



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**UNIDADES DE ENSEÑANZA
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE LA REALIDAD VIRTUAL
Y AUMENTADA EN EL TRABAJO PRÁCTICO DE
LABORATORIO EN FÍSICA**

Autor(es)

Manuela Mesa Flórez

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Medellín, Colombia

2020



Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas para la implementación de la
Realidad Virtual y Aumentada en el trabajo práctico de laboratorio en física

Manuela Mesa Flórez

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título
de:

Licenciada en Matemáticas y Física

Asesores (a):

Dra. Sonia López Ríos

Mág. Mónica Eliana Cardona Zapata

Línea de Investigación:

Tecnologías de la Información y la Comunicación para la Enseñanza de las Ciencias

Grupo de Investigación:

PiEnCias

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Medellín, Colombia

2020

AGRADECIMIENTOS

La vida se compone de innumerables retos que catapultan al ser a reconstruirse, transformarse, sentirse diferente, amarse diferente y por supuesto tener experiencias que le marcan para siempre. Este trabajo ha sido como un hierro forjado sobre mi piel, lleno de oscuridades y lucidez, pero inundado de aprendizajes.

Dedico las presentes páginas que son el reflejo de mi paso por la academia a mi familia, mi madre Mónica y mi padre Juan Guillermo, por su inacabable amor, sus incontables palabras de aliento, sus abrazos, su valentía y sobre todo por jamás dejarme sola, porque nunca me soltaron la mano. Mi eterno amor y gratitud.

Quiero agradecer en cantidades infinitas a mis asesoras Sonia López Ríos y Mónica Eliana Cardona, por su sabiduría, paciencia, ternura y, sobre todo, por su apoyo incondicional durante cada una de las etapas de este trabajo; por llenarme de inspiraciones y sembrar semillas en mi vida que crecerán como árboles.

Al profesor Carlos Julio Echavarría por transmitirme un profundo amor por la práctica experimental en física y por brindarme espacios tan significativos durante sus clases para la recolección de información que acontece a este trabajo.

A la Facultad de Educación y todas las personas que conocí allí, mis amigos y mis maestros porque sin duda me han permitido crecer, vivir, sentir, amar y ser de todas las formas posibles.

Al Alma Mater, la Universidad de Antioquia que me brindó un lugar en el mundo para ser completamente feliz, que me desgarró las vestiduras y me convirtió en una apasionada Maestra.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	8
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	9
1.1 Objetivos.....	21
1.1.1 Objetivo general:.....	21
1.1.2 Objetivos específicos:	21
2 APROXIMACIONES TEÓRICAS	22
2.1 Construcción de la revisión de literatura:	22
2.2 El uso de Tecnologías emergentes en el trabajo práctico de laboratorio.	25
2.2.1 Las tecnologías emergentes en la educación.	25
2.2.2 El trabajo práctico de laboratorio en física.	28
2.3 La implementación de Realidad virtual y Realidad aumentada en la enseñanza de la física	29
2.4 Teoría de Aprendizaje Significativo y Aprendizaje Significativo Crítico..	32
3 CONSTRUCCIÓN DEL MARCO TEÓRICO.....	35
3.1 El trabajo práctico de laboratorio: la experiencia.	35
3.2 Tecnologías Emergentes para enriquecer la experiencia: Realidad Virtual y Realidad Aumentada.	40
3.3 Aprendizaje significativo crítico y el valor de la experiencia:	50
3.3.1 Principios conceptuales y disciplinares:	52
3.3.2 Principios epistemológicos:	53
3.3.3 Principios pedagógico-didácticos:	54
4 DISEÑO METODOLÓGICO.....	56
4.1 Paradigma y enfoque de investigación	56
4.2 Contexto y participantes del estudio	57

4.3	Sobre los instrumentos y técnicas para la recolección de información.	58
4.3.1	El diario de campo	59
4.3.2	La observación participante	59
4.3.3	La entrevista semiestructurada.....	60
4.3.1	Consideraciones éticas	61
4.4	Propuesta de enseñanza: Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas (UEPS)	61
4.4.1	Sesión 1	64
4.4.2	Sesión 2.....	65
4.4.3	Sesión 3.....	67
4.4.4	Sesión 4.....	68
4.5	Instrumentos y procedimientos para el análisis de información.....	68
4.6	Proceso de construcción de las categorías para el análisis	70
5	RESULTADOS Y ANÁLISIS	73
5.1	Principios conceptuales y disciplinares	74
5.1.1	Principio de la interacción social y del cuestionamiento	75
5.1.2	Principio del aprendiz como perceptor/representador	79
5.1.3	Principio del conocimiento como lenguaje.....	81
5.2	Principios epistemológicos	84
5.2.1	Principio de la conciencia semántica	85
5.2.2	Principio del aprendizaje por error	88
5.3	Principios pedagógico- didácticos	91
5.3.1	Diversidad de materiales y estrategias para la experimentación	93
5.3.2	Diversidad de materiales y estrategias en la formación de maestros.....	97
5.3.3	Principio de la no centralización del libro de texto.....	99

5.3.4 Principio de la no utilización de la pizarra.....	100
5.4 Percepciones de los maestros en formación sobre el uso de las UEPS para el trabajo práctico de laboratorio.....	102
6 CONSIDERACIONES FINALES.....	104
6.1 Conclusiones.....	104
6.2 Recomendaciones y perspectivas para futuras investigaciones.....	106
7 BIBLIOGRAFÍA	108
8 ANEXOS	113

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Revistas y número artículos seleccionados para la revisión de literatura.	23
Tabla 2. Categorías para la revisión de literatura.....	24
Tabla 3. Descripción de las sesiones que corresponden a la fase de implementación	63
Tabla 4. Categorías y subcategorías apriorísticas	70
Tabla 5. Evidencias de los principios conceptuales y disciplinares.	74
Tabla 6. Sobre el principio de la interacción social y del cuestionamiento.	75
Tabla 7. Sobre el principio del aprendiz como receptor/representador.....	79
Tabla 8. Sobre el principio del conocimiento como lenguaje.	81
Tabla 9. Evidencias de los principios epistemológicos.....	85
Tabla 10. Sobre el principio de la conciencia semántica.	86
Tabla 11. Sobre el principio del aprendizaje por error.....	88
Tabla 12. Evidencias del principio de la diversidad de materiales y estrategias.....	92
Tabla 13. Sobre el principio de la diversidad de materiales y estrategias.....	93
Tabla 14. Sobre el principio de la diversidad de materiales y estrategias en la formación de maestros.....	98
Tabla 15. Sobre el principio de la no centralización del libro de texto.....	99
Tabla 16. Sobre el principio de la no utilización de la pizarra.	100

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Realidad virtual en el aula de clase	49
Figura 2. Realidad aumentada en el aula de clase	50
Figura 3. Muro de recursos RV y RA.....	65
Figura 4. Visor de RV y auriculares	66
Figura 5. Experiencia RV durante la sesión 2.	66
Figura 6. Simulación RV 360°: Fuerza centrípeta, energía potencial.	67
Figura 7. Experiencia RA durante la sesión 2.	67
Figura 8. Actividad: “El mundo de las ideas”, M5	78
Figura 9. Actividad “El mundo de las ideas”, M2	78
Figura 10. Actividad “El mundo de las ideas”, M1	79
Figura 11. Actividad: “El mundo de las ideas”, M5	88
Figura 12. Simulación RV 360°, M2: Caída libre	95
Figura 13. Simulación RV 360°, M3: Viaje al interior del cuerpo humano	96
Figura 14. Simulación RV 360°, M3: Viaje al fondo del mar	96
Figura 15. Simulación RA, M4: Cuerpos celestes.....	97

ANEXOS

Anexo A: Consentimiento informado	113
Anexo B: El mundo de las ideas	115
Anexo C: Aula Socrática.....	115
Anexo D: Guía para la construcción de UEPS en casa.	116
Anexo E: Entrevista semiestructurada 1	118
Anexo F: Muro de orientación	118
Anexo G: Entrevista semiestructurada 2.....	118
Anexo H. UEPS desarrollada por M1	119
Anexo I. UEPS desarrollada por M5.....	126

RESUMEN

Son muchos los retos que surgen en nuestro siglo cuando se piensa en el aprendizaje de la física, especialmente cuando se refiere al sentido y la intencionalidad de la práctica, de pasar por el cuerpo los fenómenos físicos, de dotar de significados el intercambio de saberes, de contemplar una experiencia más allá de las formas tradicionales que la han caracterizado durante años; y retos orientados a propuestas de enseñanza que permitan la construcción de significados sobre física. El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de caracterizar los criterios y elementos relacionados con los principios del del Aprendizaje Significativo Crítico que consideran los maestros en formación al construir Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas para abordar el trabajo práctico de laboratorio en física, usando realidad virtual y aumentada como tecnologías que permiten enriquecer la experiencia sensorial. La investigación es de corte cualitativo y se fundamenta en el estudio de casos instrumental. Surge a partir de la necesidad de indagar por las concepciones que los maestros en formación tienen acerca de la construcción y desarrollo de las prácticas de laboratorio en física y propone repensar las formas tradicionales en que se han llevado a cabo dichos espacios de aprendizaje. Los hallazgos principales se concentran en la forma como los maestros en formación crean prácticas de laboratorio haciendo uso de Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas y las fundamentan bajo los principios del Aprendizaje Significativo Crítico; además en las transformaciones respecto a las posturas y concepciones sobre las finalidades de la práctica experimental.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Para dar lugar a la reflexión sobre la formación de maestros en Colombia, es preciso abordar las características educativas y políticas públicas que permiten identificar cuáles son los procesos de formación docente que se llevan a cabo en las universidades. Para ello, se referencian las palabras de Galvin (2006) citado en Torres y Díaz (2015), en donde expresa que la formación docente “requiere programas académicos que establezcan un equilibrio entre la teoría y la práctica, los contenidos científicos, pedagógicos, sociológicos, psicológicos, a la par que los recursos metodológicos para las distintas situaciones en el aula en contextos heterogéneos y multiculturales” (p.153), que devengan de los maestros en formación un conjunto de habilidades, actitudes y aptitudes que les permitan transformar los procesos educativos de acuerdo con las necesidades sociales y culturales.

