | 17 |
| 2.1 Evaluación para el Aprendizaje..... | 17 |
| 2.1.1 Estrategias Evaluativas | 19 |
| 2.1.2 La Evaluación Diagnóstica..... | 21 |
| 2.2 Actitudes para el Aprendizaje | 24 |
| 2.3 Planificar la enseñanza: Un encuentro entre la Disciplina y la Evaluación Diagnóstica..... | 26 |
| 2.3.1 Criterios para la Definición de Finalidades/Objetivos | 27 |
| 2.3.2. Criterios para la Selección de Contenidos. | 28 |
| 2.3.3. Criterios para Organizar y Secuenciar los Contenidos..... | 29 |
| 2.3.4. Criterios para la Selección y Secuenciación de Actividades | 29 |
| 2.3.5 Criterios para la Selección y Secuenciación de las Actividades de Evaluación..... | 31 |

| | |
|---|----|
| 2.4 Fundamentos Básicos de Relatividad | 32 |
| 2.5 La Experimentación Mental en la Relatividad | 32 |
| 3. Metodología de Investigación..... | 35 |
| 3.1 Enfoque Metodológico..... | 35 |
| 3.2 Método de Investigación..... | 35 |
| 3.3 Contexto y Participantes | 38 |
| 3.4 Técnicas e Instrumentos para la Recolección la Información..... | 38 |
| 3.4.1. La Actividad diagnóstica inicial: individual y grupal. | 39 |
| 3.4.1. Entrevista Semiestructurada..... | 40 |
| 3.4 Técnicas y Procedimientos de Análisis..... | 43 |
| 3.5. Compromiso ético y consentimiento informado..... | 47 |
| 4. Hallazgos | 49 |
| 4.1 ¿Qué Saben los Estudiantes de Educación media sobre relatividad?..... | 49 |
| 4.1.1 La Diagnósis | 49 |
| 4.1.2. La Prognosis..... | 53 |
| 4.1.3. Análisis de la Entrevista Semiestructurada..... | 57 |
| 4.2 ¿Para qué Hacer una Evaluación Diagnóstica Inicial? | 59 |
| 4.3. La Evaluación Diagnóstica Inicial como Posibilidad para la Enseñanza de la Relatividad en la Educación Media: Diseño de la unidad didáctica | 62 |
| 5. Conclusiones y Recomendaciones | 64 |

5.1 Recomendaciones para seguir investigando frente al tema.....67

Lista de Figuras

| | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 1. Consideraciones para una evaluación diagnóstica inicial (Jorba y Sanmartí, 1994, p. 45)..... | 23 |
| Figura 2. Contenidos y evolución de los modelos del alumnado (Perales et al, 2000, p.8)..... | 27 |
| Figura 3. Consideraciones para la redacción de objetivos específicos (Perales y Cañal, 2000, p.6)..... | 28 |
| Figura 4. Tipos de actividades según finalidad didáctica (Perales et al, 2000, p.16). | 31 |
| Figura 5. Un proceso de enseñanza/aprendizaje (Perales et al, 2000, p.19). | 31 |
| Figura 6. Ruta diseño de la actividad diagnóstica | 40 |
| Figura 7. Ruta diseño de la entrevista semiestructurada..... | 41 |
| Figura 8. Fases de la entrevista semiestructurada (Díaz et al, 2013, p.164) | 42 |
| Figura 9. Resultado en porcentaje del diagnóstico individual | 50 |
| Figura 10. Resultado reflexión del diagnóstico individual habilidad | 50 |
| Figura 11. Porcentaje de respuestas relacionada con el interés..... | 51 |
| Figura 12. Ilustración Participante 7 para la pregunta (2) inciso (b) de la Actividad Diagnóstica Grupal | 55 |
| Figura 13. Ilustración Participante 1 para la pregunta (2) inciso (b) de la Actividad Diagnóstica Grupal | 56 |
| Figura 14. Ilustración Participante 4 para la pregunta (2) inciso (b) de la Actividad Diagnóstica Grupal | 56 |

Lista de Anexos

| | Pág. |
|--|--|
| Anexo A. Matriz de Referencias Bibliográficas | ¡Error! Marcador no definido. |
| Anexo B. Actividad diagnostica inicial..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| Anexo C. Evaluación diagnostica inicial grupal..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| Anexo D. Protocolo de entrevista semiestructurada | 83¡Error! Marcador no definido. |
| Anexo E. Clasificación de la información por colores | ¡Error! Marcador no definido. |
| Anexo F. Organización Entrevista..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| Anexo G. Acta de consentimiento informado | ¡Error! Marcador no definido. |
| Anexo H. Unidad didáctica | ¡Error! Marcador no definido. |

Introducción

La necesidad de llevar a las escuelas temas tanto en primaria como en secundaria y bachillerato con enfoques desde la actualidad se hace inminente, además los estudiantes lo exigen por las posibilidades dadas con la tecnología y el acceso a la información igualmente lo permite; de esta manera, es un reto para las instituciones educativas y la comunidad acercar los currículos a las necesidades, gustos, incluyendo también los tiempos en la escuela, además de sucesos que se permitan hablar sobre actualidad de las ciencias en las aulas y asumir los cambios de paradigmas, inclusive su transposición en la escuela. En esta investigación se planteó desde la evaluación diagnóstica inicial la posibilidad de llevar temas como la relatividad, con miras a la implementación de la física moderna en el bachillerato que se veía como necesidad desde 1980; bajo la pregunta guía que direcciona esta propuesta se plantea desde ¿cómo la evaluación diagnóstica se convierte en estrategia para la planeación de la enseñanza de conceptos de relatividad, para la educación media?

Desde la pregunta anterior, surgen elementos que se tuvieron como base para la construcción de la estructura inicial de investigación, presentándose el capítulo 1 como el planteamiento del problema de investigación, donde se hace una descripción del problema, se ubican algunos antecedentes de investigación y se construye una justificación tanto para introducir la relatividad en el bachillerato, como para encontrar en la evaluación diagnóstica inicial la posibilidad de llevar estos desde la planificación y ejercicio de exploración; que permite la mejora y reflexión de las prácticas educativas. En coherencia con la pregunta de investigación, se propone como objetivo general analizar la evaluación diagnóstica inicial como posibilidad para el diseño de una unidad didáctica que permita la introducción de algunos conceptos de

relatividad, en estudiantes del grado once de la Institución Educativa Centro Formativo de Antioquia-CEFA-.

En el capítulo 2, se presenta el marco referencial en el que se tomaron como base algunos autores desde los cuales se hace referencia a la evaluación para el aprendizaje y en específico a la evaluación diagnóstica inicial. Además, dentro de este marco se encuentra un apartado donde se hace referencia a la planificación de la enseñanza: un encuentro entre la didáctica y la evaluación diagnóstica, en el que se presentan los criterios para la construcción y diseño de unidades didácticas. Por último, se construyen los fundamentos básicos de relatividad en los cuales se hace profundización directa en la unidad didáctica (Anexo H); donde se enfatizó en la en la relatividad desde la experimentación mental para generar un vínculo con la enseñanza de la física en las escuelas, principalmente en la física moderna.

La manera en la que se abordó este trabajo estuvo bajo las concepciones investigativas que se inscriben en un paradigma o enfoque cualitativo de investigación, donde se tiene como prioridad las visiones o posturas que tienen las personas o actores sobre lo vivenciado. En ese sentido, en el capítulo 3 se desarrolló también el método de estudio de caso instrumental para la investigación, además de la descripción de técnicas e instrumentos para recoger la información, donde se resaltó la evaluación diagnóstica y su posibilidad de construir actividades y coleccionar información, además de la entrevista semiestructurada; en el mismo capítulo está la descripción de las técnicas de recolección e instrumentos utilizados además de algunas técnicas, procedimientos de análisis y cómo se dio el trato de la información. En este espacio también se hace una descripción del contexto y las participantes, cumpliendo con el deber de compromiso ético como investigador y el consentimiento informado por parte de las estudiantes para el trato de la información.

En el capítulo 4 se explicitan los hallazgos, abriendo con la pregunta ¿qué saben los estudiantes de educación media sobre relatividad?, se narra entonces desde dos momentos: primero la diagnosis, planteada desde gustos y posibles conocimientos de conceptos y en segundo momento la prognosis donde se utiliza la información desde la observación y la primera etapa para construir una actividad que direccionara hacia la planeación al igual que el análisis de la entrevista semiestructurada para responder a la pregunta ¿para qué hacer una evaluación diagnóstica inicial? Llegando a la evaluación diagnóstica inicial como posibilidad para la enseñanza de la relatividad en la educación media.

La importancia de esta investigación se da por los aportes e implicaciones directas con los campos de la enseñanza, evaluación y didáctica, los cuales son bases para las prácticas docentes sin dejar a un lado su constante mejora y reflexión; de igual manera, se afectan las prácticas experimentales permeadas por conceptos intrínsecos en los cambios de paradigma. También se hacen contribuciones con la evaluación desde esta propuesta investigativa directamente, cuando se propone la visión de planeación de la enseñanza vista no solo como procesos relacionados con la didáctica, sino los aportes que se dan desde la evaluación diagnóstica sobre la misma; y por último, brinda posibilidades de conocimiento desde el área de la enseñanza en física moderna más específicamente la relatividad en la escuela, reduciendo la brecha entre avances y conocimientos científicos actuales, en relación con su enseñanza.

1. Planteamiento del Problema de Investigación

1.1 Descripción del Problema

Cuando se indaga por la enseñanza de la física teniendo en cuenta el debate sobre los contenidos curriculares y los cambios conceptuales (Toledo, Arriasecg, y Santos, 1997) en el área de Ciencias más concretamente, se encuentra ausente la enseñanza sobre la teoría de la relatividad en la escuela; puesto que el número de investigaciones se reducen a unos cuantos contextos, dando indicios de que no se está enseñando en las escuelas en general. No se trata de la enseñanza de todo el estudio y complejo teórico en relatividad, puesto que el nivel de matemáticas es enmarañado y debe quedar fuera de la enseñanza de la escuela, esto porque los conocimientos previos requeridos incluyen el cálculo y posiblemente algunos conceptos de niveles más avanzados como los tensores y sus operaciones, los cuales aún no tienen lugar en la escuela; sino más bien, un cambio a partir de filosofía newtoniana con la que hoy se permea la enseñanza que ampliamente es atravesada por los conceptos que se desglosan del espacio-tiempo, tan importantes en física; siendo tratados tradicionalmente como espacio absoluto y tiempo absoluto provenientes de los pensamientos Cartesianos (Lopez,1985).

¿Porque se siguen aplicando hoy día metodologías basadas en la más pura filosofía Cartesiana que permea la evaluación, experimentación y enseñanza en conceptos de Física en la escuela? No es coherente en la actualidad, el que no se asuman los cambios en los contextos en los que se enseña, notándose una polarización entre avances científicos y avances educativos; es continuar con la desunión inclusive disparidad entre ciencia, sociedad y escuela, permeada por criterios del siglo XVI. ¿Acaso no es posible incorporar a la enseñanza de la física conceptos del siglo XXI en la escuela? El rastreo realizado muestra una necesidad urgente de formación en

maestros, pero más que esto la falta de realización de planes de enseñanza para los diferentes espacios en relación con la evaluación para incorporar la relatividad en el contexto, aunque los cambios sociales y científicos nos indiquen que es necesaria una reforma; en pocas palabras no hay una relación directa entre los avances del conocimiento científico y su enseñanza.

Algunos países encabezados principalmente por Estados Unidos de Norteamérica además unos en Europa como Francia en 1984, se dieron a la tarea de estudiar y proponer cambios en la enseñanza de las ciencias para poder comprender las necesidades de enseñanza-aprendizaje y evaluación; así mismo, se propone generar transformaciones curriculares en las escuelas como ideal, las cuales serían la base de la educación científica de los próximos años (López, 1985). En España por ejemplo se realizaron algunas investigaciones al respecto, pero fueron propuestas a oídos sordos en todos lados, puesto que la transformación curricular y más directamente el cambio en la práctica docente de la enseñanza de la Física en la escuela no es notorio, dado que no se ha incluido la relatividad en la enseñanza de las escuelas. De esta manera se podría dar el proceso de introducción de la relatividad en concordancia con las investigaciones actuales realizadas en este campo, por esto se hablaría de un cambio de paradigma en la enseñanza de la física moderna en el anterior bachillerato, en el cual no se introducía la relatividad, sino tan sólo las relaciones masa-energía que, en la física nuclear, aparecían ya como problemática a comienzos de los ochenta. (Gil, Senent y Solbes, 1986).

Si se indaga por la enseñanza de las ciencias dentro del marco actual de la educación colombiana, desde las orientaciones dadas por el Ministerio de Educación Nacional desde ahora (MEN) con los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), se encuentra que la teoría de la relatividad y la física moderna, no se incluye dentro de la planeación curricular directamente para ninguno de los niveles de la educación básica y media.

Algunas razones sobre la necesidad de repensar la enseñanza de física en la escuela, podrían dirigirse hacia el interés y la curiosidad que manifiestan los alumnos por cuestiones que se muestran en paradojas que causan debates, discusión y contradicción con lo que se piensa cotidianamente; además, las problemáticas planteadas no son obvias, ni de común trato en la sociedad como la paradoja de los gemelos, la dilatación y contracción de longitudes y los agujeros negros; también por experiencia del investigador, se podría decir que el aprendizaje de la física moderna en especial la relatividad y mecánica cuántica mejoran la comprensión de la física clásica, al mostrar sus límites de validez, además de las diferencias y complementos entre las hipótesis de ambas.

Otra razón que justifica más específicamente la introducción de la relatividad en las escuelas es la siguiente: facilita la comprensión de los conceptos de espacio, tiempo y energía (Tarín, 2000) ya que con el estudio de la relatividad le ofrece a quien la estudia, la posibilidad de reflexionar críticamente los conceptos base a los que se les acercó en etapas más tempranas, además de que tiene una gran importancia como teoría física fundamental que, junto con la física cuántica, son un marco de partida para el desarrollo de nuevas teorías que aporten a avances científicos y sus implicaciones en la enseñanza y tecnología. No podemos desligar la ciencia de la cultura y de la escuela; de esta manera, parece positivo para la formación científica de los estudiantes, que este en proceso de inclusión la teoría de la relatividad en los nuevos currículos de física del bachillerato.

En Latinoamérica, la búsqueda de propuestas desde el campo de la evaluación en relación con el aprendizaje de la relatividad en la educación media no arrojó resultados relevantes; pero si en relación con la enseñanza, donde se encontraron trabajos en países como Argentina y Brasil, pero al igual que en el contexto colombiano, también se enfocaban en la

enseñanza, didáctica e introducción de la física moderna; encaminadas principalmente hacia la educación universitaria y formación profesoral, pero ninguna de ellas tomando la evaluación como mediadora de aprendizaje y planeación, tampoco dirigidas para la escuela.

Algo cuestionable, es ¿cómo en Colombia los lineamientos curriculares dados en 1994 por el MEN comprenden temáticas relacionadas con física moderna y ni los estándares de competencias ni los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) hacen mención de alguna temática relacionada con esta rama?, de hecho se centran en la enseñanza de las leyes de Newton como modelo “Verdadero” en las aulas; en cambio los lineamientos hacen propuestas de enseñanza del efecto fotoeléctrico, el efecto Doppler, los fotones, etc. ¿acaso nos devolvemos? ¿Nos quedamos en la formación minoritaria de maestros? y ¿Dónde quedan los gustos de las estudiantes que son tenidos en cuenta desde la evaluación diagnóstica y que pueden posibilitar la enseñanza de estas áreas, además de su práctica en las escuelas? Es por esto que se construye una propuesta de investigación con la intención de incluir estos conceptos desde el bachillerato teniendo como pilar la evaluación diagnóstica que podría cuestionar, también causar reflexión sobre la motivación, contenidos a enseñar y otros ejes que son transversales, para planificar la introducción además trasposición de estos conocimientos en el espacio de formación.

Desde esta investigación se considera que la relatividad debe formar parte del bagaje de cultura general, pues es un derecho para cualquier ciudadano y ciudadana que cursó el bachillerato, donde se requiere cercanía con las áreas de formación básica para la alfabetización en ciencias, en este sentido, la escuela debería acercarse a cuestiones de tanta delicadeza como: que la mecánica clásica que han estudiado durante tantos años, se considera en la actualidad un caso particular de la mecánica relativista y algunas de las implicaciones de esta posición. Se propone entonces la posibilidad de inclusión de la relatividad a través de la

evaluación en las aulas colombianas, que ayudaría a una mejor comprensión en la formación y transformación ciudadana, teniendo como reto la formación de docentes (Pérez y Solbes, 2003).

1.2 Antecedentes

La búsqueda de antecedentes se realizó en bases de datos como. Redalyc, Dialnet, Scielo, ScienceDirect y Cambridge University Press, en fuentes tanto en español como inglés; el rastreo se realizó en el periodo del año 2000 que es dónde se da un incremento de la iniciativa de estas investigaciones hasta febrero de 2017; las categorías de búsqueda inicialmente fueron: la evaluación, la enseñanza, la didáctica y la epistemología como ejes transversales para la posibilidad de la enseñanza de la relatividad en las escuelas, teniendo en cuenta su contexto histórico epistemológico.

Los artículos seleccionados datan del contexto latinoamericano siendo pioneros Argentina y Brasil; por esta razón se abrieron las fronteras hacia países de Europa en los que se esperaba sería diferente, entonces se encontró que en España principalmente se han trabajado de forma considerable estos conceptos y se observa como una preocupación; de la misma manera, se encuentra la posibilidad mayormente en unidades didácticas como propuesta iniciales, también el análisis de algunos contenidos y sus fuentes en libros de texto para la enseñanza y su introducción, además de aportes a la transformación del currículo directa e indirectamente por medio de la planeación, pero por ningún lado se encuentran reflexiones sobre la evaluación como una posibilidad para introducir de forma básica algunos de los conceptos actuales de la física relativista desde la evaluación como eje transversal y de planificación.

Para sistematizar la información se diseñó una tabla en Excel (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), en la que se organizaron los estudios por aspectos como: autor,

título, fecha y lugar de publicación además de las páginas y un resumen; lo anterior para ser más objetivo en el proceso de escoger cuales serían esos antecedentes más cercanos a las categorías planteadas inicialmente como línea principal de forma implícita, puesto que no se encontró una publicación que tenga como línea central la evaluación para el aprendizaje y pocas en relación con la introducción de nuevos espacios reflexivos por medio de la evaluación diagnóstica, pero si algunas que cumplen con otras categorías importantes para la práctica docente, en lo que direcciona la investigación a partir de la didáctica y sus diseños, currículo y transformaciones; además, de una relación o vínculo pedagógico preferiblemente desde las perspectivas de las pedagogías crítica y popular; desde lo anterior se encontró que:

Alemany y Pérez (2000) implementaron una propuesta didáctica con la cual pretendían esbozar normas esenciales de la enseñanza por cambio conceptual, teniendo en cuenta los siguientes factores (profesor, estudiantes y clima de aula); además, mostrar la utilidad del cambio conceptual en la “transición desde el pensamiento físico clásico al de la relatividad Einsteiniana desde un enfoque constructivista” (p.2). Estos autores pudieron concluir que las dificultades que encuentran los alumnos para asimilar el punto de vista de la teoría de la relatividad se deben generalmente a su falta de hábito en concebir el mundo físico como un entramado espacio-temporal de cuatro dimensiones (distinto al simple espacio tridimensional) con unas propiedades geométricas peculiares. Asimismo, los modelos de pensamiento de la Física de Newton cuando son asumidos plenamente por el estudiante, se resisten a su remodelación con el mismo vigor con que se resistían las ideas de la Física ingenua del sentido común (llamada por algunos «Física aristotélica») a ser sustituidas por las de Galileo-Newton. Por último, según Alemany y Pérez (2000) el aprendizaje por cambio conceptual ayuda a “ensanchar en la mente del estudiante su visión de la ciencia y del universo” (p.5).

También en el siguiente año estos autores en España, directamente en Barcelona Alemany y Pérez (2001) construyeron una propuesta didáctica en referencia a la enseñanza de la teoría de la relatividad mediante la cual pretendían llenar los vacíos detectados y solventar los malentendidos que todavía persisten en la docencia de este campo de la Física, a través de un refinamiento y mejora de las unidades didácticas utilizadas por los docentes, buscando mejorar la práctica docente a través de la implementación del cambio conceptual como estrategia metodológica. De la realización de esta propuesta concluyen que parece posible construir un proyecto didáctico alternativo en el tema de relatividad fundado en una perspectiva espacio-temporal de dicha teoría, lo que nos acerca mucho más al verdadero contenido de la misma que las unidades didácticas más usuales, pese a las dificultades surgidas al conectar las representaciones visuales y gráficas relativistas con las concepciones personales de los alumnos sobre las propiedades del espacio y el tiempo en el marco de su visión intuitiva del mundo.

También se encontraron en el contexto latinoamericano propuestas desde la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional del Centro por Arriassecq y Greca (2004) quienes presentan un artículo enfocado en las dificultades de los docentes y los textos de uso común, que se presentan para la enseñanza de la teoría de la relatividad especial en el ciclo polimodal, donde muestran una discusión profunda de los aspectos conceptuales relevantes donde se preguntan sobre qué temas enseñar, cómo hacerlo; además de algunas que guían a desde otros aportes de investigaciones en el área de enseñanza de la Física. Estas profesoras, Arriassecq y Greca (2006) también aplicaron una propuesta didáctica para introducir la Teoría Especial de la Relatividad en el nivel medio polimodal en Argentina a partir de los invariantes considerados no adecuados; han determinado objetivos-obstáculos que deberían ser superados por los alumnos en el contexto del aula y con la mediación de una propuesta didáctica para un aprendizaje significativo de la Teoría

de la Relatividad Especial (en adelante TER). La finalidad de la propuesta fue analizar las dificultades de los alumnos de ese nivel para construir conceptos, científicamente adecuados en el campo conceptual de la TER.

Los resultados obtenidos parecen indicar que los conocimientos que los alumnos utilizan frente a varias situaciones respecto de las nociones de “espacio”, “tiempo”, “sistema de referencia”, “observador”, “simultaneidad”, "postulado" y "teoría científica" no son totalmente adecuados para la comprensión de los conceptos correspondientes desde el punto de vista científico, pudiendo identificar varios teoremas no apropiados que los alumnos estarían utilizando para dar sentido a las situaciones propuestas. Ahora bien, según los autores es comprensible que los alumnos no hayan construido representaciones adecuadas respecto de los conceptos antes mencionados, dado que, en las clases de Física, por diversas razones, no es una práctica habitual realizar un abordaje de los temas combinando aspectos conceptuales, epistemológicos y psicológicos como tampoco es común tomar en consideración.

Otro aporte relacionado con las autoras y las contribuciones de la historia y la filosofía de la ciencia, en inclusión con la pedagogía para la introducción de la TER en la escuela secundaria se expone cuando Arriasecq y Greca (2002) realizaron un trabajo en el que el marco está constituido por tres ejes: epistemológico, psicológico y pedagógico. En la investigación se denota el epistemológico sustentado en Bachelard; también el componente psicológico se definió basándolo en una síntesis de las diversas perspectivas sobre el desarrollo de los conceptos que ayudan a interpretar cómo los estudiantes son capaces de conceptualizar algún contenido particular de la clase y el pedagógico en la metodología implementada. Los resultados obtenidos parecen indicar que la propuesta ha sido eficaz en cuanto a los aspectos motivacionales y ha proporcionado en los estudiantes la comprensión de algunos de sus conceptos.

De igual forma estas autoras Arriasecq y Greca (2002) concibieron un artículo acerca de algunas consideraciones históricas, epistemológicas y didácticas para el abordaje de la teoría de la relatividad especial en el nivel medio y polimodal, en el cual presentan una serie de consideraciones emergentes de aportes recientes de la Historia de la Ciencia, la Filosofía de la Ciencia y la Didáctica de las Ciencias, relevantes para la introducción de la Teoría Especial de la Relatividad (TER) en la enseñanza secundaria. Las autoras afirman que el estudio de casos históricos, como la TER, situándolos en la propia época que se generó la teoría, evitaría que los estudiantes se formen una imagen distorsionada de la metodología científica (de los científicos como “súper genios”), permitiendo visualizar el modo en que distintas ideas se van perfilando en concepciones más poderosas y se unen para formar entramados conceptuales, como lo son las teorías científicas.

Regresando al contexto europeo, se encontraron investigaciones dirigidas a las opiniones de los maestros sobre los desafíos conceptuales y su introducción a temas sobre el currículo de física por parte de Aykutlu, Bezen, Bayrak (2019) en Ankara capital de Turquía; este tuvo como objetivo determinar las opiniones de los maestros sobre los desafíos conceptuales experimentados en la enseñanza de los temas en los planes de estudios de física. Se utilizaron métodos de investigación cualitativa en el estudio, este se realizó con 38 profesores de física enseñando en 28 diferentes escuelas secundarias de Anatolia, durante los semestres de primavera 2012-2013 y otoño 2013-2014. Como resultado, los maestros afirmaron que los estudiantes tenían dificultades en la comprensión conceptual del movimiento, el torque y el movimiento armónico simple en Unidad de "Fuerza y movimiento", la naturaleza de partículas de la luz y la naturaleza de onda de las partículas en la unidad de "Física moderna", así como corriente variable, condensadores, bobinas, transformadores y elementos de circuitos electrónicos en la

unidad "Electricidad y electrónica". Concluyeron también que los desafíos que se experimentaron en general se derivaron de varios factores, como la falta de conocimiento de los estudiantes en términos de conceptos, existencia de conceptos erróneos en ambos, dificultades para comprender conceptos abstractos, deficiencias en matemáticas.

Por su parte, Pérez y Solbes (2003), realizaron un trabajo en el que se presenta un análisis sobre la enseñanza y el aprendizaje de la relatividad en la secundaria, centrándose un poco en la Teoría de la Relatividad Especial sin desconocer la general. Los investigadores concluyeron que muchos de los libros de texto utilizados en los niveles inferiores de la secundaria no presentan adecuadamente los conceptos de espacio y tiempo. Además, en la práctica habitual los profesores introducen de forma acrítica y poco reflexiva los conceptos desde orientaciones epistemológicas distorsionadas. Y finalmente, como consecuencia de la enseñanza recibida, los alumnos muestran un aprendizaje escasamente significativo y se consolidan poco las nuevas concepciones.

Tanto la descrita anteriormente como esta investigación se construyeron y publicaron en España generando conocimiento desde Pérez y Solbes (2006) con una reflexión en la cual se analiza el debate en torno a la utilización de la historia de la ciencia para orientar la didáctica de la relatividad en la enseñanza secundaria, a partir del debate acerca del uso de la historia de las ciencias para su enseñanza-aprendizaje y del cambio conceptual como modelo de aprendizaje, apuntando a algunas notas acerca de la evolución histórica de los conceptos que inciden en la enseñanza de la relatividad especial. Para los autores, es útil atender a las aportaciones que puede ofrecer la perspectiva histórica para la investigación didáctica sobre las ideas de los estudiantes, para favorecer su actitud positiva hacia la ciencia, para cambiar la enseñanza de la misma,

haciéndola más contextualizada en la sociedad y el entorno, asimismo, más útil y actualizada con el fin de mejorar el aprendizaje.

A manera de aplicar los estudios antes realizados, se unen Guisasola, Solbes, Barragués, Moreno y Morentin (2007) que realizaron una unidad didáctica como puente entre el contexto escolar y el contexto del museo, ésta apunta a la enseñanza de la Teoría Especial de la Relatividad a partir de la visita guiada a un museo: la exposición. La conclusión a la cual llegaron es que la visita a la exposición aumentó claramente el conocimiento y comprensión de los estudiantes sobre la Teoría Especial de la Relatividad; sin embargo, también encontraron algunos problemas respecto a la introducción de nuevos conceptos en el museo y la integración en un modelo científico, lo que indica que debe haber comunicación entre educadores y diseñadores de los museos, para que hablen el mismo idioma en el sentido de la veracidad de la información que se presenta.

Además, se encontraron propuestas desde la evaluación diagnóstica, una de estas dada por Tejedor (1997) con la intención de desarrollar un marco de referencia desde un análisis documental que permita conjugar las demandas de una evaluación formativa e integrada y el principio de atención a la diversidad, a través de la institucionalización de la evaluación inicial al comienzo del ciclo o curso en las etapas obligatorias de educación.

También Orozco (2006) en la Universidad Autónoma de Barcelona en un curso de traducción investiga sobre la evaluación diagnóstica, formativa y sumativa en la enseñanza de traducción, en la que propone una metodología con base en la diagnosis que le permita al estudiante sacar el máximo provecho de cada ejercicio realizado y en que el docente cumpla un papel de ‘facilitador’ del aprendizaje; es decir que, además de proponer los ejercicios, interviene únicamente en los momentos oportunos para dar indicaciones, fomentar o dirigir un debate,

señalar errores, plantear dudas, hacer puntualizaciones u ofrecer soluciones, según sea el caso. En esta investigación se realizan dos pruebas diagnósticas de seguimiento, una al inicio y otra al final del curso o asignatura, de este modo se pueden comparar los conocimientos de los estudiantes antes y después de la intervención para percibir su progreso. Concluyendo el proceso, dice que este tipo de evaluación parece especialmente acertada en el inicio de la enseñanza de la traducción general de lo que se puede aprovechar en esta investigación para una buena planeación de la enseñanza.

1.3 Justificación

Cuando se hace referencia a la planeación e introducción de la enseñanza de la relatividad en la escuela, se está hablando necesariamente de la planeación de la enseñanza con algunos conceptos o transformaciones conceptuales, que en muchas ocasiones riñen con el sentido común. En ese sentido, el direccionamiento de la investigación no habla de la instrucción matemática utilizada en el desarrollo de dicha teoría, ya que en su momento llevó a la construcción de espacios que se salen de la escuela, es el caso de geometrías diferentes a la Euclidiana, que desde el sentido matemático es complejo llevarla al aula rígidamente, pues conllevaría también al uso del cálculo tensorial, que se salen de los objetivos de esta investigación; pero sí trasponiendo el cambio en la idea o visión de algunos conceptos como por ejemplo espacio y tiempo, donde hay unas transformaciones para llegar al espacio-tiempo que ya en los trabajos revisados dan viabilidad, desde investigaciones dirigidas a la introducción de la relatividad en las escuelas.

A partir de esto, al reñir con el sentido común en conceptos como la “malla del espacio tiempo” que es inimaginable, se comprende como una propuesta que lleva al estudiante a pensar en ciencias y tener vínculos que le llamen la atención para la formación de futuros científicos a

través la curiosidad y la actualidad. Con la introducción de algunos de estos conceptos en el aula se estaría beneficiando una sociedad que reclama transformaciones en la misma, desde las formas de pensar, hasta las implicaciones directas en las ciencias para superar el desinterés de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias, comenzar con una enseñanza de las ciencias más contextualizada en la sociedad y el entorno, de manera que sea útil, actual y participativa para sus actores; pues en últimas lo que se pretende es que toda esta “enseñanza ayude a ensanchar la mente de los estudiantes, al igual que su visión de ciencia y universo” (Alemany y Pérez, 2000, p.8).

La escuela y la sociedad como estructuras de acogida deben estar a la par con los cambios y los desarrollos científicos por la indisolubilidad que se da entre estos, la sociedad está sometida a estas transformaciones desde el desarrollo tecnológico y además de muchos otros lugares; en cambio, en la enseñanza de la física existe una ruptura, puesto que las concepciones teóricas ligadas al paradigma actual en ciencias están desligadas con algunos conceptos enseñados hoy en las aulas de clase; es decir, se enseña una física descontextualizada con el desarrollo científico. ¿Acaso no es un ideal en educación atender a los cambios conceptuales que se generan desde los avances científicos, y aún más cuando dicha transformación ha llevado al cambio de paradigmas? Desde este sentido se toma la planeación de la enseñanza y el aprendizaje de la teoría de la relatividad, como una oportunidad para reflexionar sobre la creación de la ciencia, la evolución de los conceptos, al mismo tiempo que ilustra sobre las relaciones entre la física, la cultura y la sociedad (Pérez y Solbes, 2006).

Los aportes conceptuales desde la enseñanza de la ciencia se generan directamente de los conceptos de espacio y tiempo como absolutos, denominados en algunos casos como absolutos newtonianos y son criticados por Ernest Mach. Dice Mach (1919) que si el espacio y el tiempo

absolutos, en la concepción newtoniana, quedan por fuera del alcance experimental, deben ser abandonados por ser conceptos superfluos, y “permaneciendo en el terreno de los hechos, no se conoce otra cosa que el espacio y tiempo relativos” (Mach, 1919, p.243). En consecuencia, dice Mach, no tiene importancia física hablar de movimiento absoluto, y el único movimiento verdadero, físicamente real, de un cuerpo es su movimiento relativo (respecto a los demás cuerpos del universo, ya sean cercanos a éste o lejanos. También influye desde el conocimiento teórico en la mejora de la comprensión de espacio-tiempo como la existencia de una cuarta dimensión sustancial, de igual manera, la equivalencia masa-energía y el papel de los principios de conservación en los fenómenos energéticos se hacen más claros (Pérez y Solbes, 2006).

El aporte que esta propuesta hace a la enseñanza, afecta directamente la práctica docente además de las prácticas experimentales permeadas por conceptos intrínsecos en los cambios de paradigma, por ejemplo la cercanía que tienen desde la idea de espacio y tiempo como absolutos en las concepciones de Newton y en base a la filosofía de Kant, que han llevado a que la enseñanza y la experimentación se den de una forma tradicional, no rechazando a esta última desde las técnicas, pero sí desde los contenidos de enseñanza y la actualidad con la que estos se presentan; además con la propuesta de la relatividad surgen los experimentos mentales utilizados por Einstein y de gran trascendencia en la física y ahora en la escuela. Para el estudiante se dan mejoras en la comprensión de la propia física clásica, a partir del acercamiento con la relatividad, al mostrar los límites de validez y las diferencias entre ellas; también se proporciona al alumno y sostiene al profesor desde acercamientos propuestos a partir de la cultura científica actual, teniendo como base la planeación de la enseñanza para su introducción en la escuela.