Para que estas palabras tan complejas de transformación y cambio social por medio de la educación sean más tangibles, existen algunos documentos en Colombia que soportan políticas públicas respecto a dos matices importantes que caracterizan la formación docente: la investigación y la innovación. Entre ellos se encuentra la Ley 115 de 1994 en donde el estado tiene la responsabilidad de velar por el fortalecimiento de la investigación en el campo pedagógico y por la formación de educadores; el Decreto 709 de 1996 que da lugar a las universidades como responsables de la formación docente; el Decreto 272 de 1998 que exige a las facultades de educación por lo menos una línea de investigación educativa en cada programa de formación; el Plan decenal de educación 2006-2016 que propone fomentar, desarrollar y fortalecer una cultura de ciencia, tecnología e innovación.

De manera que hablar de ciencia, tecnología e innovación en las facultades de educación es relevante en la medida en que prepara a los maestros para las necesidades educativas y

tecnológicas del siglo XXI. Ante esto es preciso mencionar que los maestros en formación han tenido grandes dificultades al intentar estar a la par con la era digital, en la medida en que ésta evoluciona tan rápido que los planes de estudio de los cursos que se orientan para la formación en tecnologías no consiguen estar al ritmo, aumentando las brechas entre maestros en formación y los estudiantes nativos digitales. Lo anterior se fundamenta en autores como Belmonte, Sánchez, Cevallos y Meneses (2019), quienes defienden dos tesis principales: la primera es que los planes formativos universitarios carecen de orientación digital para el maestro en formación, y la segunda es que aquellos estudiantes que en un futuro serán docentes no disponen de las competencias actuales para utilizar las TIC desde un enfoque pedagógico e innovador; lo cual genera un panorama en donde se resaltan las deficientes habilidades digitales de los futuros maestros para garantizar una educación de calidad en y para la sociedad del conocimiento.

Es preciso recordar que la educación de calidad tiene como pilar la utilización de la tecnología para lograr objetivos de aprendizaje, tal como se puede evidenciar en políticas públicas educativas a nivel mundial y local que buscan transformar la educación bajo los parámetros de las tecnologías y la investigación en el aula. Para ello se comienza con las 21 metas del bicentenario (Marchesi, 2009), en donde países Iberoamericanos, incluido Colombia, se reunieron a conversar sobre la educación en el 2009 y allí se insiste en la necesidad de establecer como derecho fundamental la educación a nivel mundial, reconociendo todos aquellos tratados, acuerdos mundiales, regionales y constitucionales en los que todos esos compromisos internacionales surgen y se desarrollan bajo el planteamiento de la educación como un pilar fundamental para el desarrollo de un país; premisa que se fundamenta también en la Declaración de Budapest: declaración sobre la

Ciencia y el uso del saber científico UNESCO- ICSU (De Budapest, 2004), en la cual se ratifica que las ciencias, sus aplicaciones, su enseñanza, aprendizaje y formación científica son indispensables para estos desarrollos, y que la educación y la investigación tanto en el sector público como privado deben contar con capacidad científica y tecnológica adecuada para fomentar el desarrollo económico, social, cultural y ambiental.

Además, si se visualiza para este caso de investigación, la educación de calidad como un elemento general y la enseñanza de las ciencias como lo particular, se puede rescatar que la formación bajo el saber científico y tecnológico que llevarán a cabo los maestros del futuro deberá estar orientada al fortalecimiento de competencias para enfrentarse a situaciones propias de dichos saberes. En el caso de Colombia, Betancur (2008) destaca como uno de los principales problemas que se dan en las escuelas, que la formación en investigación y tecnología en la clase de ciencias se ha concebido como un asunto extraescolar; es decir, que no se involucra en los procesos académicos regulares que el estudiante vivencia dentro de la escuela, lo que implica que el estudiante debe recurrir a actividades en sus horarios libres y en otros entornos especializados. Por esta razón, es que el autor se refiere a la escuela como una institución de control y organización social que no promueve el aprendizaje significativo, en donde los niños y niñas tienen posibilidades restringidas para vincularse con la investigación y la tecnología respecto a problemas en su contexto, y formarse en consonancia con los sistemas de competencia y comunicación que evolucionan en la sociedad. Es por esto que se invita a las escuelas colombianas a establecer vínculos con la escuela, la cultura, la sociedad y la individualidad, con el ánimo de promover aprendizajes significativos que involucren al estudiante en el conocimiento de las ciencias y el aprendizaje por medio de la investigación y la utilización de tecnologías.

Para lograr que la escuela se transforme con base en las necesidades y prioridades de una educación fundamentada en la ciencia, tecnología e investigación, es preciso que maestros en formación desde la academia tengan la posibilidad de contar con los elementos pedagógicos y didácticos actualizados necesarios para recurrir a las tecnologías como un medio para incentivar las competencias científicas y potencializar el aprendizaje significativo de los estudiantes en las ciencias y demás áreas del saber.

Es preciso entonces, reconocer que la sociedad y por ende la escuela sufren transformaciones culturales, económicas y políticas particulares en el siglo XXI; las cuales se han caracterizado por procesos de migración que conciernen el paso de la sociedad industrializada a la sociedad del conocimiento. Transición que implica reflexionar sobre los cambios, características e implicaciones en la educación, la cultura y la economía. Para ello, es preciso entender la sociedad del conocimiento desde la perspectiva de “Modernas organizaciones” (Concari, 2014); en donde se argumenta la existencia de una constante e ilimitada evolución de la tecnología y la forma en la que ésta intercede en la cultura, la educación y las prácticas sociales; en la medida en que cada vez más se evidencia la transición en lo que fue el auge de la individualidad característico de la industria y del fordismo hacia la necesidad de personas con habilidades colectivas como el trabajo en equipo, la resolución de problemas, la flexibilidad al cambio y la toma de decisiones (Concari, 2014; Saavedra, 2018). De modo que la escuela, como institución fundamental, tiene el reto de asumir currículos que estén a la par con la sociedad del conocimiento, la cotidianidad del estudiante y la práctica del maestro. Sin embargo, desde la literatura, se afirma que “los jóvenes que vivirán en el siglo XXI son formados con maestros del siglo XX, pero con modelos pedagógicos y currículos del siglo XIX” (Samper, 2013, p. 8).

En esa medida, desde que se habla de la era digital, suceden una serie de cambios que son constantes y que van encaminados a modificar la manera como se informa, se comunica, se comparte la información y principalmente se construye conocimiento (Saavedra, 2018); además, estos nuevos escenarios desarrollan nuevas formas de pensar, investigar, conocer, trabajar y, sobre todo, aprender y enseñar; en tanto existe una oleada de recursos de acceso a la información que han dado apertura a generaciones de estudiantes con habilidades destacadas en el uso de tecnologías. En este sentido, la literatura sugiere que la escuela debe permanecer en una constante exploración y modificación de las prácticas educativas, de tal manera que se encuentren en convergencia con la sociedad actual; por consiguiente, se lleva a cabo la reflexión por el rol del maestro, su papel en la construcción del conocimiento y el aporte de las tecnologías a la educación en nuestro siglo.

Dado lo anterior, y con el ánimo de generar una ilustración del cambio y la evolución que tienen las sociedades del conocimiento en materia tecnológica, es que al hablar de tecnologías de gran impacto, no se hace énfasis en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) sino más bien en las Tecnologías Emergentes (TE) (Concari, 2014; Adell y Castañeda, 2012; Mantilla y García, 2014; Santos, Bouciguez, Miranda, Cenich, Barbieri y Abásolo, 2014), entendidas como aquellas que tienen la característica de ser tecnologías disruptivas o de alto impacto, que se consolidan como un agente que presta un servicio que antes no existía, y que en un futuro tienen la posibilidad de cambiar la forma de vivir, producir y modificar algunas prácticas humanas que finalmente dan lugar a la construcción de soluciones a problemas del mundo actual.

Así pues, Concari (2014) argumenta que existe una necesidad permanente de “explorar tecnologías que sean de gran impacto en la educación en los últimos años y que podrían emplearse para innovar en la enseñanza de la física” (p. 495), las cuales, no solo transversalizan los procesos de enseñanza y aprendizaje, sino que también proponen nuevas formas de percibir los contextos culturales, lingüísticos, científicos y geopolíticos; propiciando así, habilidades en los estudiantes, maestros e instituciones educativas que son fundamentales para transformar la multiplicidad de impactos que genera la sociedad del conocimiento en las formas de vida y asumiendo roles significativos en el tránsito a las sociedades del aprendizaje y a las nuevas formas de “conocer el conocimiento” (Mantilla y García, 2014, p. 80). Todo lo anterior, con la intención de resaltar la importancia de hacer caso a los desafíos que imponen las sociedades actuales, haciendo énfasis principalmente en los que se refieren a la educación, en donde se esperan estudiantes creativos y competentes para abordar problemas complejos y colectivos.

Así, las TE se han convertido en tecnologías de gran utilidad e innovadoras en y para la enseñanza de las ciencias, en tanto que propician un alto impacto en la educación si se acompañan de metodologías, conocimiento y personas. Algunas de las tecnologías emergentes que mencionan Mantilla y García (2014) y Concari (2014) son: nanofármacos, Smartphone, cables cuánticos, baterías fotosintéticas creadas por ingeniería genética, web semántica (web 3.0), impresión 3D, sensores remotos, pantallas flexibles, *tablets (m-learning o mobile learning)*, realidad aumentada, juegos serios, interfaces gestuales y herramientas analíticas de aprendizaje. Asimismo, el informe *Horizon Report* en Becker et al. (2018), hace referencia a espacios de aprendizaje, recursos educativos abiertos,

tecnologías analíticas, espacios de creación, tecnologías de aprendizaje adaptativo, inteligencia artificial, realidad mixta (realidad virtual y aumentada), robótica.

Según la ilustración anterior y en tanto que se dan a conocer las TE en el ámbito educativo, surge la necesidad de reconocer nuevas pedagogías, que se consideran según Mantilla y García (2014) como “Pedagogías Digitales” (p. 81), las cuales tienen influencia en los mecanismos de producción y apropiación de conocimiento en nuestro siglo, y tienen la funcionalidad de velar porque los nuevos sujetos que pasan por procesos educativos sean “ciudadanos globales en red” (p. 81) o internautas, de los cuales se reconoce según estos autores, que pasan gran parte de su vida frente a instrumentos tecnológicos que permiten la conexión global, y que finalmente dada la facilidad de comunicación participen en procesos globales que tienen que ver con la creación, el intercambio, el consumo y el mantenimiento de las fronteras culturales y espacio temporales.