El aporte que esta propuesta hace a la evaluación directamente se da desde la visión de planeación de la enseñanza vista no solo como procesos relacionados con la didáctica sino los

aportes que se dan desde la evaluación diagnóstica y se ha mostrado como posibilidad de la introducción de algunos temas en los planes de área, en diferentes áreas ahora mostrándose para la planeación de la enseñanza de física en las escuelas.

Como la evaluación permea y es un eje transversal en los procesos educativos generando reflexión y transformaciones, más aún cuando puede ser vista como una posibilidad de planeación de la enseñanza sobre muchos temas, en este caso sobre la relatividad en la escuela; transformando tiempos, formas de evaluar, enseñar, aprender diferentes y contextualizadas; acorde con esta postura, se podría ver la introducción de la relatividad por medio de la evaluación como una línea de investigación reciente, puesto que la propuesta de introducción de estas áreas en física moderna para la escuela también lo es; de igual manera, puede generar preguntas desde la didáctica y el conocimiento científico para la formación en el gusto, inclusive preguntarse por la motivación de aprender. En virtud con lo anterior, para esta propuesta se plantea la pregunta que direccionará la investigación: ¿cuáles son las contribuciones de la evaluación diagnóstica como estrategia para la introducción de la enseñanza de la relatividad en educación media? ¿cómo la evaluación diagnóstica se convierte en estrategia y posibilidad para la planeación de la enseñanza de conceptos de relatividad, para la educación media?, la relación de los conceptos con la evaluación permitirá una retroalimentación constante del proceso de enseñanza aprendizaje y su posible introducción en el currículo.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Analizar la evaluación diagnóstica inicial como posibilidad para el diseño de una unidad didáctica que permita la introducción de algunos conceptos de relatividad, en estudiantes del grado once de la Institución Educativa Centro Formativo de Antioquia-CEFA-.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar mediante la evaluación diagnóstica inicial las actitudes y conocimientos que tienen las estudiantes sobre física relativista que posibiliten su enseñanza.
- Describir algunos elementos que desde la evaluación diagnóstica posibiliten el diseño de una unidad didáctica sobre relatividad para la educación media
- Describir algunos aportes de la evaluación diagnóstica como posibilidad para el diseño de unidades didácticas en la enseñanza de la relatividad.

2. Marco Referencial

Desde la línea investigativa sobre evaluación para el aprendizaje y en coherencia con el propósito de la investigación, se fundamenta teóricamente desde los siguientes referentes: la Evaluación diagnóstica inicial y sus instrumentos, las actitudes iniciales para el aprendizaje además de conceptos o conocimientos básicos sobre relatividad para llevar a cabo el diseño de la unidad didáctica, donde se describirán algunos criterios para su construcción. Se hará una introducción base referente a la concepción sobre evaluación en esta investigación que va a penetrar en el proceso de planeación de la enseñanza para la comprensión de algunos conceptos de la relatividad en la escuela.

2.1 Evaluación para el Aprendizaje

La evaluación se ha concebido durante mucho tiempo como un peso que recae, se impone e implanta la competitividad y no la valoración de capacidades, así mismo de habilidades de los estudiantes y su proceso; el profesor ha sido el que la planea, aplica y luego muestra los resultados a los estudiantes, que normalmente son ajenos a todo el proceso evaluativo. Se hace presente la necesidad de que la evaluación tenga otro sentido y se deba reflexionar sobre esta, el sentido que da dirección es hacia el aprendizaje y debe ser entendida como un proceso de construcción constante en el que se genera la participación de todos, pero no de manera superficial, sino de manera consciente, libre, crítica y reflexiva; en donde el aprendizaje del otro sea tenido en cuenta para mejorar, debe permitir corregir y mejorar las prácticas educativas.

Para que este tipo de evaluación se promueva, en dirección del aprendizaje de los estudiantes desde la autorregulación y búsqueda de mejoras tanto personales como institucionales, se considera y plantean poner en práctica algunos requisitos fundamentales:

- Las tareas de evaluación deben ser tareas de aprendizaje: La evaluación y el aprendizaje han estado separados y específicamente la evaluación ha servido para separar al profesor del estudiante. Pero hace algún tiempo diversos paradigmas de evaluación han planteado las tareas de evaluación como tareas de aprendizaje, en donde los estudiantes crean con sus habilidades, intereses, destrezas, talentos y potenciales una respuesta ante una tarea. Para que las respuestas de los estudiantes a estas tareas sean creativas, estas deben ser auténticas; es decir, deben ser realistas y que les permitan a los estudiantes desplegar estrategias para la creación de respuestas que se acoplen a su vida real.
- De la retroalimentación a la pro alimentación: Es necesario que la retroalimentación se haga de manera oportuna para la consolidación del aprendizaje y para la autorregulación del mismo. A diferencia de la retroalimentación, la intención de la pro alimentación va más allá, proporcionando no sólo información útil para la mejora del desempeño presente, sino para mejorar futuras tareas académicas; es decir, no sólo se piensa en adquirir y reflexionar sobre los conocimientos anteriores sino sobre las posibilidades de aprendizaje.
- El proceso de evaluación debe implicar activamente a los estudiantes: los estudiantes deben ser también sujetos que evalúan, deben tener un papel activo, sobre todo en los procesos y actividades de aprendizaje y evaluación para que así sean capaces de planificar y mantener un seguimiento de su propio proceso de aprendizaje de forma autónoma.

Las principales modalidades de evaluación que involucran a los estudiantes son:

- Autoevaluación: Evaluación de un estudiante a sí mismo.

- Evaluación entre iguales: Evaluación de uno o varios estudiantes a otro u otros estudiantes.
- Coevaluación: evaluación conjunta entre uno o varios estudiantes y el profesor. (Rodríguez e Ibarra, 2011, p.37).

2.1.1 Estrategias Evaluativas

Las estrategias de evaluación se pueden definir como: la selección y combinación de métodos, técnicas y recursos que utilizará el profesor para valorar el aprendizaje de los estudiantes. Para el diseño de estas estrategias es necesario que el profesor tome en cuenta el objetivo de la evaluación y dirija las actividades evaluativas a la corroboración del logro de los aprendizajes y al desarrollo de habilidades o competencias de los alumnos (Dirección General de Desarrollo Curricular, 2012). Según Barriga (2006) de manera más específica, los elementos de las estrategias de evaluación son:

- El método, como el acto que el profesor utiliza para la enseñanza y que sirve como base para el diseño y aplicación de las estrategias.
- La técnica, como la actividad que desarrollarán los estudiantes para demostrar el conocimiento adquirido, lo cual sirve para que los profesores obtengan evidencias acerca del desarrollo del alumno durante el proceso de enseñanza-aprendizaje o al final del mismo.
- El instrumento, como el medio o recurso que permite valorar resultados o verificar el grado en que se han logrado los objetivos y evaluar características y comportamientos de los alumnos. Además, es posible adaptar el instrumento de acuerdo con la evidencia o situación a evaluar. (p. 59)

Las estrategias evaluativas pueden ser un eje transversal en cualquier disciplina, además son cambiantes en cuanto a la evolución que se puede generar en las prácticas pedagógicas y las preguntas sobre ¿Cómo?, ¿Cuándo? y ¿Qué? enseñar y evaluar; en esta investigación son las que nos ayudarán a comprender la planeación desde la evaluación; es decir, ver estas como estrategias evaluativas para el aprendizaje. El diseño de instrumentos para promover la autorregulación del aprendizaje en el aula tenidos en cuenta por Polanco (2010) que según el autor los elementos primordiales para generar una autorregulación en los estudiantes:

- La comunicación de los objetivos y la comprobación de la representación que de ellos se hacen los alumnos.
- El dominio, por parte del que aprende, de las operaciones de anticipación y planificación de la acción.
- La apropiación, por parte de los alumnos, de los criterios e instrumentos de evaluación de los enseñantes.
- La autogestión de las dificultades y errores surgidos a lo largo del proceso de aprendizaje. (p. 558.)

Además, de la flexibilidad y adaptaciones se reconocen que las estrategias evaluativas permiten llevar a cabo procesos de acuerdo con el enfoque educativo que se pretenda, ojalá direccionado a enseñar desde la actualidad sin dejar a un lado los procesos de conocimiento ya construidos; es decir, dejar de lado las formas de concebir tradicionalmente los espacios evaluativos, relacionados con un enfoque que va más allá de la nota y calificación, sino desde las transformaciones que se dan a partir de procesos de valoración que comienzan surgir con vista hacia el aprendizaje, sin dejar la planeación y reflexiones sobre la enseñanza; desde el cual se debe considerar, plantear y diseñar el objetivo o método de enseñanza con el que se iniciará el

proceso educativo, los medios o situaciones con los que el alumno demostrará los conocimientos adquiridos además de los instrumentos que se utilizarán para observar o valorar los saberes y de esta manera construir o aprovechar estrategias de evaluación.

En este sentido se encontró la evaluación diagnóstica como estrategia en el proceso de planeación e introducción de conceptos actuales, no hay duda de que su uso incide en la calidad de los procesos de aprendizaje, pero más aún en la planificación de la enseñanza que afecta en la formación de los alumnos y en los resultados que se pueden obtener.

2.1.2 La Evaluación Diagnóstica

Es un aporte a las relaciones entre la enseñanza, didáctica y pedagogía desde los ámbitos de planeación y organización algunos autores como Jorba y Sanmartí (1994) comprenden la evaluación diagnóstica desde un amplia gama de posibilidades no dirigidas solamente a la planificación sino a la enseñanza misma desde la diferencias entre las formas y gustos de aprender, por lo menos para este contexto y deja reflexiones abiertas para los otros; como todos aprendemos diferente se nos debe evaluar diferente, es una de las reflexiones sobre lo propuesto por los autores.

Estos estudiosos proponen la evaluación diagnóstica como un proceso, el cual no es dependiente ni manipulado sólo por el maestro, sino que es con el estudiante y el principio de autorregulación quien construye la posibilidad, siempre y cuando el maestro tenga en cuenta una serie de técnicas e instrumentos que pueden ayudar a construir un análisis como comunidad escolar y darle voz a esta, permitiendo interpretaciones y generando posibilidades que antes estaban desconocidas; lo anterior teniendo en cuenta las necesidades del contexto y los temas sobre los cuales se piensa planificar la enseñanza. También se genera la posibilidad de cuestionarse sobre los gustos, las necesidades, las actitudes; que son puntos esenciales en los

procesos de aprendizaje y mucho más cuando se relaciona lo que se quiere aprender, con lo que se necesita; además de los procesos que están ligados al desarrollo social, científico, político y económico, conocimientos básicos necesarios para que los estudiantes tomen posiciones críticas sobre diferentes temas y su construcción como personas.

En síntesis y en relación con las palabras de los autores, se puede hablar de evaluación diagnóstica inicial como el primer paso de regulación donde se pone cuestión sobre del proceso de enseñanza aprendizaje. Poner la diagnosis en práctica permite planear y organizar la programación a características de los estudiantes, facilitar la toma de conciencia del punto de partida por parte del que aprende, ordenar actividades teniendo en cuenta los prerrequisitos de no son muy claros en el estudiante, organizar el grupo y sus modos de trabajo en los diferentes espacios de clase, etc.

Determinar la situación de cada estudiante antes de iniciar un determinado proceso de enseñanza/aprendizaje para, de esta manera, poder tomar conciencia de las necesidades (profesorado y alumnado) y ser capaz de adaptarse a ellas. La toma de conciencia del punto de partida por parte del que aprende, es el que adquiere singular relevancia si se contempla la evaluación inicial desde la perspectiva de la autorregulación. Bajo el punto de vista de las teorías que relacionan meta cognición y aprendizaje, es imprescindible poder adaptar los dispositivos didácticos a las necesidades del aprendizaje de los estudiantes y facilitar que sean ellos mismos los conductores de su evolución. Pero para que ello pueda ser efectivo es imprescindible partir de una evaluación (y autoevaluación) diagnóstica inicial que, en el punto de partida del aprendizaje de uno determinados contenidos, ponga de manifiesto los aspectos relevantes: Concepciones, actitudes y hábitos sin dejar a un lado los prerrequisitos de aprendizaje como se muestra en la

Figura 1.

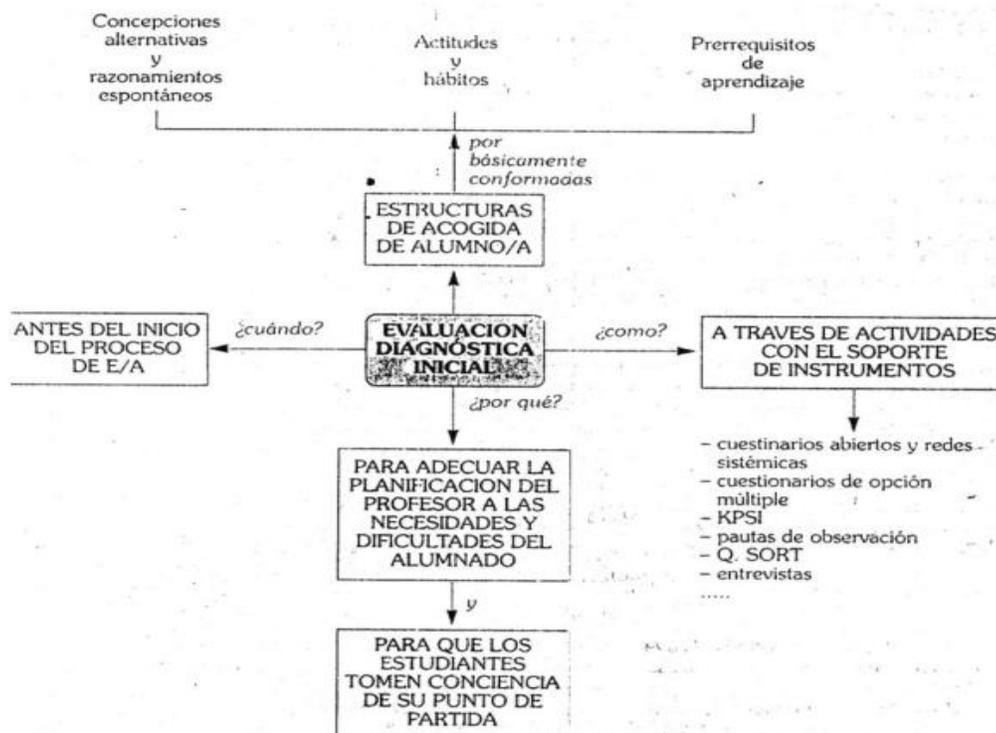


Figura 1. Consideraciones para una evaluación diagnóstica inicial (Jorba y Sanmartí, 1994, p. 45)

Desde lo anterior se proponen unas herramientas propias de la evaluación diagnóstica inicial que posibilitan integrar de una forma variada el proceso y las formas de recolección además de qué tipo de información se está buscando. En ese sentido desde Jorba, y Sanmartí (1994), plantean que algunos de los instrumentos que se han mostrado útiles para llevar a cabo evaluación diagnóstica son:

- La combinación de cuestionarios abiertos Los cuestionarios con opciones cerradas.
- Los informes personales o KPSI.
- Pautas de observación. (p.97)

2.2 Actitudes para el Aprendizaje

La motivación es lo que induce o anima a una persona a llevar a la práctica una acción. Es decir, estimula la voluntad de aprender, aunque muchas veces de voluntad no es suficiente, pero si necesaria en las relaciones humanas. El papel del docente en su práctica debe pretender inducir motivos en sus alumnos en sus aprendizajes y comportamientos para aplicarlos de manera voluntaria a los trabajos de clase, una actitud implica un ejercicio de evaluación sobre el cual convergen una multiplicidad de creencias entorno al objeto sobre el cual se reacciona, lo que determinara que el tipo de comportamiento emitido se favorable o desfavorable.

La motivación escolar no es una técnica o método de enseñanza particular, sino un factor cognitivo bastante importante presente en todo acto de aprendizaje. La motivación condiciona la forma de pensar del alumno y con ello el tipo de aprendizaje resultante. La actitud de una persona hacia una conducta puede ser estimada al multiplicar la evaluación de cada consecuencia de la conducta por la probabilidad subjetiva de que la realización de la conducta lo llevará a tal consecuencia y sumando los productos para el total de las creencias (Ajzen y Fishbein, 1974).

Según los autores los factores que determinan la motivación en el aula se dan a través de la interacción entre el profesor y el alumno. En el profesor es de gran relevancia la actuación (mensajes que transmite y la manera de organizarse). En cuanto al alumno la motivación influye en las rutas que establece, en las perspectivas asumidas, en las expectativas de logro, en las atribuciones que hace de su propio éxito o fracaso. Estos factores o rutas se pueden ver como las metas que logra el alumno a través de la actividad escolar, de igual manera que la motivación intrínseca en la tarea misma y en la satisfacción personal, sin dejar a un lado autovaloración de su desempeño. Las actitudes tienen un carácter multidimensional que integra diversos componentes: cognitivo afectivo-evaluativo y conductual, aunque para la mayoría de los autores

el componente afectivo-evaluativo se considera como el elemento más esencial o específico de la actitud.