De manera que, las TE y las pedagogías digitales o emergentes dialogan con enfoques e ideas pedagógicas encaminadas a la reflexión sobre el uso educativo de las tecnologías, para “aprovechar el potencial comunicativo, informacional, colaborativo, interactivo, creativo e innovador en el marco de una nueva cultura de aprendizaje” (Adell y Castañeda, 2012, citado por Mantilla y García, 2014, p. 82). De modo que, visionar la implementación de las TE en el aula se convierte en un factor de innovación, reflexión y transformación de las prácticas educativas del maestro, generando iniciativas encaminadas a la utilización de enfoques metodológicos y estrategias didácticas diseñadas por maestros competentes.

Con el ánimo de dotar de sentidos el uso de TE en el aula y de promover con maestros en formación la creación y utilización de las nuevas herramientas es que se reflexiona

crítica y propositivamente sobre los cambios y transformaciones necesarias para el trabajo práctico de laboratorio en física.

Esto se propone debido a la desconexión entre el espacio de laboratorio y la práctica experimental, la tecnología y la investigación, en la medida en que es preciso hacer énfasis en la tendencia que aún sufren los laboratorios de física, en donde el espacio aún es utilizado bajo prácticas tradicionales y que, aunque sea dotado de tecnologías, éstas tienden a desligarse de los procesos de aprendizaje, estando descontextualizadas con la realidad de los estudiantes (Concari, 2014). Así, es relevante hacer hincapié en una crítica que se fundamenta en la maltratada concepción del trabajo práctico cuando es visto como una receta, habitual, tradicional, en donde el estudiante cumple un papel pasivo de llevar a cabo unos pasos y evidenciar un fenómeno. Esto con la intención de resaltar la importancia del laboratorio de física y por ende de la práctica en los procesos de enseñanza y aprendizaje y la urgencia de generar cambios en las maneras en que los maestros en formación conciben el trabajo práctico de laboratorio y cómo las TE lo podría favorecer y encaminar hacia el aprendizaje significativo crítico.

Así pues, con los maestros en formación se tuvo la intención de reflexionar sobre los aportes de visionar el trabajo práctico de laboratorio para la construcción de conocimiento y de aprendizaje significativo crítico, evaluando las potencialidades, necesidades y dificultades para llevarlo a cabo. Esta intención de indagar por las reflexiones que se dan por parte de los maestros en formación respecto al planteamiento de incluir en el trabajo práctico de laboratorio las TE, surge de la experiencia de práctica pedagógica realizada en Tecnoacademia (Medellín).

Tecnoacademia es “un escenario de aprendizaje, dotado de tecnologías emergentes para desarrollar competencias orientadas a la innovación, a través de la formación por proyectos” (SENA, 2015) respaldado por el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA); tiene como público objetivo estudiantes de Instituciones Educativas públicas y privadas que pertenecen a la educación básica secundaria y media. Su principal función es brindar un espacio que consta de cuatro “laboratorios” o escenarios para las áreas aplicadas: Nanotecnología, Biotecnología, Robótica e Ingeniería, Tecnologías virtuales o TIC, en donde se desarrollan procesos de enseñanza que soportan las áreas básicas del conocimiento: Matemáticas, Física, Química, Biología, Lecto- Escritura, por medio del enfoque STEAM y el desarrollo de proyectos; con la intención de fortalecer “habilidades en ciencia, tecnología e innovación y promover el desarrollo de la investigación aplicada con la aplicación de nuevas tecnologías” (SENA, 2015).

En consecuencia, durante la práctica, se construyó un diario pedagógico, el cual se configura como evidencia de las particularidades del contexto, de las relaciones entre formadores y aprendices, y por supuesto de la forma en que se enseñan las ciencias, la utilización de TE y cómo éstas son dotadas de sentido. Gracias a los registros del diario pedagógico, se evidencia que el aparato o *software* tecnológico se presenta alejado del contexto, sin funcionalidad en la realidad. Al respecto, Concari (2014) considera que “la disponibilidad de materiales y recursos de calidad no garantiza su uso en las aulas” (p. 495); que hace falta el acompañamiento de pedagogías y didácticas que permitan fomentar la práctica con las TE con la intención de generar impacto en el contexto del estudiante.

Gracias a esta experiencia, en donde se tuvo un acercamiento provechoso a las TE, a las concepciones del laboratorio de ciencias y a la necesidad de generar estrategias didácticas

que permitan la utilización de las TE como un medio para llevar a cabo la construcción del conocimiento de los estudiantes y para dotar de sentido el uso de tecnologías en el aula de clase; se pretende trasladar el conocimiento y las reflexiones obtenidas en Tecnoacademia a los maestros en formación de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, especialmente a aquellos que pertenecen al curso de Taller de física del programa Licenciatura en Matemáticas y Física; con el ánimo de generar un espacio de reflexión y construcción de estrategias que permitan transformar la visión que tienen los maestros acerca de las tecnologías en la actividad experimental, y por supuesto, incentivarlos a partir de la propia experiencia a formarse en TE. De esta manera es posible favorecer que sus prácticas pedagógicas profesionales sean orientadas desde posturas críticas respecto a las relaciones entre tecnología y ciencia, al trabajo práctico de laboratorio y por supuesto a apropiarse de la necesidad de fomentar estrategias que permitan el aprendizaje significativo de los estudiantes.

De esta manera, y con el ánimo de favorecer el trabajo práctico de laboratorio utilizando TE, se destacan para este trabajo de investigación, la Realidad virtual (RV) y la Realidad aumentada (RA). En primer lugar, Moreno y otros (2017) citado en Aznar-Díaz, Romero y Rodríguez (2018), definen la RV como la tecnología que posibilita la inmersión en espacios o escenarios tridimensionales en primera persona y en otras modalidades como videos 360°; para un usuario sumergirse en RV requiere de un visor RV (Figura 4) y un software adecuado para ello que se puede instalar en un *smartphone*, en donde se podrá tener la experiencia de espacios reales y ficticios o virtuales. Esta TE se ha seleccionado principalmente por la necesidad de que los maestros en formación estén al tanto de la evolución tecnológica a la que están expuestos los estudiantes, de manera que en algún

momento no sólo pueda hacer uso de las películas o herramientas RV que se encuentran en la red, sino también, que pueda crear simulaciones que nutran el trabajo práctico de laboratorio en física.

En palabras de Otero y Flores (2011) citados en Aznar-Díaz, Romero y Rodríguez (2018), la RV en el ámbito educativo, es una herramienta que favorece el aprendizaje constructivista, posibilita alternativas de aprendizaje para personas con necesidades educativas especiales y genera canales de comunicación y colaboración entre estudiantes en un espacio en sincronía con la realidad; finalmente aumenta la motivación, el interés y el desarrollo de competencias digitales. Por parte de los maestros en formación, la herramienta se puede utilizar para investigar sobre metodologías de aprendizaje y creación de estrategias didácticas.

En lo que se refiere a la experimentación en física se puede encontrar que la RV permite deshacer algunos límites en cuanto a materiales de laboratorio, reacciones químicas o físicas, establecer variables virtuales que son imposibles en la realidad y conectar el fenómeno físico con algunas realidades sociales cercanas o lejanas al estudiante.

En segundo lugar, la RA según De Pedro (2011) citado en Prendes (2015) es una TE “capaz de complementar la percepción e interacción con el mundo real, brindando al usuario un escenario real aumentado con información adicional generada por ordenador. De este modo, la realidad física se combina con elementos virtuales disponiéndose de una realidad mixta en tiempo real” (p. 188) de manera que la RA no reemplaza el mundo real, sino que permite establecer complementos visuales virtuales, información situada y contextualizada para generar una experiencia más cercana con la realidad del estudiante.

En el ámbito educativo, la RA según Cabero y Barroso (2016) permite que los estudiantes tengan experiencias significativas con elementos de difícil acceso, relacionen la teoría con la práctica en el mundo real, y por supuesto puedan visualizar problemas cotidianos y buscar soluciones en tanto que se obtiene una apreciación con el aprendizaje y una relación entre el contenido y la propia experiencia.

La RA es un complemento durante el trabajo práctico de laboratorio en física, en la medida en que permite examinar, por ejemplo, el funcionamiento de dispositivos eléctricos o mecánicos que son reales y de difícil acceso, como máquinas eléctricas, circuitos electrónicos; además de crear e interactuar con modelos a escala, motores, entre muchas otras posibilidades.

Finalmente, para poner a conversar los elementos del trabajo práctico de laboratorio en física, las TE entre ellas la RV y la RA y los maestros en formación, se llevó a cabo la presente investigación por medio del diseño de estrategias didácticas propuestas por Moreira (2011), denominadas Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas (UEPS), con el ánimo no sólo de dotar de sentido la utilización de las herramientas RV y RA, sino también brindar al trabajo práctico de laboratorio la posibilidad de favorecer el aprendizaje significativo crítico en los estudiantes.

Todo lo anterior da lugar a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los principios de la TASC que ponen en juego los maestros en formación al construir UEPS para el trabajo práctico de laboratorio en física?

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general:

Caracterizar los criterios y elementos relacionados con los principios de la TASC que consideran los maestros en formación al construir Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas para el trabajo práctico de laboratorio en física.

1.1.2 Objetivos específicos:

- Identificar las características de las UEPS relacionadas con los principios conceptuales y epistemológicos del ASC.
- Describir las estrategias mediante las cuales los maestros en formación utilizan los recursos RV y RA para acompañar el trabajo práctico de laboratorio en física.
- Valorar el proceso de construcción de las UEPS para la reflexión crítica sobre el trabajo práctico de laboratorio.

2 APROXIMACIONES TEÓRICAS

En esta sección se busca dar cuenta de lo que ha sido la revisión de literatura, la cual se ha caracterizado por una búsqueda bibliográfica de artículos indexados contemplados en su mayoría entre los años 2010 y 2019; y por ser un aporte significativo a la construcción teórica del presente trabajo. La revisión de los artículos se ha generado a partir de la clasificación en tres ejes temáticos: el uso de tecnologías emergentes en el trabajo práctico de laboratorio; la implementación de Realidad virtual y Realidad aumentada en la enseñanza de la física; la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico como referente teórico de aprendizaje.

A continuación, se da lugar a la presentación de cada uno de los ejes temáticos y los hallazgos más relevantes que permitieron generar reflexiones críticas y propositivas para la construcción del presente trabajo. En cuanto al primer eje temático se resaltan hallazgos sobre el papel que han tenido las TE en la educación y cuál ha sido el debate sobre abordar el trabajo práctico de laboratorio en física; sobre el segundo eje temático se retoman los referentes sobre Realidad virtual y Realidad aumentada para dar una mirada en la enseñanza de la física; y finalmente, para el tercer eje temático, se mencionan aquellos aspectos fundamentales de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico que son relevantes para identificar la contribución de las Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas.

2.1 Construcción de la revisión de literatura:

En la revisión de literatura se consultaron 28 revistas, entre latinoamericanas, europeas y norteamericanas presentadas en la Tabla 1. Para acotar la búsqueda documental, se utilizaron palabras claves tales como tecnologías emergentes, trabajo práctico de

laboratorio, realidad virtual, realidad aumentada, aprendizaje significativo crítico; en bases de datos como Scielo, Dialnet, Scopus, Ebsco; filtrando los datos en periodos de tiempo que oscilan entre los años 2010 y 2019 para el primer y segundo eje temático y 2000 y 2019 para el tercer eje temático. Encontrando en total 40 artículos pertinentes para la presente investigación. Con estos parámetros, la búsqueda bibliográfica se realizó en la Universidad de Antioquia de la ciudad de Medellín, haciendo uso de las bases de datos y sistemas de información que brinda, respetando los derechos de autor.

Tabla 1. *Revistas y número artículos seleccionados para la revisión de literatura.*

Nombre de la revista	Número de artículos	País de la revista
Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales	2	España
Asociación espiral, educación y tecnología	1	España
Boletín de la institución libre de enseñanza	1	España
<i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i>	3	Brasil
Crítica: revista hispanoamericana de filosofía	1	México
Didáctica de las ciencias experimentales y sociales	1	España
Enseñanza de las ciencias	3	España
Etic@ net	1	España
Gondola: Enseñanza Aprendizaje de las Ciencias	3	Colombia
<i>In Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping</i>	1	España
<i>In XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación</i>	2	Argentina
<i>In XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación</i>	1	Argentina
Ingeniare	1	Chile
<i>Journal of New Approaches in Educational Research</i>	1	España
<i>Latin American Journal of Physics Education</i>	2	México
Perspectiva Educacional, formación de profesores	1	Chile
<i>Pixel-Bit. Revista de medios y educación</i>	2	España
Revista de investigación y experiencias didácticas	2	España
Revista de investigaciones UNAD	1	Colombia
Revista de teoría, investigación y práctica educativa	1	España

Revista de teoría, investigación y práctica educativa	1	España
Revista Iberoamericana de Educación	1	España
Revista iberoamericana de educación matemática	1	España
Revista iberoamericana de pedagogía.	1	México
Revista Virtual Universidad Católica del Norte	1	Colombia
Creatividad y sociedad	1	España
Revista Iberoamericana de Educación a Distancia	1	España
Investigación educativa	1	España

A continuación, en la Tabla 2 se mencionan los artículos seleccionados para cada una de las categorías y subcategorías correspondientes a la revisión de la literatura.

Tabla 2. *Categorías para la revisión de literatura*

Categorías	Subcategorías	Autores
Eje temático 1: El uso de las tecnologías emergentes en el trabajo práctico de laboratorio.	Las tecnologías emergentes en la educación	Coll (2008); Almenara (2010); Adell y Castañeda (2012); Samper (2013) Concari (2014); Mantilla y García (2014); Santos, Bouciguez, Miranda, Cenich, Barbieri y Abásolo (2014); Díaz (2017); George Veletsianos (2010)
	El trabajo práctico de laboratorio en la enseñanza de la física.	Alís, Gil-Pérez, Peña y Valdez (2006); Caamaño (2002); Maiztegui (2002) Caamaño (2004); Jaime, y Escudero (2011); Martínez y Salgado (2011); Hodson (1994); González (1992); Gil Pérez y Valdés (1996); Ferreirós y Ordóñez (2002); Pérez y Segura (2010); Ardila y Arroyave (2012); Caamaño, Carrascosa y Oñorbe, (1992); González, (1992)

Eje temático 2: La implementación de Realidad virtual y Realidad aumentada en la enseñanza de la física	Cadavieco, Sevillano y Amador (2012); Prendes (2015); Cabero y Barroso (2016); Sanz, Gibelli, Lovos, Suárez, Saldivia, Condo y Cuevas (2018); Ocete, Carrillo y González (2003); Johnson, Adams, y Cummins (2011); Martínez (2011); Kaimaris, Stylianidis, Karanikolas (2014); Morales, Bellezza y Caggiano (2016); Tamayo, Barrio (2016); Becker, Cummins, Davis, Freeman, Hall, Ananthanarayanan (2017); Becker, Brown, Dahlstrom, Davis, DePaul, Diaz, and Pomerantz (2018); Aznar-Díaz, Romero y Rodríguez (2018); Cabero, Fernández (2018); Fernández y Rodríguez (2019); Belmonte, Sánchez, Cevallos y Meneses (2019)
Eje temático 3: La teoría del aprendizaje significativo crítico.	Teoría del aprendizaje significativo Ausubel (1983); Palmero (2004); Moreira (1997); Muñoz (2004); Moreira (2005); Sánchez y Ramis (2004); Moreira (2012)a; Moreira (2014); Romero y Quesada (2014); Moreira (2012)b; López, Veit y Araujo (2014)

Luego de conocer los referentes principales en cada uno de los ejes temáticos, se presentan a continuación los hallazgos fundamentales que dan pie a la construcción del marco teórico en el siguiente capítulo.

2.2 El uso de Tecnologías emergentes en el trabajo práctico de laboratorio.

Con el ánimo de abordar este eje temático, se realiza la revisión de literatura a partir de dos subcategorías, las cuales se exponen a continuación.

2.2.1 Las tecnologías emergentes en la educación.

En primer lugar, se encuentran posturas sobre los impactos que han tenido las tecnologías emergentes en la educación en general. Una de las posturas, rescata que para poder identificar el impacto de las TE es necesario aclarar cuáles son las diferencias o

similitudes con las TIC, luego de reconocer esas particularidades, el discurso se centra en la importancia de identificar las estrategias de enseñanza que han potencializado ese impacto de las TE en la escuela. En el marco de lo anterior, se ha encontrado que no es preciso señalar que existe una diferencia entre TIC y TE, sino más bien, que TE es la categoría de las tecnologías que han evolucionado en el siglo XXI, que son la mejora y restauración de lo que se llama también TIC, que además las TE tienen la característica de ser disruptivas; es decir, que implican un cambio radical en las formas de vida de los seres humanos y están diseñadas para transformar los estilos de trabajo, de estudio, de transporte... y que son innovadoras, tanto que requieren actualizaciones y acomodaciones al contexto de manera constante.

Lo que quiere decir, que entre las TIC y las TE no existe una brecha definida, debido a que precisamente las TE son diseñadas con muchos fines, pero el principal de ellos es aportar a la transformación de las formas en las que se llevan a cabo los procesos educativos en correspondencia con la necesidad de que los maestros y estudiantes tengan la posibilidad de sumergirse en ambientes de aprendizaje acordes a las exigencias del siglo XXI como lo es la experiencia, la inmediatez y la virtualidad.

En el marco de la observación anterior, autores como Coll (2008), Almenara (2010), Adell y Castañeda (2012), Samper (2013) y Díaz (2017) concuerdan en la importancia de la reflexión en tanto que aún existen dificultades a nivel mundial en el acceso a la tecnología, especialmente al internet; lo que genera que todo el discurso que se ha dado hasta el momento sobre la implementación de las TE involucra instituciones educativas con ciertas características; de manera que es valioso hacer la observación de que aunque la sociedad actual se defina como la sociedad del conocimiento, es preciso reconocer desde la postura

crítica que en muchos lugares esto no sucede, puesto que la sociedad también se caracteriza por los altos índices de desigualdad social, de dificultades económicas y educativas en la mayoría de la población. Teniendo esto presente, entonces se hace la salvedad de que investigar sobre las TE en el aula, se convierte en un asunto de resistencia; lo que quiere decir, que es preciso que maestros e instituciones educativas continúen persistiendo por una educación accesible, de calidad; y es en este sentido, que poseer los instrumentos tecnológicos y dotarlos de significado implica un paso adelante en la construcción de estrategias que trasciendan las paredes del salón de clase.

Así que para comprender los usos y el papel de las TE en la educación, es preciso reconocer su definición; en palabras de George Veletsianos (2010) y Concari (2014), las TE son herramientas, conceptos, innovaciones y avances utilizados en diversos contextos ya sean educativos o de otra índole, que se convierten en organismos de evolución y que al tiempo son potencialmente disruptivas; es decir, que constituyen innovaciones o desarrollos tecnológicos que se han encargado o de mejorar una tecnología o de desplazarla y que además en un futuro podrían cambiar la forma de vivir, de comunicarse e interactuar de las sociedades.

En este orden de ideas, se ha encontrado en la literatura que autores como Almenara (2010), Coll y Martí (2001), Concari (2014), Mantilla y García (2014), Santos, Bouciguez, Miranda, Cenich, Barbieri y Abásolo (2014), quienes plantean que los usos que se le ha dado a las TE implican una evolución significativa respecto a los usos que se le dan a las TIC. Un ejemplo de ello, es que el papel de las TE se ha enfocado en la escuela en dar prioridad a la representación del contenido científico, en reducir las limitaciones de espacio y tiempo, en la creación de entornos cada vez más flexibles para el aprendizaje, en

potenciar las habilidades comunicativas, en crear escenarios interactivos, en favorecer el aprendizaje independiente, el auto aprendizaje, el aprendizaje colaborativo, en romper con los escenarios tradicionales, en generar otros espacios de aprendizaje fuera del aula, en acercar al maestro a nuevos modelos educativos, encuadres pedagógicos y estrategias de enseñanza; sus usos también van encaminados a propiciar reflexiones en las instituciones educativas para que los objetivos educativos, contenidos específicos, metodologías y tareas sufran metamorfosis y se adecuen a los estudiantes del siglo XXI.