Según Acosta (1998), los tres grandes pilares de la motivación son: creencias, razones y reacciones. Las creencias son todas las ideas que los niños tienen sobre sí mismos con referencia al mundo exterior en algún momento se podrían comparar con las ideas previas o en construcción que tienen los estudiantes; las razones son aquellas explicaciones que respaldan la acción del otro; y las reacciones son las formas en que el niño responde a los estímulos del mundo. Una actitud se adquiere automáticamente hacia un objeto en cuanto se aprenden las asociaciones de éste con otros objetos de los cuales ya se tienen actitudes previas. Estas actitudes son evaluaciones del atributo y son una función de las creencias que unen un nuevo atributo a otras características y a las evaluaciones de dichas características (Ajzen y Fishbeim, 1974).

Una de las estrategias más importantes para la motivación es el desarrollo de la creatividad, que se asume en esta investigación como ayuda desde la experimentación mental; y que según Carrasco y Basterretche (1998) “es la capacidad de asociar, seleccionar, reestructurar, organizar así mismo transformar las experiencias pasadas o la información recibida en combinaciones únicas que dan lugar a nuevos aprendizajes” (p. 199), es la posibilidad de generar conocimientos que es uno de los mayores retos de la escuela, unirse para la construcción de conocimiento y para eso deben ampliarse los marcos de estos.

Para desarrollar el pensamiento creativo y crítico es necesario que el niño cultive un pensamiento que por lo menos uno mismo considere fructífero; es decir, que resuelva un problema para sí, que pueden ser causados por el gusto y la curiosidad de conocer, que se permita la libertad de expresión sin preocupación por las respuestas correctas, que use sus

talentos y habilidades singulares en relación con las propuestas de equipo y lo que conlleva la relación con el otro, que recurra a su propia experiencia, que resignifique las formas de pensar, creer, construirse, que reordene el material por su cuenta, que descubra las relaciones nuevas entre los hechos y las ideas, que programe actividades que le permitan formar nuevos modelos y que le guste lo desconocido, en pocas palabras que imagine coherentemente o sea un experimentador mental para todos los ámbitos.

2.3 Planificar la enseñanza: Un encuentro entre la Disciplina y la Evaluación Diagnóstica

Una forma de planificar la enseñanza es por medio de la unidad didáctica que presenta diferentes criterios para la toma de decisiones acerca del diseño de estas con cuestiones como ¿Qué elementos enseñar sobre un tema? ¿Cómo evaluarlos y enseñarlos en dicho contexto? ¿Cómo se reflexiona sobre la práctica? Diseñar una unidad didáctica para llevarla a la práctica es un aspecto interesante, pero los diseños que comúnmente se llevan se dan con temas que ya están interiorizados en los planes de estudio; en el caso de la introducción de la relatividad lleva a que antes del diseño se prevean otras cuestiones que se pueden tener en cuenta desde la evaluación diagnóstica inicial.

Los criterios para el diseño de la unidad didáctica según Palacios y Cañal (2000) son la base para la construcción de la misma; por esto se dará un esbozo de los principales:

- Criterios para la selección de contenidos.
- Criterios para organizar y secuenciar los contenidos.
- Criterios para la selección y secuenciación de actividades.
- Criterios para la selección y secuenciación de las actividades de evaluación.
- Criterios para la organización y gestión del aula. (p.2).

Se tienen en cuenta que aunque el proceso está planteado como algo lineal, de hecho, nunca es así. Este proceso es complejo, relaciona muchas variables, y por ello no se puede considerar que haya un camino único, sino más bien un ir y venir constante sin ser cíclico ni reiterativo transformándose frente a la reflexión, y se puede entrar en él por muchos caminos distintos negándose la posibilidad de readaptación, como se observa en la Figura 2:

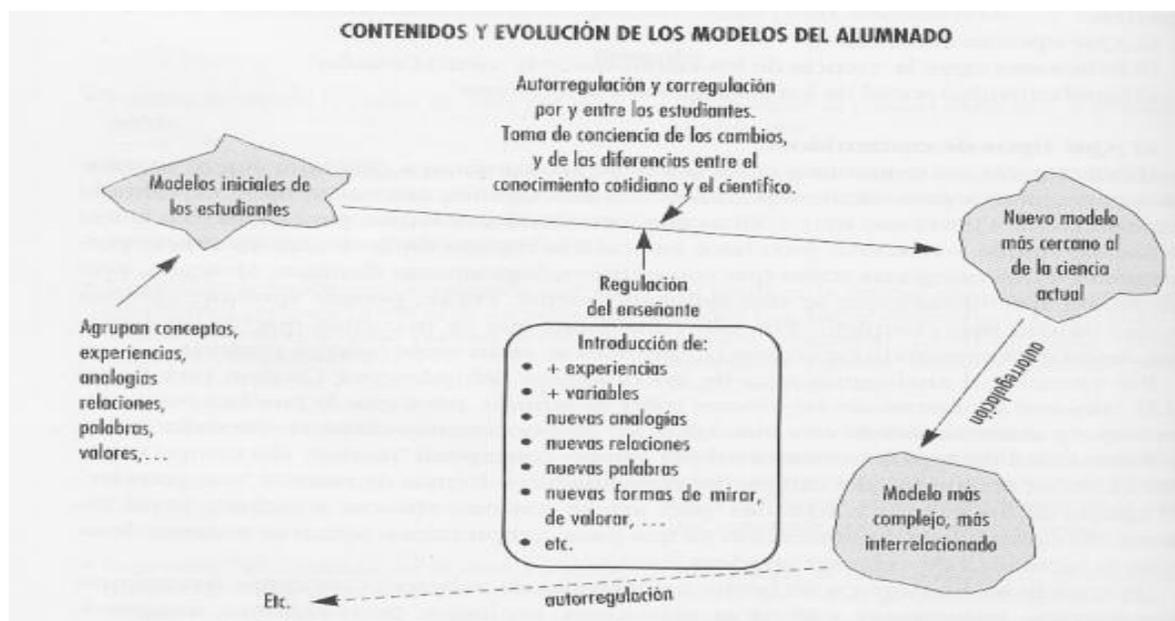


Figura 2. Contenidos y evolución de los modelos del alumnado (Perales et al, 2000, p.8).

2.3.1 Criterios para la Definición de Finalidades/Objetivos

Los objetivos que son los que sin duda guían la selección de contenidos y actividades, son el vector dirección de la unidad didáctica, en el caso de la enseñanza y evaluación de las ciencias estos objetivos deben estar acordes a unas finalidades que se deben desprender del aprendizaje científico que es abordado desde múltiples ramas y dependen del gusto del profesor, sus intereses y conocimientos. En la formulación de los objetivos de una unidad didáctica se pretende

especificidad y coherencia además deberían ser pocos, básicos, y estar en consonancia con el tiempo previsto de enseñanza.

Las grandes listas de objetivos no sirven para nada ya que ni priorizan, ni se pueden cumplir. La construcción de estos debe tener una perspectiva dinámica desde las finalidades, hasta el punto de vista del estudiante y el contexto; los autores ejemplifican su elaboración con la siguiente tabla:

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Formularlo desde el punto de vista del estudiante | <i>"Al finalizar la unidad didáctica, el estudiante tendría que..."</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Plantearlo como un desarrollo de sus capacidades (es difícil poder anticipar cual será el final del proceso, pero sí que se puede plantear como objetivo desarrollar capacidades) | <i>"Al finalizar la unidad didáctica, el estudiante tendría que haber desarrollado la capacidad de..."</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Especificar la acción que se pretende que los estudiantes apliquen (a través de un verbo de acción no genérico como podrían ser los de "saber" o "comprender") | <i>"Al finalizar la unidad didáctica, el estudiante tendría que haber desarrollado la capacidad de aplicar, comparar, poner en duda, revisar, identificar, explicar, deducir, analizar, planificar, justificar, etc..."</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Especificar el contenido | <i>"Al finalizar la unidad didáctica, el estudiante tendría que haber desarrollado la capacidad de aplicar la visión cinético-molecular de la materia, el principio de la degradación de la energía, construir gráficos proporcionales..."</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Especificar el contexto en el cual los estudiantes deberían demostrar sus aprendizajes ya que el contexto permite delimitar el objetivo e identificar su finalidad | <i>"Al finalizar la unidad didáctica, el estudiante tendría que haber desarrollado la capacidad de aplicar la visión cinético-molecular de la materia, a la interpretación de fenómenos macroscópicos como por ejemplo, la dilatación"</i> |

Figura 3. Consideraciones para la redacción de objetivos específicos (Perales y Cañal, 2000, p.6)

2.3.2. Criterios para la Selección de Contenidos.

Los contenidos en ciencias y su formación básica deberían estar permeados por la epistemología y la historia; además construirse de una manera agradable en donde las transformaciones se den dependiendo del contexto, en este sentido, se debe reflexionar en cuanto la relación entre el conocimiento científico y su enseñanza. Se proponen tres aspectos que en esta

investigación se entrelazan con los contenidos y su reflexión, para empezar a direccionar y secuenciar los mismos.

- a) ¿Qué tipos de contenidos?
- b) Relaciones entre la “ciencia de los científicos” y la “ciencia escolar”
- c) Significatividad social de los contenidos a seleccionar

2.3.3. Criterios para Organizar y Secuenciar los Contenidos

Cada unidad didáctica así tenga contenidos similares debe elaborarse de forma contextualizada, planificada por niveles; además de una coherencia, estas reflexiones conducen a reconocer que es necesario tomar decisiones argumentadas didácticamente acerca del orden de presentación o planeación de la enseñanza y evaluación de las nuevas ideas a construir. Desde este punto de vista los autores refieren que parece razonable tener en cuenta variables como: su posible grado de concreción vs abstracción, el nivel de simplicidad vs complejidad, su carácter más general vs particular y, también y muy especialmente, la proximidad con las intuiciones o ideas previas de los alumnos y alumnas.

2.3.4. Criterios para la Selección y Secuenciación de Actividades

Las actividades son esenciales en el proceso de desarrollo de la Unidad didáctica, estas se diferencian no sólo por los contenidos que introducen, sino sobre todo, por sus finalidades didácticas y la posición, sesgo o intereses del maestro que tiene un papel esencial en el papel de construcción; es decir, por la función que el enseñante cree que puede tener en relación al proceso de enseñanza, diseñado a selección y secuenciación de las actividades que depende del modelo o enfoque que cada profesor tiene, acerca de cómo aprenden mejor sus alumnos. Así, desde un modelo transmisivo de enseñanza, la explicación del enseñante, la lectura del libro de texto y las experiencias de tipo demostrativo, se consideran básicas.

Se pueden planear diferentes actividades, pero se sugiere tener una coherencia, presentada desde el inicio permeado siempre por el proceso evaluativo y de retroalimentación continúa propuesta en desde la evaluación para los aprendizajes en relación con la didáctica se tienen:

- ❖ Actividades de iniciación, exploración, de explicitación, de planteamiento de problemas o hipótesis iniciales.
- ❖ Actividades para promover la evolución de los modelos iniciales, de introducción de nuevas variables, de identificación de otras formas de observar y de explicar, de reformulación de los problemas.
- ❖ Actividades de síntesis, de elaboración de conclusiones, de estructuración del conocimiento.
- ❖ Actividades de aplicación, de transferencia a otros contextos, de generalización.

Dependiendo de la finalidad didáctica se organizan y planean las actividades como se muestra en la Figura 4.

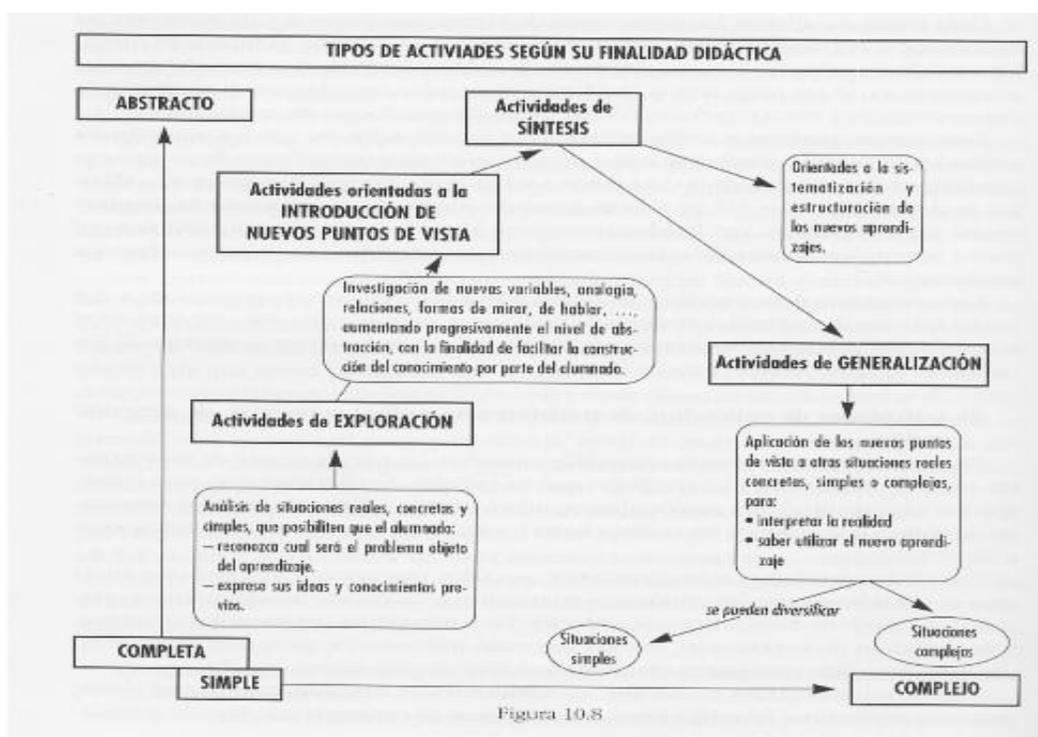


Figura 4. Tipos de actividades según finalidad didáctica (Perales et al, 2000, p.16).

2.3.5 Criterios para la Selección y Secuenciación de las Actividades de Evaluación

La evaluación en este trabajo es un eje transversal, pero en referencia muy especial, a la autoevaluación formativa que tiene la función de motor de la evolución o cambio de las representaciones iniciales. Por ello, en el diseño de una unidad didáctica es fundamental la toma de decisiones acerca de qué actividades de evaluación introducir, en qué momento sus actividades y qué aspectos son los importantes evaluar durante todo el proceso de planificación, enseñanza, evaluación y aprendizaje. En ese sentido, un proceso de enseñanza y sus bases pueden ser descritas en la Figura 5.

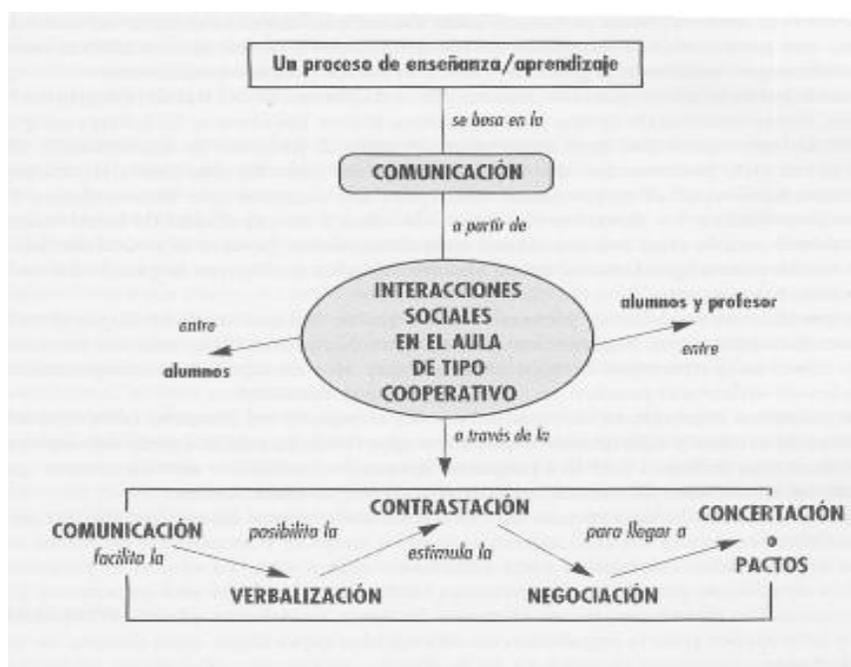


Figura 5. Un proceso de enseñanza/aprendizaje (Perales et al, 2000, p.19).

2.4 Fundamentos Básicos de Relatividad

En la física se tratan gran cantidad de conceptos que permean casi todas sus ramas los cuales son cambiantes, de igual manera, la ciencia es una construcción social e histórica que posibilita el progreso y las revoluciones en la misma entonces está en evolución constante. Desde las teorías de la relatividad, Albert Einstein, Ernst Mach, Lorentz y otros transforman las ideas de algunos conceptos clave como: movimiento, gravedad, el espacio-tiempo, la velocidad de la luz; entre otros.