2.2.2 El trabajo práctico de laboratorio en física.

Se encuentran en la literatura diferentes críticas a la ineficiencia de las prácticas de laboratorio que se orientan mediante rústicas guías; por ejemplo, Caamaño (2002) argumenta que se llevan a cabo como actividades cerradas, con respuestas únicas, con instrucciones y tiempo limitado, en donde se imposibilita que el estudiante comprenda a fondo la correspondencia entre la teoría y la práctica en física. Respecto a esto, varios autores como Maiztegui (2002), Alís, Gil-Pérez, Peña y Valdez (2006), Caamaño (2002), Caamaño (2004) y Jaime, y Escudero (2011) proponen que llevar a cabo prácticas de laboratorio orientadas a someter a prueba hipótesis que respondan a problemas cotidianos, a realizar montajes que no dependan de una “receta de cocina” sino de la versatilidad, de proponer un experimento utilizando tecnologías que impliquen la comprensión en los desarrollos científicos; también fomentar el aprendizaje a través de situaciones problemas se hace relevante cuando la intencionalidad del maestro es permear la actividad científica para la construcción de conocimientos científicos por parte de los estudiantes, en donde la pregunta, la variable y el razonamiento sean más importantes que la respuesta y el dato exacto; lo anterior se puede concluir de autores como Martínez y Salgado (2011); Séré,

Coelho y Nunes (2003); González (1992); Gil Pérez y Valdés (1996); Ferreirós y Ordóñez (2002); Pérez y Segura (2010); Ardila y Arroyave (2012); Caamaño, Carrascosa y Oñorbe, (1992) y González (1992).

De manera que, acercar a los estudiantes a prácticas similares a las prácticas científicas tal como lo menciona Hodson (1994), implica reconocer la naturaleza de la observación y la inestabilidad entre la experimentación y la conclusión de un resultado certero, permite valorar la actividad científica y formarse en ella, y da la posibilidad de comprender la necesidad de utilizar otras experiencias que impliquen un papel activo en el estudiante durante el trabajo práctico de laboratorio como reconocer la historia de un hecho científico, utilizar simulaciones, actividades de ordenador, entre otras que impliquen la reflexión crítica.

Es importante entonces, dar la posibilidad de que el estudiante reconozca que la actividad científica y la construcción del conocimiento científico es colectiva (Hodson, 1985), y es permeada por factores sociales como religiosos, culturales, económicos, políticos, que finalmente configuran la cotidianidad real de lo que sucede en un laboratorio para en la enseñanza de las ciencias (Pérez y Segura, 2010).

2.3 La implementación de Realidad virtual y Realidad aumentada en la enseñanza de la física

Sobre el segundo eje temático, los hallazgos en la literatura fueron sobre la implementación de la Realidad Virtual (RV) y la Realidad Aumentada (RA) en la enseñanza de la física, en torno a reconocer las definiciones, tendencias, estrategias didácticas, impactos y potencialidades que ha tenido la RV y la RA en el entorno educativo, en tanto que se evidencia en la revisión de literatura la gran acogida que han tenido en las

actividades de clase, especialmente en las clases de ciencias. Por tanto, se ha hecho una exploración en diferentes artículos que han proporcionado información fundamental para ser conscientes del impacto en los procesos educativos y el entusiasmo de muchos maestros alrededor del mundo por generar propuestas didácticas y proyectos de aula en donde la RV y la RA permitan transformar las formas esquemáticas de las clases, propiciar aprendizajes que sean más significativos para el estudiante, aumentar la motivación y la interacción entre maestro, estudiante y tecnología.

Precisando de una vez, se comprenderá la RA desde el punto de vista de autores como Cadavieco, Sevillano y Amador (2012); De Pedro (2011); Basogain, Olabe, Espinosa, Rouèche y Olabe (2007) citados en Prendes (2015), los cuales identifican esta tecnología emergente como aquella que tiene la capacidad de brindar al usuario información que conecta el mundo real con el mundo virtual, en la medida en que amplía las imágenes de la realidad a partir de capturas con una cámara, por medio de aplicaciones de *Smartphone* para Android y IOS, añadiendo elementos virtuales que permiten la creación de lo que Cadavieco, Sevillano y Amador (2012), denominan como realidad mixta. Es preciso añadir que la RA no reemplaza el mundo real por el mundo virtual, todo lo contrario, superpone la realidad y la virtualidad para brindar una experiencia que involucra los sentidos de manera que el usuario no pierda la conexión con la realidad y pueda interactuar a su vez con la virtualidad.

Seguidamente, se entenderá la RV a partir de autores como Ocete, Carrillo y González (2003); Martínez (2011); Cabero y Barroso (2016) y Aznar-Díaz, Romero y Rodríguez (2018), que indican que se puede definir como una “simulación tridimensional dinámica” en la que el usuario tiene una inmersión total en la virtualidad o en un ambiente

completamente artificial, que tiene la posibilidad de estimular las capacidades sensoriales del usuario; también como una “experiencia sintética” que permite recrear cualquier situación en espacios y tiempos que se producen a partir de la capacidad del diseñador para generar una simulación que lleve al usuario a sentirse en un entorno ameno y comprensible en la medida en que su realismo sea creíble; es decir, que adopte características de la realidad. En lo que se refiere a conceptos como simulación y percepción, fundamentales en la construcción y experiencia de RV, autores como Ocete, Carrillo y González (2003) mencionan que la primera se refiere a la capacidad de generar una experiencia parecida a la realidad y la segunda, implica la importancia de involucrar los sentidos como la vista, oído y tacto durante la simulación. Algunas de sus características más importantes es que permite una simulación en tiempo real, en donde la ubicación espaciotemporal puede ser modificada por el usuario por medio del movimiento en el escenario y da la posibilidad de tener una inmersión completa con los equipos adecuados, perdiendo todo el contacto con la realidad inmediata.

Es preciso hacer la salvedad de que entre RA y RV existen múltiples diferencias, algunas de ellas responden a que en RA la simulación conecta la realidad con la virtualidad, mientras que en RV la simulación es completamente inmersiva, alejando al usuario de su realidad y que ambas tecnologías soportan diferentes Software y equipos para su construcción y proyección; sin embargo, se relacionan en la medida en que permiten la inmersión, la navegación y la interacción (Dunleavy, Dede y Mitchell, 2009; Kye y Kim 2008 citado en Cabero y Barroso 2016).

De la misma manera, también existen entre RA y RV potencialidades que se fundamentan principalmente en su funcionalidad en la educación; por ejemplo, se encuentra

en la literatura que Morales, Bellezza y Caggiano (2016), argumentan la utilización de estas tecnologías durante las clases, siendo utilizadas como estrategias para llegar a objetivos de enseñanza y de aprendizaje como potenciales para impulsar la innovación, favorecer el trabajo colaborativo, plantear situaciones problema y buscar soluciones, y generar retos en el maestro y el estudiante que les implique generar procesos de alfabetización digital; además tienen la capacidad de transformar la manera en que se interactúa con el otro, se comprende la realidad y se explica el entorno físico.

Finalmente, es preciso reconocer que se están generando tendencias en la educación para crear recursos RA y RV que puedan ser implementados en el aula de clase, para propiciar aprendizajes significativos; las cuales dan pie para sostener la crítica ante la falta de formación de maestros respecto a la creación de tecnologías que sean aportantes en sus prácticas de enseñanza. Es por esto que, Belmonte, Sánchez, Cevallos y Meneses (2019) hacen el llamado para que la inclusión de RA y RV en el aula sea a partir de la formación del maestro en habilidades y conocimientos respecto a lo digital, que le permitan utilizar la tecnología considerando su uso consciente, crítico y propositivo.

2.4 Teoría de Aprendizaje Significativo y Aprendizaje Significativo Crítico

La teoría de aprendizaje que se ha elegido para dar fundamento a la metodología, la implementación y los resultados de esta investigación es la Teoría de Aprendizaje Significativo Crítico, de la cual, durante la búsqueda bibliográfica se obtuvieron hallazgos importantes que permitieron no sólo comprender desde Ausubel y autores que durante décadas han aportado a la capacidad explicativa de la teoría, sino también dar cuenta de las razones por las cuales ésta favorece los procesos de aprendizaje durante el trabajo práctico

de laboratorio en física con la utilización de tecnologías, en este caso, de Tecnologías Emergentes.

Para dar una mirada inicial a los hallazgos más relevantes, es preciso retomar a Ausubel (1983), quien invita a reflexionar sobre la potencialidad del significado de la experiencia humana para el aprendizaje, de manera que la comunidad científica y educativa se preocupe por enriquecer estas experiencias. Uno de los aportes de este autor se consolida en una teoría de aprendizaje y su finalidad es preguntarse por el ¿cómo se aprende? y ¿por qué se olvida lo aprendido?, esta teoría se denomina Teoría del Aprendizaje Significativo, la cual se caracteriza porque produce una interacción entre los conocimientos de la estructura cognitiva entendida como un conjunto de ideas previas y la nueva información que adquiere el sujeto y que tiene significado para él, destacando como factor más importante lo que el sujeto o el alumno ya sabe.

Autores como Ausubel (1983), Moreira (1997), Palmero (2011), Romero (2014), Moreira y Masini (1982, 2006, 2008) y Moreira (1999, 2000, 2006, 2012), plantean que el aprendizaje será significativo cuando los contenidos se puedan relacionar de forma no arbitraria y sustancial, es decir no literal, y ocurrirá cuando la nueva información se conecte con un concepto relevante que se ubica en las ideas previas del alumno, de manera que la condición necesaria que plantea Ausubel (1983) y que no es refutada por sucesores, es que exista una interacción cognitiva previa y que el estudiante decida aprender significativamente (Moreira, 1997) sin la intención de internalizar el nuevo conocimiento de manera literal (Moreira, 2005).

Esta teoría se ha catalogado como un mecanismo humano dentro de la perspectiva constructivista (Moreira, 1997), como una teoría psicológica de aprendizaje en el aula y

como un mecanismo para adquirir y retener grandes cuerpos de significados (Palmero, 2004). En la medida en que esta teoría se ocupa del aprendizaje verbal y simbólico, y en que existen evidencias de aprendizaje en diferentes contextos, se puede decir que se le otorga un carácter realista y científicamente viable, que se da como un proceso en el alumno a partir de la relación triádica entre maestro, alumno y material educativo (Palmero, 2004).

Ahora, se ha elegido esta teoría de aprendizaje porque genera la posibilidad de aplicarse en los procesos que caracterizan la sociedad del conocimiento, puesto que brinda referentes importantes para asumir la relevancia del cuestionamiento, la toma de decisiones y la postura crítica (Palmero, 2004), reconociendo que algunas de las competencias que tienen auge en el siglo XXI son el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y el aprender a aprender (Quiroga, 2018); además, porque es importante reconocer que el trabajo práctico de laboratorio debe estar caracterizado por aprendizajes con significados, por comprensión de fenómenos y sucesos, por retención de información y capacidad de transferencia (Palmero, 2011) y por la utilización de materiales significativos que favorezcan el desarrollo conceptual en el alumno, como los recursos tecnológicos (simulaciones, laboratorios virtuales...), de manera que la experiencia sea la puerta a un conjunto de contextos y situaciones significativas que favorezcan el aprendizaje del conocimiento científico (Romero, 2014).

3 CONSTRUCCIÓN DEL MARCO TEÓRICO

El presente marco teórico tiene la finalidad de poner en juego aquellos argumentos que sirven para dar respuesta a la pregunta de investigación. La información se visualiza de una manera lógica, en donde se reconocen los antecedentes teóricos, el alcance del problema de investigación, la importancia del estudio, las posturas a favor y en contra que se enmarcan durante la investigación, la interpretación de la información y por supuesto, algunas preguntas para futuras investigaciones.

El marco teórico se basa principalmente en reconocer tres elementos fundamentales: La enseñanza de la física, las tecnologías emergentes y la teoría de aprendizaje. En razón de profundizar sobre estos elementos se tiene claro que respecto a la enseñanza de la física, se toma la concepción del trabajo práctico de laboratorio para hablar sobre el quehacer de la experiencia; a esto se unen las tecnologías emergentes, especialmente la Realidad Virtual (RV) y la Realidad Aumentada (RA) para reconocer su incidencia durante la edificación de la experiencia en el trabajo práctico y finalmente la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC) para dar lugar a las potencialidades de la experiencia en la construcción del conocimiento. Lo anterior se consolida dentro del quehacer del maestro en formación, en función de reconocer las perspectivas, herramientas y habilidades que utiliza cuando se le propone la construcción de Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas (UEPS) para la reflexión crítica sobre el trabajo práctico de laboratorio.

3.1 El trabajo práctico de laboratorio: la experiencia.

Es importante entonces resaltar, que hablar del trabajo práctico de laboratorio cuando se piensa en la práctica experimental en física, toma sentido cuando se atribuye relevancia al significado de la experiencia, vista desde la experiencia del maestro que enseña física y la

experiencia del estudiante que aprende sobre física. Desde el primer aspecto es pertinente reconocer que son muchos los retos que surgen en el siglo para enriquecer este intercambio de saberes, principalmente cuando se ve desde el maestro en formación que ha contemplado una experiencia en el aprendizaje de la física mediada por aspectos tradicionales y recetarios y que difícilmente su formación estará orientada a transformar esas formas de percibir el entorno físico y natural. Y en segunda instancia, sobre el estudiante que aprende física, es necesario hacer hincapié en todas aquellas alternativas didácticas y propuestas de enseñanza que pueden surgir, especialmente fundamentadas en el constructivismo, que se orientan precisamente para dar y construir entre pares significados sobre ciencia.

Estas propuestas y estrategias didácticas y pedagógicas para reorientar la práctica experimental o el trabajo práctico de laboratorio nacen de reflexiones sobre la cantidad de “insuficiencias” (Caamaño, 2003) o elementos instruccionales que caracterizan una visión tradicional del trabajo práctico de laboratorio; en donde el estudiante debe de seguir un conjunto de guías estructuradas, a las cuales Hodson (1994) llama “interferencias” que se caracterizan como aquellos pasos que constan de leer, asimilar, seguir instrucciones sobre un experimento, manejar un aparato, recopilar datos, establecer diferencias entre los datos teóricos y experimentales, interpretar y escribir un informe de laboratorio; que se repiten y generan interferencias “innecesarias que dificultan el aprendizaje” (p. 304). En este mismo sentido, autores como Hodson (1985,1990); Hodson y Reif (1988) citados en Caamaño, Carrascosa y Oñorbe (1992) recalcan desde sus reflexiones pedagógicas, lo contraproducente que se convierte inculcar al estudiante el aprendizaje de la ciencia, en este caso de la física, por medio de métodos complejos, abstractos y que no en todos los casos

permiten dar importancia a la actividad verbal o al uso de la pregunta, la variable y la comunicación entre pares para reflexionar sobre los hechos en un experimento.

Es así como se consolida una postura crítica sobre el papel que tiene el estudiante durante el trabajo práctico de laboratorio, pues Moreira (1980) citado en González (1992) resalta que los estudiantes no tienen ni idea de los objetivos del experimento, no identifican conceptos, fenómenos, sucesos externos, y “no ven la experimentación como un proceso de construcción del conocimiento” (p. 206); afirmación sumamente preocupante para aquellos que se interesan por los aspectos cognitivos involucrados cuando se aprende durante la experiencia.

Es por esto, que antes de hablar sobre los planteamientos del trabajo práctico de laboratorio, su clasificación y su importancia para la presente investigación es que se pregunta por los aspectos a considerar para pensar en un aprendizaje significativo crítico a través de los trabajos prácticos de laboratorio en física; esta sección del marco teórico busca resaltar algunos de estos aspectos que son trascendentales cuando se quiere dar significados al aprendizaje por medio de la experiencia.

Cuando de antemano se reconoce que la ciencia, y la física en especial es una actividad teórico-práctica, que se fundamenta principalmente en el quehacer científico que se lleva a cabo en laboratorios (Caamaño, Carrascosa y Oñorbe, 1992) y que consta desde la filosofía de la ciencia de unos procedimientos, habilidades, información e investigación propios que conducen a esa transición y enlace entre teoría y práctica, es imposible desconocer la importancia de aprender los procedimientos de hacer ciencia, de investigar en ciencia, y por supuesto de los métodos; pero queda en una gran incógnita cuando se piensa ¿por qué un estudiante de secundaria tendría que simular el método científico con todas sus dificultades

y disparidades en un encuentro de laboratorio en donde es incapaz de reconocer entre lo que hace y lo que aprende? (Hodson, 1994) ¿Por qué no pensar en un estudiante de secundaria que construye significados sobre la ciencia a partir de la experiencia dentro y fuera del laboratorio?

El adentro y el afuera del laboratorio, se consideran en esta investigación como trabajo práctico de laboratorio; denominación que, según Caamaño (2003) aporta sustancialmente al concebir una práctica experimental que motive al estudiante, que sea vivencial, que involucre los sentidos, que permita interpretaciones de fenómenos en acuerdo a la experiencia y que a su vez brinde nociones sobre técnicas, metodologías y procedimientos de laboratorio.

Entonces, el trabajo práctico de laboratorio se considera un aspecto fundamental durante la enseñanza de la física, principalmente porque permite brindar la posibilidad al estudiante de establecer relaciones entre las teorías y la experiencia y porque permite otras alternativas de adquirir experiencias, como por ejemplo a través del ordenador, entrevistas, debates, representaciones, narraciones y escrituras, investigaciones, entre otros (Jaime y Escudero, 2011; Hodson, 1994).

Los trabajos prácticos de laboratorio gozan de una clasificación, pues es preciso diferenciar entre experiencias (actividades prácticas que permiten una familiarización perceptiva con los fenómenos físicos) ejercicios prácticos (actividades diseñadas para aprender habilidades prácticas y técnicas) e investigaciones (actividades diseñadas para dar a los estudiantes la oportunidad de trabajar como los científicos o los tecnólogos en la resolución de problemas) (Woolnough y Allsop, 1985, citados en Caamaño, 2004). Para efectos de esta investigación, se toma la experiencia como el eje transversal cuando se

habla de trabajo práctico de laboratorio y de aprendizaje significativo crítico, y se interpreta por ejemplo cuando se siente la fuerza de atracción entre imanes, se ve el punto de ebullición de una sustancia, se huele un gas, se manipulan organismos, o grandes rasgos se utilizan los sentidos del gusto, la vista, el tacto, el olfato, etc; es decir, que la experiencia permite también el aprendizaje de habilidades, vincularse parcialmente en un ambiente científico, y el enriquecimiento de las experiencias del laboratorio porque involucran al sujeto “desde su forma de pensamiento, desempeño en equipo, capacidad creadora, entre muchas otras” (Castiblanco y Vizcaíno, 2008 citado en Perez y Segura, 2010, p. 45) y brindan percepciones de primera mano sobre los fenómenos que son imprescindibles para establecer relaciones con el contenido teórico y explicativo.

Es importante entonces, resaltar la importancia de promover la experiencia de primera mano durante el trabajo práctico de laboratorio, con el ánimo de ser críticos frente a las formas de llevarse a cabo la enseñanza de la física práctica en las escuelas (clasificar, determinar y comprobar) (Caamaño, Carrascosa y Oñorbe, 1992) y con la intención de generar propuestas y materiales didácticos que mejoren y potencien el aprendizaje significativo crítico en los estudiantes y la formación específica de los maestros frente a la experimentación en física.

Así que potenciar el aprendizaje significativo crítico en los estudiantes por medio del enriquecimiento de la experiencia durante el trabajo práctico de laboratorio, se puede visionar desde una concepción constructivista en la medida en que de antemano se supone el valor que se le otorga al conocimiento previo, la interacción entre ideas de los pares, la interpretación de la experiencia y de la observación, la creación de conflictos conceptuales

entre el resultado obtenido y esperado y por supuesto, la transferencia de ideas a contextos diferentes.

3.2 Tecnologías Emergentes para enriquecer la experiencia: Realidad Virtual y Realidad Aumentada.

Anteriormente, se reconoce que el trabajo práctico de laboratorio concierne también la experiencia basada en el ordenador, la simulación o el entorno virtual; por eso, para efectos de la presente investigación es necesario expresar los aportes que tienen las Tecnologías Emergentes a los procesos de construcción de conocimiento, de manera que, para explicar un poco al respecto, se buscan algunos referentes teóricos que expresan la transición en la denominación y las herramientas entre TE y TIC, puesto que se llaman TE a todas aquellas tecnologías que representan evoluciones y avances en el futuro, que son disruptivas y que por supuesto tienen la finalidad de transformar de múltiples maneras las formas de comunicación, de utilización de los sentidos y de los procesos educativos contemporáneos; reconociendo además, que no se tienen claridades generales sobre el impacto que pueden causar estas tecnologías en los procesos sociales y culturales, ya que las investigaciones al respecto no gozan de multiplicidad de contextos.