2.5 La Experimentación Mental en la Relatividad

El análisis de los cambios fueron los que generaron las inquietudes en el hombre, la reflexión de estos en relación con otros factores como el tiempo, el territorio y otros son estudio en múltiples ciencias y disciplinas que experimentan la naturaleza y a este mismo desde la perspectiva de Mach (1919) “Observando los cambios que sobrevienen a su alrededor, el hombre acumula las experiencias. Los cambios que más le interesan son aquellos sobre los cuales puede voluntariamente ejercer una influencia [...] y es sobre estos cambios que lleva la experimentación” (p.159).

Desde las experiencias se van construyendo formas de pensar, ver e imaginar el mundo como observadores y en relación con estas se va fundando una realidad, la cual tenga o debería tener correspondencia, en este sentido podría decirse entonces que la realidad se construye a partir de las ideas y creencias, muchas de estas desde perspectivas teóricas a las que el hombre se ha acercado, lo que implica es que esta no sea una realidad inalterable e inmodificable sino cambiante y de motivación para aprender e investigar. La capacidad de traer a la mente imágenes que se han vivenciado o se pueden crear, nos permite crear lazos entre lo que se observa y se piensa; además podría ser una de las habilidades básicas en cuanto el ser humano debe

reflexionarse, pero también visualizarse y más aún en el contexto para la formación científica.

Desde esta perspectiva Mach (1905) dice que “Podemos encontrar en el recuerdo, detalles que no habían atraído nuestra atención en el momento de la observación inmediata” (p.160).

Por otro lado, se genera la relación entre experimentación mental y experimentación física, ambas tan íntimamente relacionadas que separarlas se hace imposible; sin embargo, pareciese que en las últimas décadas la utilización del instrumento de medición lleva a considerar una supremacía de la segunda sobre la primera, por otro lado, pero en concordancia la historia de la física ha mostrado que las ideas y la imaginación han precedido a dicha experimentación local.

Tampoco puede ocultarse que la búsqueda de datos conlleva una gran inversión ya no solo en tiempo sino también en recursos, con base en lo anterior Mach (1905) expresa, “Tenemos nuestras representaciones en nuestra mano más fácilmente que los hechos físicos mismos y experimentamos con los pensamientos, por así decir, con menos gasto” (p. 160). Además, se tiene que “la experimentación mental es también una condición previa necesaria de la experimentación física; todo experimentador, todo inventor debe tener en la cabeza su dispositivo antes de realizarlo materialmente” (Mach, 1905, p. 160). Esto último que se menciona, corresponde al uso de la experimentación llevada más como un proceso, posibilitando el cambio y que no sea vista como un producto, es decir, que dicha actividad experimental debe llevarse a cabo teniendo en cuenta la relación entre la experimentación mental y la física, donde se le dé igual relevancia a las ideas, la imaginación, la interpretación y que no solo se tome el dato y los procedimientos cuantitativos y concretos como los únicos, válidos y verdaderos en los momentos de la experimentación; abriendo paso a la abstracción y las posibilidades infinitas de la mente.

Mach (1905) en el capítulo XI de su texto *Conocimiento y error* hace alusión a que “se comprende que Platón haya sido conducido a pensar que todo lo que se estudia y todo lo que se aprende no sea sino un recuerdo” (p. 167). Téngase presente que es la imaginación la que actúa, la adivinación hace parte de los procesos experimentales, debe aclararse además que me refiero netamente a la experimentación mental, a ese instante de idealización del juego antes de ejecutar la acción; en este sentido Mach (1905) presenta en su trabajo el bosquejo de que “si la experimentación mental no nos conduce a ningún resultado bien determinado, antes de pasar a la experimentación física tenemos la costumbre de tratar de adivinar ese resultado y aceptamos provisoriamente una determinación aproximada”(p. 166). Como mediadora o puente entre la idea y la acción Mach (1905) plantea que “es necesario hacer variar las circunstancias que influyen sobre un resultado y lo que es mejor es imaginar una variación continua que pase revista a todos los casos posibles” (p. 162).

Resulta interesante desde esta perspectiva, cómo las ideas previas permean la forma de imaginar además que el acercamiento a ciertos conocimientos y contextos podría ayudar a que los sujetos tengan mejores posibilidades de llevar a cabo experimentos mentales, con amplios rangos de interpretaciones y nuevas posibilidades de aprendizajes, en relación con la construcción del conocimiento.

3. Metodología de Investigación

3.1 Enfoque

La investigación se inscribe en un paradigma o enfoque cualitativo, porque tiene como prioridad las visiones o posturas que tienen las personas o representantes sobre lo vivenciado, desde la existencia de múltiples realidades construidas por estos actores, en su relación con la realidad social en la cual viven. Realidad que es cambiante, en movimiento, múltiple y holística. De acuerdo con Martínez (2011): “La investigación cualitativa esencialmente desarrolla procesos en términos descriptivos e interpreta acciones, lenguajes, hechos funcionalmente relevantes y los sitúa en una correlación con el más amplio contexto social” (p.11). Por tal razón rara vez se asignan valores numéricos a sus observaciones, sino que se prefiere registrar sus datos en el lenguaje de los sujetos. “En este enfoque se considera que las auténticas palabras de éstos resultan vitales en el proceso de transmisión de los sistemas significativos de los participantes, que eventualmente se convierten en los resultados o descubrimientos de la investigación” (Martínez, 2011, p. 11).

3.2 Método de Investigación

Como método se utilizó el estudio de caso planteado desde Martínez (2011), quien considera que:

Es una investigación que mediante los procesos cuantitativo, cualitativo o mixto; se analiza profundamente una unidad para responder al planteamiento del problema, probar hipótesis y desarrollar teoría. También se define como una investigación sobre un individuo, grupo, organización, comunidad o sociedad; que es visto y analizado como una entidad. Otros la consideran un método para aprender de una instancia compleja, que se entiende como un todo, teniendo en cuenta su contexto. (p.23)

Los estudios de caso de este tipo tienen como objetivo documentar y en algunos casos sistematizar una experiencia o evento en profundidad o entender un fenómeno desde la perspectiva de quienes lo vivieron; no persigue ninguna clase de generalización, pero sí puede aportar de manera instrumental para potenciar las investigaciones y el desarrollo de unas futuras. Dos aspectos importantes que se mencionan en algunos textos sobre el estudio de casos son: primero, que no parte de hipótesis ni tampoco desde concepciones preestablecidas, sino que se construyen de forma coherente y normalmente en la última etapa se reúne y analiza la información; segundo, que intenta integrar teoría y práctica, ya que se elige un caso o casos significativos que permitan desde la realidad del contexto presentar teoría o teorías.

Yin (2003) y Creswell (2005) hacen algunas recomendaciones para mejorar y tener más claro el proceso a construir con los estudios de caso, entre las que destacan las siguientes:

- El caso debe ser significativo y de interés para un grupo, una comunidad y/o una sociedad.
- El caso es estudiado holísticamente, por lo que no debe restringirse a ciertas áreas o algunos cuantos lugares.
- Se considera que el caso puede concluirse cuando se responde de manera satisfactoria al planteamiento del problema.
- El caso debe ser analizado desde diferentes perspectivas (por ejemplo, si es una organización, el abordaje debe incluir a la alta dirección o gerencia, las diferentes áreas, el sindicato y los trabajadores, los clientes y proveedores y demás participantes).
- El caso tiene que estar contextualizado. (p. 95)

Más concretamente, el caso que se decidió investigar de acuerdo al contexto macro de la investigación es denominado estudio de caso colectivo Stake (2000) y se reconoce cuando el interés de la investigación se centra en un fenómeno, población o condición general seleccionando para ello varios casos que se han de estudiar intensivamente; además, se estudian varios casos para fundamentar la generalidad de un fenómeno o teoría.

Encontrar un método en la investigación llevó a reflexionar sobre las posibilidades de proponer la enseñanza de la relatividad no solo en el contexto en el que se realiza la investigación, sino que se vea la relatividad como una necesidad en las aulas y la visión de transformar tanto los planes de enseñanza como los currículos, de esta manera iniciar con una pincelada para construir un conocimiento en actualidad, en conjunto con los futuros actores de la ciencia.

Desde lo anterior, se escogió un estudio de caso instrumental desde Stake (2000) el que direccionará esta investigación; se puede hablar comúnmente de casos desde esta línea que pretenden generalizar a partir de un conjunto de situaciones específicas, en esta investigación se pretende mostrar la posibilidad de la enseñanza de la relatividad no sólo en el actual contexto investigativo, sino que se vea reflejado a futuro en otros sin pretender generalizar su enseñanza. El caso desde esta perspectiva se examina para profundizar en un tema o también pulir detalles en una teoría, de tal modo que el caso juega un papel secundario como es considerado en esta investigación, de apoyo, para llegar a la formulación de afirmaciones o posibilidades sobre el objeto de estudio; entonces es un reto desde introducir estos conceptos de física moderna en la escuela.

Esta investigación tiene como concepto clave la evaluación, por esto se decidió tener en cuenta un aspecto importante en el estudio de casos de este tipo, que implica principalmente la

descripción, explicación y juicio valorativo, centrado fundamentalmente en la observación de algunos procesos en este caso permeados por el aprendizaje y las relaciones que surjan desde los conceptos base relativísticos de espacio-tiempo, simultaneidad y gravedad, otros; teniendo la oportunidad de ser descriptivo e interpretativo desde la retroalimentación constante posible por la evaluación.

3.3 Contexto y Participantes

La institución se encuentra ubicada en la comuna 10 del centro de la ciudad de Medellín, en la Calle 50N° 41-55 en el barrio la Candelaria, lugar donde inició la ciudad. Cuenta con dos laboratorios de física los cuales pueden ser utilizados durante el proceso de investigación y se encuentran en uso constante.

Las estudiantes que participaron en la investigación fueron del grado décimo y se encuentran en edades entre 14 y 17 años, con grandes capacidades para la física también para la vida académica; además en su gran mayoría presentan iniciativas para la construcción de conocimiento por medio de la autonomía y querer aprender. Se seleccionaron 25 estudiantes inicialmente, donde tuvieron gustos diferentes en el área de física, por esto se llegó a que no fueran de la especialidad en Ciencias Químicas, donde se notó gran interés al estar relacionadas con áreas de las ciencias; pero no se visualizó pertinente tenerlas como participantes, puesto que ya había un sesgo por el gusto y se creyó desde la investigación tomar una población variada. Posteriormente, se invitaron 10 estudiantes de las 25 a participar por sus respuestas positivas frente al gusto y habilidad por la física.

3.4 Técnicas e Instrumentos para la Recolección la Información

Como la presente investigación se ha planteado desde el enfoque cualitativo el cual está basado en la realidad como una construcción social, cambiante y de incertidumbre, se proponen a

seguir algunas técnicas como participante y otras en los que el investigador debe tomar una distancia con la intención de tratar de ser objetivos en dicho proceso. Stake (2000), considera que, en un estudio de caso, debe haber triangulación entre instrumentos y que por tanto pueden utilizarse diferentes herramientas como: documentos, archivos, entrevistas, observación, artefactos, grupos de enfoque, cuestionarios y otros.

3.4.1. La Actividad diagnóstica inicial: individual y grupal.

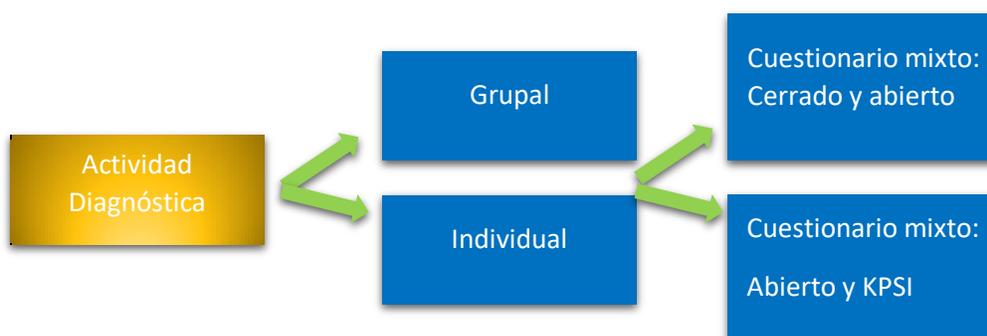
Consistió en interrogar sobre los conocimientos singulares es decir construido en una primera parte de manera individual (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) a través de un cuestionario diseñado con intencionalidades desde los objetivos y las categorías, pero más aun tratando de evaluar los intereses individuales, además de la motivación, conocimiento y gusto por temas relacionados con la física incluyendo la relatividad como base dentro del proceso diagnóstico, preguntando desde la investigación sobre si les gustaría, qué temas, cómo se puede direccionar la enseñanza y evaluación desde los intereses de las estudiantes; por esto, de forma individual en el aula, se puede pedir al alumno o a la alumna que identifique sus dificultades, tomando como material de partida sus propias respuestas a las cuestiones planteadas en la diagnosis además de evaluar sus concepciones y posturas previas. (Jorba, y Sanmartí, 1994).

El cuestionario se diseñó de la siguiente manera: la primera cuestión fue construida en forma de pregunta cerrada, pero se dio la posibilidad de ampliar o justificar la respuesta Para las preguntas siguientes se construyó un cuestionario o informe personal (KPSI), del que se obtiene información sobre el grado de conocimiento que el alumnado piensa que tiene en relación a los contenidos que el enseñante le propone (Jorba y Sanmartí, 1994).

Los parámetros para la construcción presentados como cuestionarios abiertos utilizados

en la diagnosis para plantear cuestiones que faciliten a cada estudiante la verbalización de las formas de interpretar el problema o fenómeno. Han de ser situaciones que se presten a ser analizadas desde diferentes puntos de vista y que animen a escribir ampliamente acerca de ellas. También fueron útiles las cuestiones que invitan a usar lenguajes gráficos y simbólicos como, por ejemplo, dibujos o esquemas (Jorba y Sanmartí, 1994).

De igual manera, se recogió la información a partir de una Actividad diagnóstica grupal (**Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) en el que la técnica utilizada fue el cuestionario diagnóstico, también se decidió hacer grupal porque posibilitaba espacios de discusión encontrados desde la observación previa como una herramienta en el contexto investigativo y desde la misma prueba inicial, estaban compartiendo conocimientos y transformando sus posiciones desde los argumentos presentados.



*Figura 6.*Ruta diseño de la actividad diagnóstica

3.4.1. Entrevista Semiestructurada.

La otra técnica implementada para la recolección de información fue la entrevista semiestructurada direccionada por un protocolo de entrevista como instrumento aplicado; esta

técnica se siguió en base a Díaz, Torruco, Martínez y Varelaque (2013) estos autores proponen su visión o definición de entrevista como “una conversación que se propone con un fin determinado distinto al simple hecho de conversar” (p 136) además permite registrarse por medio de audios o videos, estando los primeros incluidos en la investigación por el miedo presentado ante las cámaras. Según Díaz et al (2013) Se argumenta que la entrevista es más eficaz que el cuestionario porque obtiene información más completa y profunda, además presenta la posibilidad de aclarar dudas durante el proceso, asegurando respuestas más útiles en el proceso investigativo.

Es un instrumento técnico de gran utilidad en la investigación cualitativa, para recabar datos que se encuentran en profundidad o palabras que puedan alimentar las categorías de investigación. La entrevista estuvo direccionada en su construcción como semiestructurada por la capacidad ser flexible, dinámica y no directiva originalmente. Asimismo, se detalla la manera de elaborar preguntas, se diseña la manera de interpretarla y sus ventajas. En concordancia con los autores la entrevista “es muy ventajosa, principalmente en los estudios descriptivos y en las fases de exploración, así como para diseñar instrumentos de recolección de datos” (Díaz et al, 2013, p.163).

El orden decidido en la investigación y que direcciona la construcción de las entrevistas se observa en la Figura 7:



Figura 7. Ruta diseño de la entrevista semiestructurada

Estos investigadores dicen que la entrevista en la investigación cualitativa, independientemente del modelo que se decida emplear, tiene características de precisión en la información; lo anterior, trazado desde los siguientes elementos:

tiene como propósito obtener información en relación con un tema determinado; se busca que la información recabada sea lo más precisa posible; se pretende conseguir los significados que los informantes atribuyen a los temas en cuestión; el entrevistador debe mantener una actitud activa durante el desarrollo de la entrevista, en la que la interpretación sea continua con la finalidad de obtener una comprensión profunda del discurso del entrevistado. (Díaz et al, 2013, p.163)

Se construyó de acuerdo con las propuestas presentadas con las investigaciones especializadas en el área y se organizó un protocolo de entrevista (**¡Error! No se encuentra el rigen de la referencia.**) tratando de atender dichas propuestas investigativas:

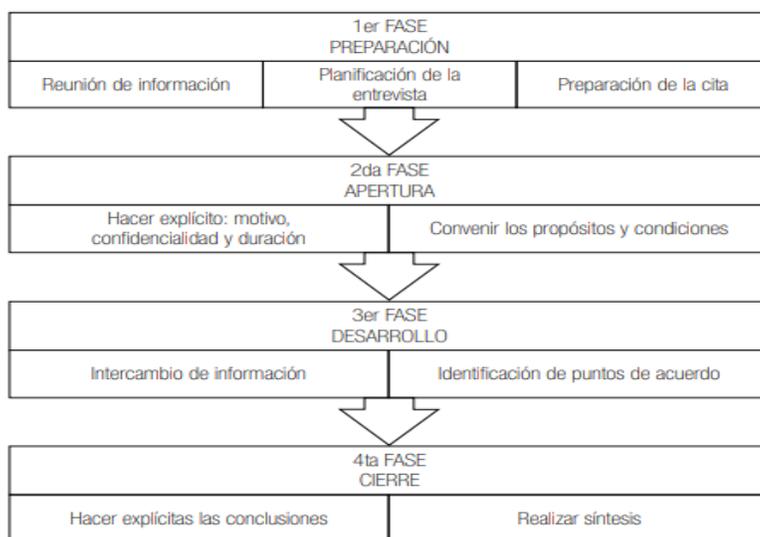


Figura 8. Fases de la entrevista semiestructurada (Díaz et al, 2013, p.164)

3.4 Técnicas y Procedimientos de Análisis

Para analizar la información se utiliza la categorización y triangulación entre instrumentos, lo anterior permite tener una visión y sistematización de la información, para un manejo más cómodo y una investigación más fiel con respecto al contexto en el que se realiza.