Es por esto, que cuando se habla de TE es importante remitirse a informes como *The horizon report*, *JISC3* y *Futurelab4* (Becker, Cummins, Davis, Freeman, Hall, Ananthanarayanan, 2017, 2018) los cuales se encargan de dar a conocer aquellas tecnologías que se reconocen como emergentes y que están generando un impacto de gran valor económico, cognitivo, comunicativo y educativo en referencia a la enseñanza y el aprendizaje; por ello, es pertinente reconocer que estas tecnologías que se consignan en los informes tienen características muy especiales; por ejemplo, se reconocen las TE como

herramientas, conceptos, innovaciones y avances que se utilizan y se adecuan a los contextos (George Veletsianos, 2010 citado en Adell y Castañeda, 2012; Mantilla y García, 2014; Concari, 2014; Díaz, 2017); en el caso de estos autores, se hace énfasis en que los propósitos principales de las TE son conectarse y corresponderse con la educación y la versatilidad de sus contextos, de manera que fortalezcan el campo y brinden alternativas nuevas para los procesos de enseñanza y aprendizaje. Es importante considerar, que las TE no son solamente las tecnologías nuevas, sino también algunas antiguas que se han modelado y adaptado a las necesidades actuales y a la evolución constante de los diferentes elementos que interfieren; estos autores también resaltan la potencialidad disruptiva y la posibilidad de comprender que estas tecnologías aún no han sido lo suficientemente comprendidas ni investigadas y que conforman aparatos de resistencia a las visiones tecnocientíficas y tecnócratas tradicionales, a las formas de utilizar, ver e investigar sobre el impacto de la tecnología en la educación; y es por esto que una de las intenciones de abordar las TE en el presente trabajo, es la contribución a su estudio e investigación desde el ámbito del trabajo práctico de laboratorio y el aporte a la experiencia.

Respecto a esas formas tradicionales de ver la tecnología, se suma por otro lado, la resistencia o contraposición de las TE a la educación tradicional, mostrando según Díaz (2017), el dinamismo y la flexibilidad propios para repensar los currículos, las formas de enseñanza y aprendizaje, la concepción de aula, de herramientas, la utilización de dispositivos móviles y las relaciones entre maestro y estudiante, en donde se resalta el valor agregado a la cantidad de recursos tecnológicos que existen en la web, que permiten eliminar fronteras en el acceso y entre contextos.

Por otra parte, es pertinente resaltar la importancia que ha tenido la tecnología en la construcción de sociedades, en el aporte a las formas de transmitir información, la comunicación, la expresión de sentimientos y emociones, pues desde la postura de Coll (2008), la tecnología se interpreta desde las señales o símbolos tallados en piedra, las señales de humo, el telégrafo, el teléfono, la radio y transitando por los gestos, movimientos corporales, lenguaje oral, escrito y de signos, hasta la constitución de sistemas simbólicos (Almenara, 2010). Lo que implica considerar la tecnología como un numeroso grupo de aspectos que inciden constantemente en la vida de los seres humanos, que hace parte de su educación, formación ciudadana y por supuesto científica; en ese sentido, reflexionar sobre las formas en que la tecnología podría transformar una práctica educativa es menester también de nuevas formas de ver, comprender, analizar y procesar el mundo.

Es preciso reconocer también aquellas dificultades que aún persisten con el uso de la tecnología, especialmente de las TE: en primer lugar, no se debe desconocer que el acceso a un computador y a internet en muchas comunidades aún es complejo, por dotación o por alfabetización tecnológica; en segundo lugar, autores como Coll (2008), Almenara (2010) y Díaz (2017) ponen en juicio la insuficiente formación docente para dotar de sentido aquellas tecnologías que podrían acompañar el proceso de aprendizaje, en la medida en que no es suficiente contar con equipamiento e infraestructura, sino también generar estrategias de enseñanza y aprendizaje que impliquen la construcción de significados; y en tercer lugar el error de idealizar las TE como la panacea que resolverá los problemas en los procesos educativos, dando lugar a las TE como el fin y no como el medio, como un artefacto fuera del currículo y transferible a todos los contextos.

Así pues, es preciso recordar que el fin no es la tecnología, es el proceso de aprendizaje significativo crítico que adquiere y construye el estudiante con las herramientas, metodologías y estrategias que le brinda el maestro, y que el impacto de las TE en los estudiantes y sus procesos es distinto según el contexto; es decir, hay diferencias en utilizar una TE en un contexto empresarial a un contexto educativo, en uno urbano a uno rural, en una población afrodescendiente a una indígena, en un país del primer mundo a uno tercermundista.

A partir del reconocimiento de lo anterior, también es importante dar lugar a las posibilidades educativas que se generan con las tecnologías y que se potencializan con las TE; entre ellas algunos autores (Coll, 2008; Almenara, 2010; Santos, Bouciguez, Miranda, Cenich, Barbieri y Abásolo, 2014), rescatan la superación de barreras espaciales y temporales, el acceso a la información y a la educación en cualquier lugar del mundo, la creación constante de nuevos recursos y posibilidades educativas, la utilización combinada entre tecnologías; específicamente algunas de las posibilidades de las TE son la creación de entornos más flexibles para el aprendizaje, la interacción social con otras personas y la inmersión en otras realidades, la creación de otros modelos de entornos y espacios educativos, la correspondencia entre el aprendizaje independiente y colaborativo, la transición de escenarios formativos clásicos, limitados y estrictos, la posibilidad de experimentar con base en un sistema y condiciones difíciles de acceder en la realidad. Todo lo anterior, teniendo presente que las TIC o TE solas, sin un acompañamiento riguroso de metodologías y estrategias no se comportan en función de la transformación, innovación y mejora de las prácticas educativas.

En torno a las novedades que propician las TE en el aula o en un entorno de laboratorio, cuando se involucran de forma consciente, planeada y de la mano de pedagogías, didácticas y contenido se encuentran en autores como Samper (2013), las resistencias en torno a la escuela tradicional, a la formación para la industria, a las respuestas en lugar de preguntas, a la repetición y la memoria, a la rutina, la descontextualización; dando paso a fomentar la creación, la imaginación, la inteligencia práctica, inmediata, consciente, a la argumentación, y la crítica en lugar de la obediencia y el mecanicismo; en la medida en que el objetivo de la escuela ya no es un individuo obediente y pasivo, sino un individuo en un colectivo más inteligente, enriquecido en aspectos cognitivos, comunicativos, sociales, estéticos y prácticos que incidan en la resolución de problemas y la reflexión crítica sobre la sociedad.

Si se trae a colación la población para la cual está dirigida la presente investigación, se reconocerá la importancia de que los maestros y maestras en formación reflexionen, experimenten y practiquen en torno a las TE; en la medida en que se reconocen las potencialidades de reflexionar sobre posturas como las de Coll (2008) y Almenara (2010) que infieren sobre la transformación del currículo tradicional, de manera que se adecue a las necesidades formativas y prácticas de la sociedad de la información y del conocimiento, en la medida en que están orientadas a fomentar los ambientes de aprendizaje colectivos. Así, al comprender las TE como medios para la experiencia y otras formas de enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje en alumnos caracterizados por ser nativos digitales (forma de comunicarse, aprender y socializar es por medio del procesamiento inmediato e instantáneo de la información); el maestro en formación tendrá las posibilidades de generar propuestas innovadoras, creativas y de alto impacto en la experiencia de los estudiantes.

Es preciso entonces, que los maestros en formación conozcan las implicaciones en materia de dificultades y potencialidades de las TE, reconozcan la importancia de la planeación y el diseño de ambientes de aprendizaje mediados por estas tecnologías, las utilicen para experiencias que involucren al estudiante en otros contextos, prácticas, sensaciones, emociones, y den una mirada crítica y propositiva a sus aplicaciones en otros contextos y que puedan utilizar los recursos para potenciar la construcción de aprendizajes significativos críticos.

La utilización de las TE como un medio en las prácticas educativas, implica reflexiones pedagógicas, didácticas y metodológicas; al respecto Adell y Castañeda (2012) hablan sobre las pedagogías emergentes como aquellas ideas y enfoques pedagógicos que se dan durante la reflexión de las TIC o TE en la educación y que tienen la intención de formar fortaleciendo el potencial comunicativo, informacional, colaborativo, interactivo, creativo e innovador, brindando la posibilidad de visualizar el aprendizaje como algo más allá de adquirir conocimientos y habilidades, de rescatar lo importante de las teorías pedagógicas clásicas como el constructivismo, superar límites físicos y organizativos en el aula aprovechando recursos y herramientas globales; propiciar proyectos que involucren la colectividad, colaboración, retos, jerarquías, la participación de docentes en transdisciplinariedad e interdisciplinariedad, potenciar competencias como “el aprender a aprender”, convertir actividades escolares en experiencias significativas y auténticas y la evaluación como un medio para recolectar la evidencia del aprendizaje.

Como se menciona en el capítulo del planteamiento del problema y de revisión de literatura, existe un conjunto amplio de herramientas que se consideran como TE, entre ellas se escoge la Realidad Virtual (RV) y la Realidad Aumentada (RA), con el ánimo de

enriquecer la investigación sobre el aporte de estas tecnologías a los procesos educativos, a la experiencia en el trabajo práctico de laboratorio y a los principios del aprendizaje significativo crítico.

Se caracteriza la RV como una tecnología inmersiva (Morales, Bellezza y Caggiano, 2016); es decir, que permite sumergirse en entornos virtuales que proporcionan realidades diferentes a la inmediata del sujeto, que brinda experiencias en contextos variados, y que facilita el pensamiento a partir de la asimilación de prototipos (simulaciones o videojuegos). En palabras de Ocete, Carrillo y González (2003) es “una simulación tridimensional dinámica en la que el usuario se siente introducido en un ambiente artificial que percibe como real en base a estímulos a los órganos sensoriales” (p. 4); también Aznar-Díaz, Romero y Rodríguez (2018) la definen como la tecnología que permite que el usuario pueda sumergirse en una experiencia que involucra escenarios virtuales y reales tridimensionales en primera persona y en 360 grados; además, según Alejandro Sacristán (1990) citado en Martínez (2011) “es lo más parecido que tenemos a la Máquina del Tiempo, en tanto que nos permite recrear virtualmente cualquier tipo de espacio en tres dimensiones y situarlo en cualquier época” (p. 9)

Las características fundamentales de RV respecto a las animaciones tradicionales según Martínez (2011) son la posibilidad de tiempo real que permite interacciones de movimiento y observaciones por todo el espacio, la inmersión completa que implica perder el contacto con la realidad y agudizar los sentidos durante la experiencia, la interacción con los elementos que conforman la simulación a través de dispositivos agregados, como guantes de datos, huecos de simulación, entre otros. Estas características permiten distinguir entre RV y una de sus vertientes que son los videos 360°, en ambos existe el tiempo real pero la

forma de interacción varía, dado que, en segundos, no existe la posibilidad de cambiar durante la simulación alguno de los datos o elementos del video.

Los videos 360° se utilizan durante la investigación puesto que permiten varias cosas, entre ellas: son de libre acceso, existe una gran cantidad de contenido, son fáciles de producir y permiten una experiencia que involucra los sentidos de la vista y el oído; además responden a los conceptos de simulación en tanto que representan sistemas muy parecidos a la realidad, de interacción porque permiten tener un control del panorama, el usuario dirige su mirada por el espacio, y de percepción porque como se dijo involucra los sentidos y la intuición.