Antes de analizar la información previamente se deben elaborar y hacer una distinción de los tópicos, desde donde se recoge y organiza la información. Para ello se distingue entre categorías, que denotan un tópico en sí mismo, y las subcategorías, que detallan dicho tópico en micro aspectos. Se establece diferencia entre “conceptos objetivadores” y “conceptos sensibilizadores”, en donde las categorías apriorísticas corresponderían a los primeros y las categorías emergentes a los segundos (Elliot, 1990). Los tópicos surgen dentro de la investigación a partir de la formulación de los llamados “objetivos” estos tópicos se materializan en el diseño de investigación por medio de las llamadas “categorías apriorísticas”, con su correspondiente desglose en subcategorías, constituyendo así la expresión orgánica que orienta y direcciona la construcción de los instrumentos recopiladores de la información y procedimientos de análisis de la información

Se propone desde esta investigación un proceso de triangulación que relacione la información para llegar a conclusiones internas dentro del proceso, donde se alimentará constantemente para hacer madura la investigación. En este momento, toma importancia tener una perspectiva amplia congruente en este caso con el proceso de triangulación hermenéutica donde es la acción de reunión y cruce dialéctico de toda la información, pertinente al objeto de estudio surgida en una investigación, por medio de los instrumentos correspondientes, y que en esencia constituye el corpus de resultados de la investigación (Cisterna, 2005, p. 68). Se realiza una vez que ha concluido el trabajo de recopilación de la información.

La selección de la información podría decirse que es distinguir lo que sirve de aquello que es desechable para nosotros y es necesario edificar unos criterios desde las categorías, para construir un foco delimitando el espacio, de esta manera escoger la información desde la pertinencia y relevancia de la misma.

Las conclusiones estamentales nos permiten conocer la opinión de los diferentes sectores de población en relación con los principales tópicos de la investigación; pero en esta investigación no se harán explícitas, pero se hará coherente con el procedimiento Inferencial que permite generar conclusiones por tendencias como lo sugiere Cisterna (2005):

- a) Se cruzan los resultados obtenidos a partir de las respuestas dadas por los sujetos a las preguntas, por cada subcategoría, lo que da origen a las conclusiones de primer nivel.
- b) Se cruzan dichas conclusiones de primer nivel, agrupándolas por su pertenencia a una determinada categoría, y con ello se generan las conclusiones de segundo nivel, que en rigor corresponden a las conclusiones categoriales
- c) Se derivan las conclusiones de tercer nivel, realizadas a partir del cruce de las conclusiones categoriales y que estarían expresando los resultados a las preguntas que desde el estamento surgen a las interrogantes centrales que guían la investigación. (p. 68)

La triangulación de la información permite establecer relaciones de comparación como una especie de vínculos que encontramos entre los sujetos indagados o participantes pertenecientes a un contexto dado que podría ser cambiante, pero en esta investigación se da en relación con los actores situados, en función de los diversos tópicos en cuestión. Se habla entonces de un carácter más amplio denominado.

La triangulación de carácter general, que consiste en establecer relaciones de comparación significativa desde las conclusiones de tercer nivel, es decir, triangular la opinión de los estamentos a las interrogantes centrales de la investigación (Cisterna, 2005).

Así mismo, se puede clasificar la información y relacionarla de una manera más detallada nombrada técnicamente como con la triangulación de carácter específico, que permite hilar más fino, y que consiste en establecer estas relaciones de comparación significativa desde las conclusiones de segundo nivel, es decir, entre categorías (Cisterna, 2005).

Los procesos de organización de la información deben tener algunos pasos que permiten la sistematización de este, aprovechando que cada instrumento nos relaciona y direcciona hacia el análisis de información con respecto a las categorías y objetivos; esto nos puede llevar a un estudio que proporcione información relevante desde aportes al conocimiento y el contexto. Este proceso tiene unas directrices que permitirán organizar, comparar y analizar la información:

- El primer paso es triangular la información obtenida desde los diversos instrumentos aplicados en el trabajo de campo o práctica docente, por subcategorías que surgieron, ya sea utilizando conclusiones de segundo o tercer nivel.
- Un segundo paso consiste en integrar la triangulación inter-categorial por cada instrumento utilizado, pero ahora desde una perspectiva inter-instrumental y desde allí generar nuevos procesos interpretativos

Se debe tener posteriormente la triangulación con el marco teórico, de esta manera es indispensable y necesario que el marco teórico no se quede sólo como una guía de bibliografía o información por tener, sino que sea un punto partida básico para el proceso de construcción de

conocimiento al que toda investigación debe aportar y que se va nutriendo y reordenando durante el proceso investigativo.

Se debe generar en el proceso investigativo una interrogación reflexiva entre lo que la literatura nos indica sobre los diversos tópicos, que en el diseño metodológico se materializa como categorías y sub-categorías, y lo que sobre ello se ha encontrado cuando se realiza la indagación en terreno o cuando se genera ejercicio de la práctica como docente investigador.

Desde lo anterior se llevó a cabo una triangulación de técnicas, instrumentos, fuentes y observaciones que permiten la intersección entre el contexto y los resultados arrojados. Para las 3 primeras preguntas de la Actividad individual las respuestas como eran cerradas permitían una organización en tablas de Excel de donde salen los gráficos expuestos en el capítulo de hallazgos, haciendo uso de la estadística descriptiva desde una perspectiva cualitativa para organizar y objetivar la información.

Por otra parte el resto de la información generada por la Actividad diagnóstica inicial se clasificó por medio de colores en cada pregunta (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), como la número tres tenía dos preguntas en una, la primera parte era de tipo cerrada sobre ciertos temas que animarían el gusto por la clase, esta se analizó en la forma descrita anteriormente; en su segunda parte que era de tipo abierta, si la respuestas contenían relación con subcategorías direccionadas desde los conocimientos se coloreaba cada una de estas de color diferente, es el caso de la tercera pregunta las respuestas en rojo los contenidos referentes a actitudes, gusto y posiciones sobre la introducción de estos temas en el aula; se dispuso en azul donde se mencionan algunas hipótesis sobre los procedimientos además de las relaciones con la cotidianidad y el contexto; por último en amarillo las relaciones que las participantes hacen con

los conceptos internos de la ciencias y de la física que pueden aportar puesto que tiene relevancia en la investigación.

Las respuestas de la entrevista que se dio en audio se organizó inicialmente transcribiendo las palabras de las participantes y llevándolas a formato digital, posteriormente poniéndolas en una tabla con las preguntas planteadas inicialmente desde el protocolo, esto porque no se cambió el direccionamiento de la entrevista de forma radical; dicha información se organizó por medio de una tabla (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) y se sistematiza de forma en la que tenga coherencia con las categorías quienes ayudarán a cumplir los objetivos planteados, por ende, cumplir con el objetivo principal de la investigación.

El proceso investigativo cualitativo es reflexivo y se retroalimenta constantemente para la construcción de investigaciones, de esta manera las categorías de investigación que se plantea en este trabajo, al mismo tiempo causan reflexión y posibilitan el surgimiento de nuevos estudios y preguntas en el ámbito de la enseñanza de la física, incluyendo posibles aportes asumiendo las repercusiones para esta misma por las interacciones que se generan entre la escuela y la sociedad; de esta manera, se decidió relacionar los objetivos con el marco teórico e instrumentos teniendo como categorías base:

- ❖ Evaluación diagnóstica inicial y sus Instrumentos
- ❖ Las actitudes iniciales y conocimientos sobre relatividad
- ❖ La unidad didáctica
- ❖ Conceptos básicos de relatividad

3.5. Compromiso ético y consentimiento informado

El proceso de *Consentimiento Informado* es fundamental para la protección de las personas que participan voluntariamente en las investigaciones, a partir del análisis de la

literatura especializada se identifican tres principios orientadores de la práctica de investigación fundamentales en este campo: el del consentimiento informado, el de la confidencialidad y el del anonimato. Por consiguiente, la investigación se compromete en preservar todos los nombres de estudiantes, docentes, directivos con el uso de seudónimos o numeraciones en representación de los participantes de la investigación.

La información en la investigación se pone a disposición de los participantes de la investigación para mayores esclarecimientos sobre el estudio y se reitera la garantía del sigilo y el derecho de retirar su consentimiento en cualquier momento de la investigación (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

4. Hallazgos

A continuación, se presentan los hallazgos derivados del análisis de las técnicas utilizadas para recoger la información. Como primer instrumento se diseñó un cuestionario de indagación inicial y un cuestionario grupal, cuya intencionalidad fue realizar la diagnosis y prognosis sobre los conocimientos, actitudes e intereses de las estudiantes frente a la relatividad. El cuestionario de indagación inicial se aplicó en un grupo de 25 estudiantes quienes decidieron participar libremente de la actividad.

La entrevista semiestructurada se aplicó a un grupo de 10 estudiantes cuyo criterio de selección fue el gusto por la física, a la luz de las respuestas que dieron en el cuestionario de indagación inicial. Es importante mencionar que estas dos actividades hacen parte de los que los autores Jorba y San martí (1994), considera como evaluación diagnóstica inicial y que para el caso de esta investigación es el objeto de estudio. Inicialmente se presentan entonces los resultados del cuestionario que los estudiantes respondieron de forma individual y posteriormente la entrevista grupal.

4.1 ¿Qué Saben los Estudiantes de Educación media sobre relatividad?

4.1.1 La Diagnosis

Para dar cuenta de los conocimientos iniciales y de las actitudes e intereses de los estudiantes sobre la relatividad, se diseñó y aplicó un cuestionario individual que se analizó pregunta por pregunta. Pues de acuerdo con Jorba y San Martí, (1994), este tipo de actividades tienen la intención de evidenciar el nivel de prerrequisitos e iniciar la toma conciencia de las

posibles dificultades con las que se afronta el estudio de un tema, ya que muchas veces el que aprende no reconoce dichas dificultades. También se buscó con la actividad evidenciar el gusto y el interés por la física relativista como motivación para su aprendizaje, igualmente se les indagó por los conocimientos o ideas previas.

Con respecto a la primera pregunta las participantes manifiestan sentir poco agrado por la física, argumentado esta elección por el hecho de que no les gusta cómo se les enseña la física. Específicamente, se encontró que de las 25 estudiantes por lo menos a 15 estudiantes les gusta un poco, al menos a 6 no les gusta y a 4 estudiantes les gusta la física como se muestra en la Figura 9.



Figura 9. Resultado en porcentaje del diagnóstico individual

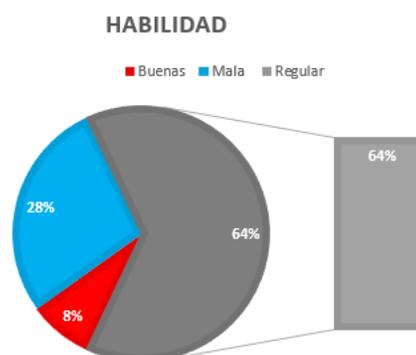


Figura 10. Resultado reflexión del diagnóstico individual habilidad

Sobre la segunda pregunta relacionada con la habilidad 16 estudiantes refirieron tener un desarrollo en sus habilidades regulares en la física, 7 participantes se identificaron sus habilidades en física como malas, algunas de ellas mencionaron que tenía que ver en su relación con el gusto, pero también en medio del proceso hablaron del disgusto también por las

matemáticas y la reducción de la física a estas; pero al menos 2 de ellas dirigieron poseer buenas habilidades (Figura 10).

Sobre la curiosidad, interés además de actitudes que muestran sobre la introducción de la enseñanza de algunos conceptos de la relatividad en las estudiantes se construyó la tercera pregunta mixta inicialmente cerrada, sobre si podría gustarles la inclusión de temas desde paradojas, fenómenos de luz y preguntas como ¿por qué titilan las estrellas? y los movimientos de los astros, cuyas respuestas de muestran en la Figura 11:

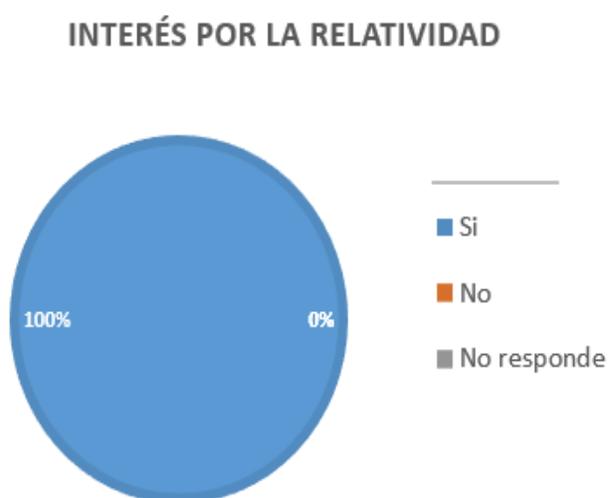


Figura 11. Porcentaje de respuestas relacionada con el interés

La respuesta sobre el interés indica que 25 estudiantes, es decir, a todas las participantes de la investigación manifiestan que se interesan por el aprendizaje y por la relatividad. Expresan en palabras que son temas que: “causan curiosidad”, “son novedosos” “me gustaría aprender sobre estos”, lo que evidencia una muy buena actitud frente a la posibilidad de que se les enseñe relatividad.

En una de las preguntas se les indagó por los conocimientos previos conceptos de relatividad y de Espacio-Tiempo que son considerados conocimientos base. Las opciones de

respuestas se clasificaron en las que habían escuchado la palabra, aunque no en física, otras que la habían escuchado en relación con la física y expresaron conocimientos básicos relacionados con la relatividad y un grupo menor no la conocía.

Estas últimas, es decir las que conocían el concepto, mencionaron cosas clave como que “la velocidad de la luz es constante” (Participante 4) además refieren también a frases como “la importancia del punto de vista de cómo se ve algo” (Participante 1) refiriéndose a los planos inerciales o en este caso ejemplificando con “una amiga desde el metro, cree que ella es la que se está moviendo pero puedo ser yo la que me muevo ” (Participante 6); también hablan de Albert Einstein y dicen que “es importante por sus aportes a la relatividad” (Participante 7), además dicen que “el tiempo en la tierra no transcurre igual que en otro planeta” (Participante 9) otras dicen que “el tiempo no transcurre igual en el espacio” (Participante 1) refiriéndose además de “los agujeros negros tienen la capacidad de deforma el espacio y el tiempo” (Participante 9), de esta manera aunque se ve una tendencia a hablar desde la Tierra como punto de referencia, también se reseñan la dilatación y contracción del tiempo aunque no se observa directamente las implicaciones de los cambios de velocidad con respecto a estos además de las longitudes; pero inicialmente no se observa la inseparabilidad de ambos.

En otra de las preguntas se les indagaba por los conceptos de inercia, velocidad de la luz y gravedad; se encontró que sólo una participante dijo no conocer el concepto, tres de ellas consideran que lo conocen y se han acercado a comprenderlo, pero el resto aclaran que sólo lo han escuchado.

Con respecto a la velocidad de la luz, por partes iguales es decir 11 participantes expresan concebirla como variable, de esta manera las otras 11 como constante y tres dijeron que cumplía ambas propiedades. Sobre el concepto de gravedad la gran mayoría, es decir 20

estudiantes la consideran una fuerza, cuatro estudiantes hablan de esta como la deformación del espacio-tiempo y una participante la propone como una aceleración.

4.1.2. La Prognosis.

Desde la investigación se plantea también los aportes no solo sobre las actitudes frente al tema, sino también sobre las formas cómo desarrollan en trabajo en equipo, pues de acuerdo con Martín y Kempa (1991), se pueden identificar diferentes estilos o motivaciones hacia el aprendizaje y alguna de ellas se caracterizan por la poca valoración y la dificultad de trabajar en equipo. Así mismo, Jorba y Sanmartí, (1994), expresan que los valores que transmite la sociedad en general y, en especial, el sistema escolar, fomentan el individualismo y la competitividad y no ayudan a aprender a partir de las interrelaciones entre las diferencias.

La actividad que se propuso de forma grupal tuvo como finalidad integrar las visiones y posibilidad de discusión, argumentación y experimentación mental de las estudiantes, además de indagar por ciertas actitudes que tienen las estudiantes. Al mismo tiempo se indagaba nuevamente por los conocimientos previos y su relación con problemas clásicos de la relatividad desde situaciones contextuales.

En cuanto a la pregunta inaugural se encontraron 3 tipos de respuestas: la primera dadas desde los sentidos, refiriéndose a cosas como “la mente me engaña” (Participante 8) diciendo que es una “confusión de la mente” (Participante 7) “engaño del observador” (Participante 1) dándose lugar a los procesos que se podrían fortalecer desde la experimentación mental; la otras respuestas estaban enfocadas a algo que denominan equilibrio y desequilibrio de los debido a la aceleración, tenidos en cuenta por los cambios de velocidades con lo que hacen una relación aunque no es nombrada directamente se da con lo que se denomina reposo en relatividad “está en

desequilibrio por no tener una velocidad constante o estar quieto” (Participante 8) “estar parado” (Participante 7) es decir se asocia equilibrio con reposo en este caso necesario para hablar de planos inerciales.

También se encuentra que se confunde aceleración igual a cero con aceleración constante, de igual forma algunas confunden esto con la relación de velocidad constante. Solo 2 grupos de 8 hablaron de referentes indicando la importancia de estos para determinar el movimiento “para determinar la velocidad de un cuerpo, su referente debe ser un entorno u otro cuerpo fijo o ajeno a los cuerpos” (Participante 7).

La segunda pregunta en su primera parte planteaba el análisis de la paradoja de los gemelos desde las posibilidades de las estudiantes, pero la intención era ver qué conocimientos y conceptos se utilizaban para intentar explicar dicha situación. Todas las estudiantes aceptaron la posibilidad de tiempos diferentes en gran mayoría dando la explicación “el tiempo en el espacio transcurre diferente que en la tierra” (Participante 1), otras suman a su respuesta que “cerca a la velocidad de la luz el tiempo se hace más lento” (Participante 3); pero 2 equipos respondieron que eran efectos de la gravedad o aceleración “en la tierra envejecemos con menos rapidez por la gravedad” (Participante 7) llevando a pensar que las estudiantes tienen algunos conocimientos sobre la dilatación y contracción del tiempo por efectos gravitacionales.

En la segunda parte de esta pregunta se plantea la posibilidad indirecta de la velocidad de la luz como una constante, teniéndose como principio básico de la relatividad desde un experimento mental con la destrucción del sol y si un observador en la tierra seguiría viéndolo durante cuánto tiempo al desaparecerlo; las respuestas a este supuesto estuvieron divididas. Dos grupos decían que inmediatamente se dejaría de ver el sol además en estas se hizo evidente la

expresión por los efectos caóticos y gravitacionales además las ilustraciones (ver figuras 12, 13 y 14) pero no se refirieron a la velocidad de sus rayos “así sea por un instante donde desaparezca habría una oscuridad inmensa” “no lo veríamos hasta el instante que vuelva a aparecer”, en cambio en otros grupos se puede notar claramente su visión de luz como constante en correspondencia con las ilustraciones y determinando un tiempo de vista del sol o de sus rayos entre 8 y 10 minutos mostrando conocimientos “la luz de este viaja por radiación” (Participante 6), algunas haciendo explícito la constancia en velocidad de esta “nos daríamos cuenta que el sol desapareció luego de 8 minutos” (Participante 3) “viaja a la constante velocidad de la luz” (Participante 7)

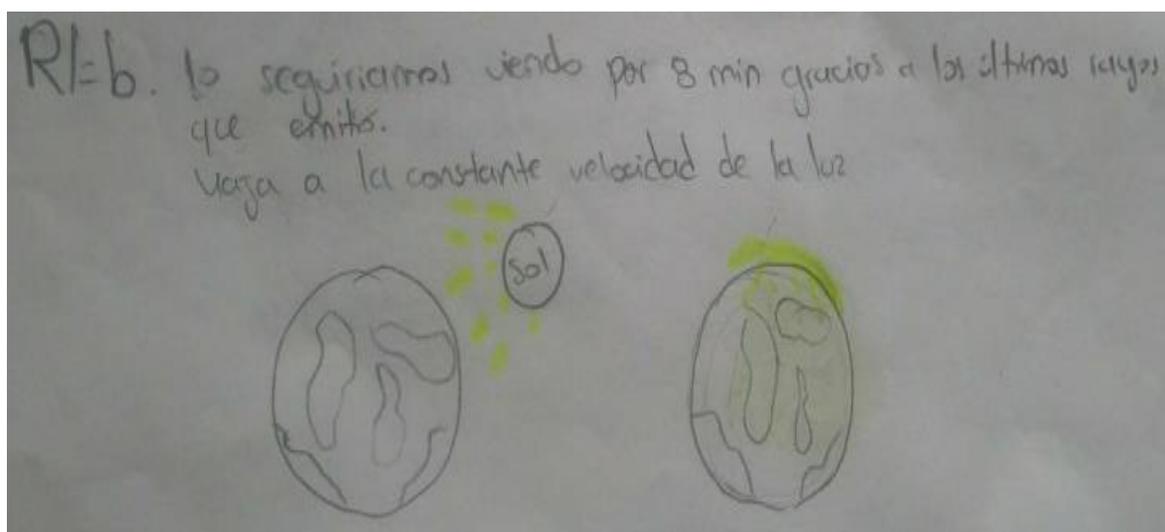


Figura 12. Ilustración Participante 7 para la pregunta (2) inciso (b) de la Actividad Diagnostica Grupal

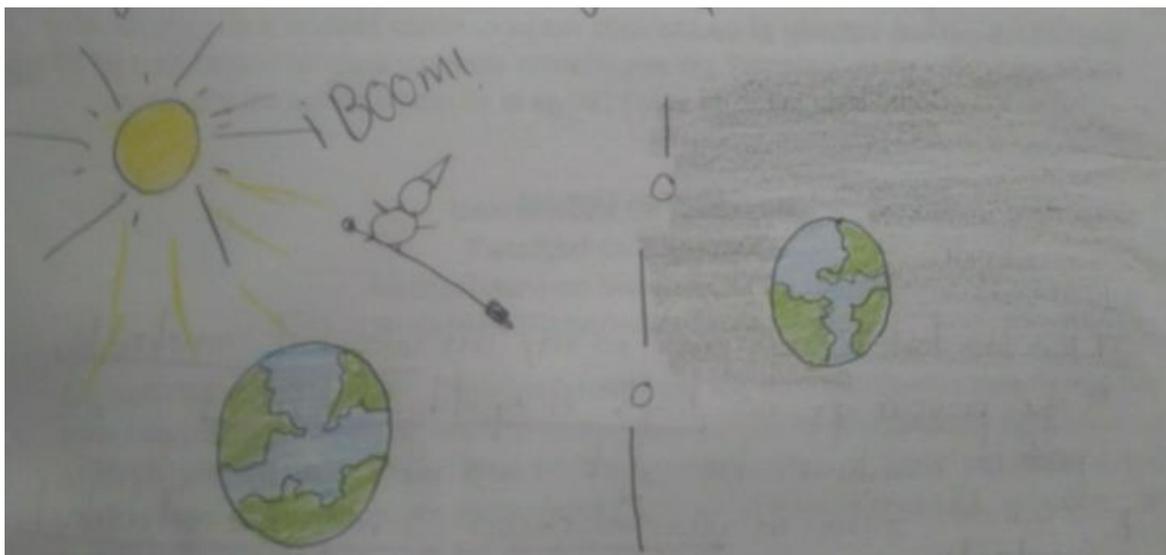


Figura 13. Ilustración Participante 1 para la pregunta (2) inciso (b) de la Actividad Diagnostica Grupal

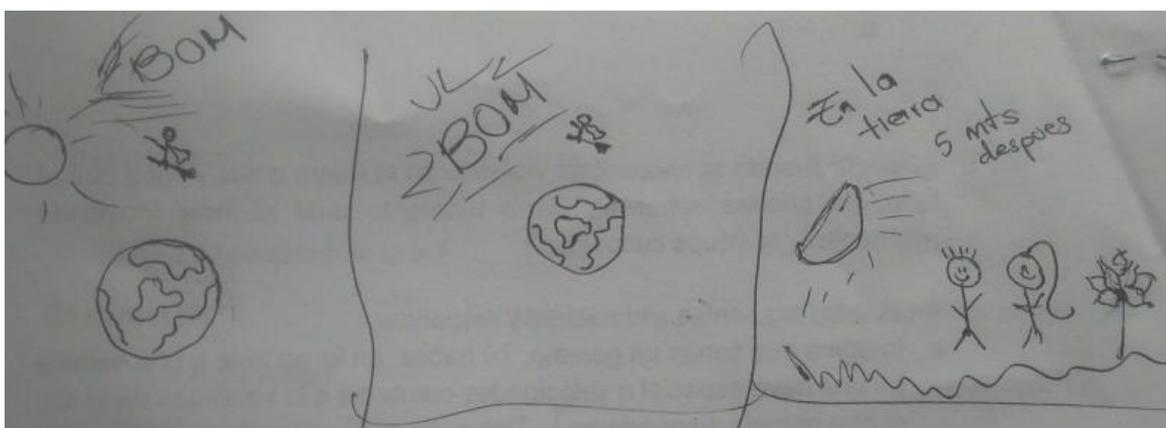


Figura 14. Ilustración Participante 4 para la pregunta (2) inciso (b) de la Actividad Diagnostica Grupal

Se han encontrado respuestas muy fructíferas para direccionar la planeación de la enseñanza desde la unidad didáctica en relación con lo reunido en conocimientos conceptuales procedimentales y actitudinales que desde la evaluación diagnóstica inicial ha de permitir la adecuación del diseño curricular a las características y necesidades del alumnado en esta

perspectiva una diagnosis no es útil si no se regulan en función de ella las actividades de enseñanza-aprendizaje previstas.

4.1.3. Análisis de la Entrevista Semiestructurada

Con la primera pregunta de la entrevista se examinan algunos contenidos conceptuales básicos y además fue la posibilidad para evidenciar cómo las estudiantes construyen desde la relatividad una posibilidad de aprendizaje y afianzamiento de nuevos saberes; tampoco se puede dejar a un lado que las primeras preguntas en la entrevista se hacen para generar espacios de conversación agradables y evadir la timidez.

En algunas participantes se observa un reconocimiento de la física desde perspectivas más específicas y refieren a explicaciones como “conozco la cuántica y la astrofísica”, “he escuchado mencionar la astrofísica, la cuántica y la termodinámica” y la mayoría afirma no conocer ninguna rama de la física siendo la relatividad una de las que permea conceptos que están en todas estas.

Con la segunda pregunta se observa que la mayoría de participantes prefieren la astronomía como rama de interés en la física, para otras el gusto está dirigido hacia “la astrofísica y la biofísica” (Participantes 1,7,8,9 y 10), una afirma que le llama la atención “la física acústica” (Participante 6). Para todas ellas, de acuerdo con la pregunta numero 3; las actividades procedimentales como la experimentación y la práctica son de vital importancia para poner en tela de juicio las teorías en física; en palabras de algunas de ellas “...es importante porque la experimentación es el eje principal de toda ciencia exacta; como la física, con la experimentación se verifican las teorías; sin experimentación ¿Cómo se podría comprobar?” (Participante 8) otra justifica diciendo “todos los fenómenos cotidianos están rodeados de pura

física y considero que es muy importante saber de ello” (Participante 1) donde se cuestiona también el método científico el que permea la enseñanza.

Con las preguntas cuatro y seis se evaluó con mayor profundidad contenidos como algunas concepciones sobre los agujeros negros y la posibilidad de pensar e imaginar con base en las construcciones científicas; "...de los agujeros negro he oído que llevan mucha luz por dentro..." también dijeron "de los agujeros negros he escuchado las teorías de los que son, que pasa dentro de ellos, que en realidad si existen pero que nunca los podríamos ver porque en el espacio no existe el color, las imágenes que salieron hace poco son una construcción de lo que sería con los datos recogidos durante mucho años" otra participante menciona "los agujeros negros son como un tipo de ruptura poco conocible, las imágenes que salieron hace poco son una construcción con los datos recogidos durante muchos años, entonces es una suposición de lo que serían...".

Queriendo conocer la actitud y disposición de las participantes para el aprendizaje en física, las preguntas cinco y siete indagaban por el interés y cuán importante les parecía aprender de estos temas en el aula, a lo que ellas mostraron una gran preocupación por no tenerla, una de ellas señaló "... me gustaría aprender sobre física porque es muy triste llegar a una edad adulta y no saber que es un agujero negro, definir la relatividad, al final esto es cultura general..." que es una de las sospechas o supuestos iniciales de investigación dadas frente a las actitudes y conocimientos que tienen las estudiantes en relatividad; otras enfatizaron sobre el sistema educativo mencionando "... llevamos mucho tiempo con un mismo sistema educativo que nos prepara para ir a una empresa, tememos que ser personas creativas, propositivas y estos temas nos lo permiten" otra afirmó "... el mismo sistema educativo, y no funciona, muchas vienen a la

clases para responder a un deber, no por pasión. Hay que considerar que no todas las compañeras aprendemos igual".

4.2 ¿Para qué Hacer una Evaluación Diagnóstica Inicial?

Los instrumentos aplicados estaban direccionados a recoger información para el diseño de la unidad didáctica, teniendo en cuenta cualidades relacionadas con los conocimientos conceptuales desde la relatividad y actitudinales iniciales, que posibiliten la planeación de la enseñanza como eje transversal en la práctica educativa. En este caso con la Evaluación diagnóstica inicial y sus instrumentos propios dan la posibilidad de implementar, planear y construir la transposición didáctica de muchos temas que son importantes y no se han llevado a la escuela, este tipo de evaluación posibilitó analizar:

Que la evaluación diagnóstica inicial debe ser una construcción acorde al contexto en su mayor posibilidad puesto que sucedió en el proceso que “profe nunca he montado en avión y eso como vuela”. Entonces se le da a la observación un papel primordial para la construcción de los instrumentos y su concordancia con lo que se quiere diagnosticar; si se hace sólo de forma individual se pierden los análisis de los participantes como seres sociales en interacción, que desde la formación ciudadana son base en la escuela y sociedad para vivir mejor; cosa que se notó bastante importante en la práctica investigativa puesto que el ambiente en el aula desde las participantes “se hace más fácil aprender cuando hay un ambiente tranquilo y de respeto” sin dejar a un lado la argumentación fuerte porque “a las niñas del CEFA nos gusta debatir”.

Las respuestas de forma individual y grupal a la actividad diagnóstica frente a las actitudes iniciales fueron muy similares mostrando que también desde el gusto de la física se pueden desarrollar habilidades por medio de la disciplina, necesaria en algunos momentos para

estudiar, además importante para el futuro en la vida “profe al que le gusta le sabe”. Se encontró en todos los instrumentos que la física en sí no es lo que les disgusta a las estudiantes, sino los temas y la manera en que estos se llevan a aula, es decir, se hace evidente un problema relacionado con la planeación de los temas y formas dinámicas de llevar a clase además en relación con la trasposición didáctica de los conceptos.

También se evidenció que un 100% de las participantes sienten atracción, gusto, motivación por acercarse a temas en relación con la relatividad a pesar de que la gran mayoría admitió no gustarle la física, dándole más valor a la curiosidad, incluyendo el gusto por entender los temas de actualidad que se muestran en los medios de comunicación; en ese sentido las participantes encuentran interés por temas de actualidad en ciencias, dándole imaginación desde series, películas y ciencia ficción. Expresando también el gusto por los aplicativos virtuales y la relación de las formas de aprender con los medios y la importancia de comprender además discrepar de la información generadas desde las TICS.

En cuanto a Contenidos conceptuales, se evidenció algunos conocimientos previos para potenciar sobre relatividad; aunque las participantes de la investigación dijeron no conocer el concepto de Espacio-Tiempo en la diagnosis pero en la prognosis y entrevista grabada si hablaron de “los agujeros negros tienen la capacidad de deformar el espacio y el tiempo”, “los agujeros negros son como un tipo de ruptura poco conocible notándose”, aunque todavía se encuentran en construcción estos conceptos en la comunidad científica ya causan curiosidad en la escuela y eso se debe aprovechar, también dicen por las recientes noticias de los medios sobre imágenes del agujero negro en el centro de Messier 87 (M87), una galaxia elíptica a unos 55 millones de años luz de la Tierra y sueños de algunas de “estar en la nasa”.

Asimismo, se encontraron frases clave como que “la velocidad de la luz es constante”, dando la posibilidad de hablar de la construcción de esta idea y sus implicaciones; además las estudiantes hacen referencias implícitas a los planos inerciales haciendo diferencia en que el tiempo transcurre diferente, abriendo la posibilidad de hablar de los modos de espacio-tiempo como concepto físico y las implicaciones de considerar este como válido. También se encontró una dualidad donde se puede posibilitar el aprendizaje, puesto que casi todas las participantes pusieron la tierra como punto de referencia, pero hicieron representaciones gráficas y dibujaron la situación como observadores exteriores a ella generando posibilidades que cuestionen el método científico tradicional dependiente de la observación, también se reseñan de alguna manera la dilatación y contracción del tiempo con los agujeros negros, así mismo señalan la diferencia en cómo transcurre el tiempo como propio o tiempo relativo en el E-T sin explicitarlo, pero no se encontró de la dependencia de las velocidades que es algo fundamental.

De la misma manera se encontraron varias repuestas en relación con los sentidos, pero también dando el valor que tiene la capacidad de la mente y dando oportunidad a los experimentos mentales, generando la posibilidad de fortalecer estos procesos por medio de la experimentación mental y sus aportes a la construcción de un método de investigación en concordancia con la actualidad; refiriendo también la importancia de los medios tecnológicos y herramientas virtuales.

Asumieron en algunos casos la aceleración posibilitando hablar de planos inerciales como un concepto trascendental puesto que se relacionan; pero se encuentran también confusiones sobre aceleración igual a cero con aceleración constante, entonces se deben trabajar los conceptos de reposo, planos inerciales y su relación con las velocidades constantes, para generar espacios de acercamientos a estos conceptos para su futura construcción.

También se dieron comparaciones entre gravedad y aceleración, además daban implicaciones sobre la dilatación y contracción del tiempo por efectos gravitacionales posibilitando hablar de otras geometrías propuestas desde la TRE por lo menos, una introducción además de su necesidad de base para notar claramente su visión de luz como constante en algunas, pero se debe reforzar en el valor sobre la singularidad dentro del grupo. Igualmente se encontraron cosas bastante importantes desde posiciones críticas como iniciativa de las participantes, en cuanto se refirieron a la inmutabilidad del sistema educativo, haciendo ver que la introducción de la física moderna es una propuesta necesaria en las escuelas; porque al final los conocimientos encontrados en concordancia con los resultados, muestran un sentir necesario en la escuela para las estudiantes; de igual manera, en esta investigación se tocan temas que hacen parte de la cultura general.

Desde lo anterior, se encontraron conceptos, también formas para la implementación de metodologías que posibiliten desde la evaluación diagnóstica la planeación de la enseñanza por medio una unidad didáctica, teniendo como vectores para su diseño la coherencia entre el contexto, los objetivos, las actividades que se plantean y la evaluación como espacio para mejorar las prácticas. Es un reto no solo para esta investigación, sino que queda abierto, la construcción de la unidad, valorando desde la evaluación diagnóstica como un primer paso, para potenciar las habilidades y los conocimientos propuestos desde la comunidad científica y construcciones propias desde las aulas.

4.3. La Evaluación Diagnóstica Inicial como Posibilidad para la Enseñanza de la Relatividad en la Educación Media: Diseño de la unidad didáctica

El análisis de los resultados derivados de la evaluación diagnóstica se constituyeron como base para la construcción de una unidad didáctica conformada por 12 actividades (**¡Error! No se**

ncuentra el origen de la referencia.) con una intención inicial de ser secuenciadas y que abre la posibilidad de introducir conceptos no solo de relatividad en la escuela, sino que en un sentido más amplio en la investigación nace la oportunidad de pensarse otros desde la actualidad en ciencias, afianzando los conceptos base y mejorando el gusto e interés de las estudiantes por la física; sin dejar a un lado que las necesidades y gustos de cada contexto en temporalidad son cambiantes, donde jugó un papel muy importante los resultados de los instrumentos propios de la evaluación que nos dan indicios sobre qué conceptos son viables para llevar a la escuela y cuáles no, teniendo en cuenta los pre-requisitos necesarios para acercarse a estos. Pero en esta Unidad didáctica no fue posible relacionarse directamente con los Derechos Básicos de Aprendizaje y Estándares Básicos de competencias y sólo un poco con los lineamientos curriculares propuestos por el MEN para el área de la física por no considerarse estos dentro del currículo en la actualidad.

5. Conclusiones y Recomendaciones

Se encontró en la investigación resultados satisfactorios hacia el objetivo principal donde la evaluación diagnóstica inicial ha brindado posibilidades desde sus instrumentos propios para el diseño de una unidad didáctica que permite la introducción de algunos conceptos de relatividad, en estudiantes del grado once de la Institución Educativa Centro Formativo de Antioquia-CEFA y su posible generalización a otros contextos. Lo anterior se llevó a cabo bajo un paradigma o enfoque cualitativo como metodología de investigación, en la que se desarrolló el método de estudio de caso instrumental para la investigación y donde se resaltó la evaluación diagnóstica inicial inclusive su posibilidad de construir actividades de aprendizaje. Como técnicas para recoger la información se utilizaron el cuestionario diagnóstico individual y grupal y la entrevista semiestructurada. Para el análisis de la información se utilizó el análisis de contenido, Triangulando y categorizando los resultados obtenidos, para dar respuesta a la pregunta de investigación.

Sobre la evaluación diagnóstica inicial y sus instrumentos se encontró bastante valiosa como estrategia para la planeación de la enseñanza de conceptos de relatividad, pero también se abre la posibilidad de comprender otros temas que pueden ser llevados a la escuela y de hecho hacen falta en los currículos. Asimismo se encontró que permite mejorar las prácticas educativas, principalmente la planeación como base fundamental para la enseñanza de cualquier área del conocimiento, posibilitando la pregunta sobre la introducción de la relatividad no sólo en la escuela, sino la posibilidad de llevar la misma a contextos universitarios de manera coherente con las necesidades de aprendizaje, inicialmente donde no se ha llevado a cabo; a manera de

ilustración en algunas facultades locales de ingenierías y sus necesidades con las mega obras por ende conocimiento en geometría esférica, también en comunicaciones y otras que posibiliten la construcción de aplicaciones y aportes a las ciencias, tecnología y sociedad.

En cuanto a los conocimientos conceptuales sobre relatividad se encontraron aportes valiosos desde páginas de universidades e instituciones como la NASA, de igual manera algunas investigaciones anteriores sobre la enseñanza de esta, incluyendo videos en plataformas de divulgación; pero estos materiales se deben direccionar de manera tal que las actividades que se proponen sean acordes con el tipo de participantes en el proceso de enseñanza, sin dejar a un lado su contexto. Un punto donde la evaluación diagnóstica inicial cumple un papel fundamental tanto para saber cuáles conceptos, como se podrían llevar a las clases y de qué manera organizar estas, además de secuenciar la información y organizarla acorde con el estudiantado. La Evaluación diagnóstica inicial y sus instrumentos propios dieron en la investigación la posibilidad de implementar, planear y construir espacios o secuencias didácticas con miras a mejorar la práctica docente.

Se encontró desde los conocimientos procedimentales la posibilidad dar un valor de base a la experimentación mental en la planeación y enseñanza de la física; pero también en los procesos de pensamiento crítico y reflexivo que en muchas ocasiones se promueven desde la imaginación y abstracción bastante importante en los procesos de educación científica. Además, los modelos experimentales de computadora, *applets* y simuladores ayudan como herramientas para hacer menos arduas las tareas puesto que posibilitan un espacio diferente, además de formación en la cibercultura.

En esa misma perspectiva se construyeron relaciones desde las actitudes para el aprendizaje que viabilizan la planeación y mejora del mismo; en esta investigación se encontró

un disgusto en general de las estudiantes por la física desde las maneras cómo se les han llevado ciertos conceptos al aula además los temas que se tratan en las clases según ellas “no son de gran interés”; en cambio se hace evidente la posibilidad desde el gusto, la motivación y otros de llevar a la secundaria temas que no han sido tratados, en este caso la relatividad; donde se encontró un gusto, curiosidad e interés de un 100% de las participantes en sus respuestas aprovechando esto y la actualidad de contenidos; donde además en concordancia con una hipótesis inicial de la investigación las estudiantes confirman que “debe formar parte del bagaje de cultura general” para tener en cuenta en la construcción de la unidad didáctica y la transformación de planes de área y currículo.

Por otro lado, se encontró la evaluación diagnóstica inicial y la unidad didáctica como pares complementarios en la planeación de la enseñanza, ambas generan aportes biunívocos; inicialmente la evaluación diagnóstica se abre como posibilidad para la introducción de la enseñanza a partir de la diagnosis, además de participaciones internas en el desarrollo y diseño de la unidad didáctica; entonces también se abre un espacio de conceptualización sobre la evaluación diagnóstica y sus instrumentos como posibilidad para el diseño de unidades didácticas de enseñanza conceptualizadas y contextualizadas. Desde aquí, el aporte de esta propuesta investigativa se hace directamente a la evaluación, la planeación de la enseñanza, y el diseño de unidades didácticas además de su construcción o transposición conceptual y adaptación a la secundaria.

Las instituciones formadoras de maestros en este caso en Matemáticas y Física, tienen un reto para abrir espacios de discusión y formación sobre los temas de actualidad en ciencias, también espacios de reflexión y transposición didáctica para la planeación de la enseñanza, con intenciones de generar herramientas dirigidas a la formación de futuros docentes con capacidades

para la enseñanza de física moderna. Entonces queda un reto también a los profesores en ejercicio y a los que llegamos para emprender una visión de maestro intelectual en constante reflexión sobre sus prácticas, aprendizajes además de su formación, pedagógica, didáctica, evaluativa y conceptual.

5.1 Recomendaciones para seguir investigando frente al tema

Desde la investigación quedaron algunas preguntas relacionadas con la evaluación, la enseñanza de la relatividad, la evaluación diagnóstica inicial y la unidad didáctica para la planeación de la enseñanza, por ende, también sobre los planes de área y el currículo.

- La astrofísica que además está relacionada con la relatividad, fue la más nombrada por las participantes de la investigación como área de interés de la física; entonces surge la pregunta ¿Cómo planear la enseñanza de la astrofísica desde la evaluación diagnóstica y otras herramientas que posibiliten su introducción al bachillerato?
- También se encontró una fuerte relación con vías a la planeación entre la unidad didáctica y la evaluación diagnóstica donde surge ¿podría ser la relación entre el diseño de unidades didácticas y la evaluación diagnóstica, una herramienta de transposición de contenidos, además, para la construcción de planes de enseñanza acordes a los contextos?
- En el mismo sentido, ¿Cómo esta relación podría aportar a la introducción de la enseñanza de la física moderna en la escuela?
- También, con el tiempo se transforman los planes de enseñanza constantemente para su fortalecimiento, además los tiempos para abarcar cierta cantidad de temas son muy cortos; creo entonces obligatorio reflexionar sobre la división de ciertos temas que podrían tratarse en un mismo momento en la escuela como ejemplo el arte, el color y la luz; en el caso de la unidad didáctica presentada en la investigación, la relación entre la

relatividad, el arte y la geometría. En este sentido ¿cómo construir desde la evaluación diagnóstica inicial, currículos integrados que permitan la optimización del tiempo, reconocimiento de aplicaciones y relaciones entre áreas del conocimiento?

Referencias

- Acosta, M. (1998). *Creatividad, motivación y rendimiento académico*. España. Ediciones Aljibe.
- Alemany, R., y J Pérez. 2000. Enseñanza Por Cambio Conceptual: De La Física Clásica a La Relatividad. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 18(3), 463–471.
- Alemany, R, y J Pérez. 2001. Una Nueva Propuesta Didáctica Para La Enseñanza De La Relatividad En El Bachillerato. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 19(2), 335–343.
- Ajzen, I., y Fishbein, M. (1974). Factors influencing intentions and the intention behavior relation. *New York: Human Relations*, 27(1), 1-15
- Arriassecq, I., y M. Greca. 2002. Algunas Consideraciones Históricas, Epistemológicas y Didácticas Para El Abordaje de La Teoría de La Relatividad Especial En El Nivel Medio y Polimodal. *Ciência & Educação (Bauru)*, 8(1), 55–96.
- Arriassecq, I., y M. Greca. 2004. Enseñanza de la teoría de la relatividad especial en el ciclo polimodal: dificultades manifestadas por los docentes y textos de uso habitual. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(2), 221–227
- Arriassecq, I., y M. Greca. 2006. Introducción De La Teoría De La Relatividad Especial En El Nivel Medio /Polimodal De Enseñanza: Identificación De Teoremas - En - Acto Y Determinación De Objetivos – Obstáculo. *Capa*, 11(2), 189–218.

- Aykutlu, I., Bezen, S., & Bayrak, C. (2019). What do preservice physics teachers think of study sheets?. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 6(4), 816-826.
- Barriga, F. D. (2006). *Enseñanza Situada: Vínculo Entre La Escuela Y La Vida*. D.F. México, México: McGraw-Hill.
- Creswell, J. (2005). Investigación educativa: planificación, realización y evaluación de investigación cuantitativa y cualitativa. *Upper Saddle River: Pearson Education*.
- Cisterna, F. (2005) Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, 14(1), 61-71
- Carrasco, J., y Basterretche, J. (1998). *Técnicas y recursos para motivar a los alumnos*. España: Raip
- Díaz, L., Torruco, U., Martínez, M., y V, Ruiz. (2013) La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en Educación Media*, 2(7), 162-167
- Elliot, J. (1990) *la investigación-acción*. Madrid, España: Morata
- Gil, D, F Senent, y J Solbes. 1986. Análisis Crítico de La Introducción de La Física Moderna En La Enseñanza Media. *Revista de Enseñanza de la Física*, 2(7), 16–21.
- Guisasola, J., J Solbes, J. Barragués, A. Moreno, y M. Morentin. 2007. Comprensión De Los Estudiantes De La Teoría Especial De La Relatividad Y Diseño De Una Visita Guiada A Un Museo De La Ciencia. *Revista Eureka Enseñanza Divulgación y Ciencia*, 4(1), 2-20
- Jorba, J., y Sanmartí, N. (1994). La evaluación diagnóstica inicial. En: (Primera edición), Enseñar, aprender y evaluar: Un proceso de regulación continua. *Propuestas didácticas*

para las áreas de las ciencias y las matemáticas (pp. 95-109). Barcelona, España:
Centro de publicaciones general técnica.

Lopez, Ricardo. (1985). Sobre La Enseñanza de Los Fundamentos de La Relatividad
Sugerencias Para Una Investigación. *Aula: Revista de Pedagogía de la Universidad de
Salamanca*, 1(1), 69–74.

Mach, E (1905), Conocimiento y error. Argentina, Espasa – Galpe S.A.

Mach. E (1919). *La ciencia de la mecánica*. Chicago, Londres: Fourth

Martín, M., y Kempa, M. (1991). “los alumnos prefieren diferentes estrategias didácticas de
la enseñanza de las ciencias en función de sus características motivacionales”.
Enseñanza de las ciencias, 9(1): 59-68

Martinez, J. 2011. “Métodos De Investigación Cualitativa.” *Revista de la corporación
internacional para el desarrollo educativo*, 1(8): 1-33

Orozco, Mariana. (2006). “La evaluación diagnóstica, formativa y sumativa en la enseñanza
de la traducción”. “*La evaluación en los estudios de traducción e interpretación*”. p.
47-68

Palacios, F., y Cañal, P.(2000). El diseño de unidades didácticas. En Ed Marfil: Didáctica
de las Ciencias Experimentales. Barcelona, España: Sanmartí, Neus

Perales, F., y Cañal, P. (2000). El diseño de la unidad didáctica. En (Ed), Didáctica de las
ciencias experimentales.

- Pérez, H., y Solbes, J. 2003. "Algunos Problemas En La Enseñanza de La Relatividad." *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas* 21(1): 135–46.
- Pérez, H., y Solbes, J. 2006. "Una Propuesta Sobre Enseñanza de La Relatividad En El Bachillerato Como Motivación Para El Aprendizaje de La Física." *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas* 24(2): 269–83.
- Pérez, G. (1994). *Investigación cualitativa: retos e interrogantes. I. Métodos*. Madrid, España: Muralla.
- Polanco, R. (2010). "Diseño de instrumentos para promover la autorregulación del aprendizaje en el aula". *Memorias del VI foro de estudios en lenguas internacional*. Quintana roo: México.
- Stake, R. (2005) *Investigación con estudio de casos*. Madrid, España: Morata.
- Stake, R. (2000). *El arte de la investigación de estudios de caso*. Thousand Oaks, Estados Unidos: Sage Publicaciones.
- Rodríguez, G., y Ibarra, S. (2011). *Evaluación orientada al Aprendizaje estratégico en la educación superior*. Madrid: Narcea
- Tarín, F. 2000. "El Principio de La Conservación de La Energía y Sus Implicaciones Didácticas." (Tesis doctoral). Universidad de Valencia, Valencia, España.
- Tejedor, J. 1997. "La evaluación inicial: Propuesta para su integración en la educación obligatoria". *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 1(0): 1-5.

Toledo, B., I Arriasecg, y Santos. A. 1997. “Análisis de La Transición de La Física Clásica a La Relativista Desde El ‘Cambio Conceptual.’” *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas* 15(1): 79–90.

Yin, R. (2003) *Investigación de estudios de caso. Diseño y métodos*. Estados Unidos: Publicaciones Page.