Finalmente, se elige la RV porque se busca encontrar aquellos puntos de relación que proporciona la experiencia en primera persona, la experiencia durante el trabajo práctico de laboratorio y la importancia que tiene la experiencia para el aprendizaje significativo crítico.

Las ventajas que expone Peña (2018) citado en Fernández y Rodríguez (2019) respecto a la incidencia de la RV en los procesos de aprendizaje responden a la mejora de la comprensión de los conceptos, aumenta la motivación, estimula y aumenta la creatividad del alumno, mejora la comunicación y el trabajo en equipo, ayuda a mejorar las actitudes tecnológicas y si se considera que los alumnos aprenden más significativamente con la práctica que con la teoría; la RV puede ser un gran potencializador para el aprendizaje significativo en cualquier población, incluso aquella con discapacidad cognitiva. También se rescata en Tamayo y Barrio (2016) que el uso de RV en el aula de clase puede ser una

herramienta para la reflexión, la crítica y la transformación de la realidad social y que puede ser una herramienta para la investigación en metodologías de aprendizaje.

La interpretación que se le da al uso de RV durante el trabajo práctico de laboratorio es de herramienta que permite percibir otras experiencias en el adentro y el afuera del laboratorio; es decir, el estudiante entra en un espacio virtual que le permitirá por medio de los videos 360° relacionar algunos temas, conceptos y fenómenos de física con su funcionalidad en la realidad; por ejemplo, no será primordial soltar dos cuerpos desde una distancia determinada para evidenciar la fuerza gravitatoria, el estudiante podrá ponerse unas gafas o visor RV (Figura 4) y experimentar la caída desde un avión en paracaídas. Lo anterior fundamentado en autores como Ocete, Carrillo y González (2003), se llena de sentido cuando estos mencionan que investigaciones demuestran que la curva de aprendizaje por medio de experiencias virtuales es más rápida y consigue una mayor asimilación del contenido que con herramientas tradicionales.

De esta manera, generar estrategias educativas que comprendan la transformación de los procesos tradicionales de enseñanza y aprendizaje en la escuela, que involucren TE como RV, puede ser un potencial en la medida en que destruyen aquellas barreras principalmente respecto a la ciencia que impiden visualizar o experimentar un fenómeno difícil de reproducir en la realidad o presenciar un evento social fuera del contexto inmediato. Además, la herramienta es bastante intuitiva, fácil de manejar, de crear y de reproducir en la medida en que le brinda al alumno la posibilidad de explorar y aprender sobre el mundo, (Figura 1).



Figura 1. Realidad virtual en el aula de clase

Por otra parte, se utiliza también la Realidad Aumentada (RA) con la intención de complementar algunas de las experiencias del trabajo práctico de laboratorio; esta tecnología superpone y combina la información digital con la información física en tiempo real, a través de diferentes dispositivos móviles como un *smartphone* o *Tablet*; es una tecnología que permite la interacción entre el usuario y el mundo físico proyectando imágenes 3D, objetos, texto y videos en tiempo real y se consolida como aquella que permite mezclar elementos virtuales para crear escenas o escenarios comunicativos, explicativos y exploratorios; es capaz de complementar la interacción y percepción con el mundo real, posibilitando agregar información adicional para complementar la comprensión sobre la realidad inmediata; también permite la ubicación geográfica en tiempo real; es un apoyo para el aprendizaje de objetos reales, naturales y virtuales en personas con discapacidad (Cabero y Barroso, 2016; Prendes, 2015; Cadavieco, Sevillano y Amador, 2012; Sanz, Gibelli, Lovos, Suárez, Saldivia, Condo y Cuevas, 2018; Morales, Bellezza y Caggiano, 2016). Se le propicia a la realidad el calificativo de “aumentada” según Cabero y Barroso Osuna (2016), porque amplifica las percepciones humanas,

permite evidenciar la realidad física en diferentes dimensiones y transformaciones, da la posibilidad de representar componentes no perceptibles para los sentidos y minimiza la complejidad multidimensional del mundo.

Los retos que propone la utilización de la RA en el aula de clase, en este caso durante el trabajo práctico de laboratorio según Fernández y Rodríguez (2019), corresponden a la incompleta formación de los docentes en este tipo de tecnologías, la falta de ordenadores y acceso a internet en las aulas. Sin embargo, se considera que son aspectos con una amplia gama de soluciones, puesto que al analizar las ventajas que tienen en los procesos de aprendizaje, generan vivencias de impacto, experiencias emocionales y motivación en los estudiantes (Figura 2).

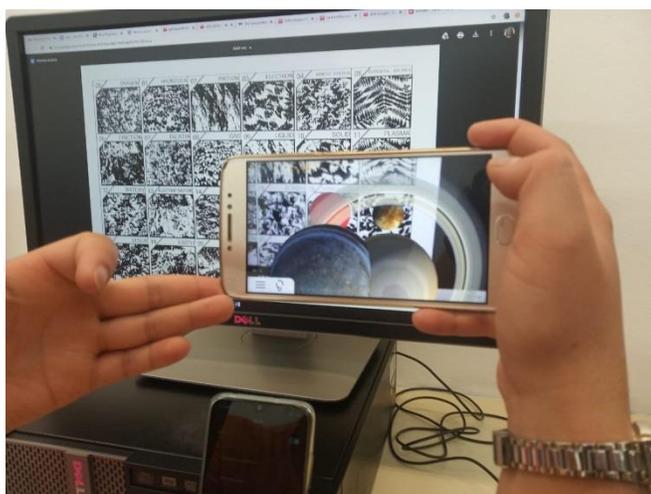


Figura 2. Realidad aumentada en el aula de clase

3.3 Aprendizaje significativo crítico y el valor de la experiencia:

Esta investigación se fundamenta en la Teoría de Aprendizaje Significativo Crítico (TASC), pero para comprender este carácter de criticidad, es preciso hacer mención a las

características del aprendizaje significativo propuesto desde autores como Ausubel (1983). De los aspectos que más se rescatan son el valor de la experiencia humana, significativa y afectiva, la posibilidad de indagar sobre ¿cómo se aprende?, la importancia de valorar lo que el estudiante ya sabe, la atribución de significativo a aquello no arbitrario y sustancial que ocurre antes y durante de la construcción de conocimiento; es decir, el significado de las ideas cuando se conectan con una información preexistente en la estructura cognitiva, y la importancia de la disposición y el material potencial para aprender significativamente (Palmero, 2004). El requisito más trascendental para que ocurra un aprendizaje significativo o una interacción entre los conocimientos más relevantes que se alojan en la estructura cognitiva y la nueva información es que el estudiante manifieste una disposición para aprender significativamente (Ausubel, 1983) que se sienta motivado y que perciba en el contenido una relación con sus intereses y una utilidad.

Es así como Moreira (2000, 2005) integra los aspectos Ausubelianos con la enseñanza subversiva que plantean Postman y Weingartner (1969) para atribuir al aprendizaje significativo un carácter de criticidad, para “sobrevivir a la sociedad contemporánea” (p. 83).

Según los planteamientos de este autor, se puede asumir la TASC desde una perspectiva de resistencia ante los propósitos de la escuela que resaltan Postman y Weingartner (1969) cuando se refiere a impartir la verdad absoluta, la certeza, el concepto de entidad aislada, la causalidad simple y mecánica y el concepto de que el conocimiento se transmite desde un sujeto superior hacia uno inferior. Y desde una perspectiva de cambio cuando se piensa en el ser humano que necesita la sociedad, un sujeto flexible, creativo, innovador, tolerante, liberal, tecnológico, que construya sus significados y que por supuesto, haga parte de su

cultura y a su vez esté fuera de ella, esto significa que se pretende un sujeto ni alienable, ni subyugado, ni dominado, un sujeto decolonial.

Con base en estas dos perspectivas, la TASC se pregunta por ¿cómo hacer que el conocimiento nuevo sea relevante para el estudiante, de manera que se pueda disponer para aprender significativamente?, para esto Moreira (2005) propone algunos principios facilitadores, que son clasificados por López (2014) como principios conceptuales y disciplinares, principios epistemológicos y principios pedagógico-didácticos, como se describe a continuación:

3.3.1 Principios conceptuales y disciplinares:

1. El principio de interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/ aprender preguntas en lugar de respuestas: corresponde a la importancia de establecer una relación entre el maestro y el alumno de igualdad, en donde ambos se reconozcan como creadores de conocimiento a partir del compartir de significados, la negociación de significados y el intercambio de preguntas, nunca de respuestas. Aquí la pregunta o como lo llamaba Platón al referirse a los socráticos, la Mayéutica, tan importante puesto que es una evidencia de aprendizaje significativo y a su vez cuando se formulan sistemáticamente es una evidencia de ASC.
2. Principio del aprendiz como perceptor / representador: asumir al alumno como un perceptor / representador implica reconocer que lo que percibe el estudiante en el mundo es la información que intenta representar; que la percepción es única e irrepetible y surge a partir de la experiencia previa; que el maestro

también es un perceptor y que para que exista comunicación sustancial entre ambos perceptores, debe de haber un intercambio de información.

3. Principio del conocimiento como lenguaje: busca reconocer el lenguaje como la forma mediante la cual se representa la percepción de la realidad. Así, aprender significativa y críticamente implica negociar e intercambiar significados entre pares para aprender un nuevo lenguaje, y mediante este percibir la realidad o el mundo de una nueva manera.

3.3.2 Principios epistemológicos:

4. Principio de la conciencia semántica: este principio se refiere a dos concientizaciones importantes, la primera es la de ser conscientes de que el significado está en las personas, más no en las palabras, y que el conocimiento previo busca atribuir significados a las nuevas palabras; la segunda se refiere a la conciencia cuando se usan nuevas palabras para nombrar las cosas, los significados de las palabras cambian o se transforman; aquí lo relevante es el significado, y la manera mediante la cual la negociación de significados permite ser conscientes de la retroalimentación que sufren esas palabras o elementos que se encontraban ya en la estructura cognitiva.

5. Principio del aprendizaje por el error: se menciona el errar como la característica humana para aprender significativa y críticamente, en tanto que se reconoce que tiene un gran valor el hecho de resaltar, corregir y ser consciente de los propios errores.

6. Principio del desaprendizaje: este principio ilustra a partir de dos razones la importancia del desaprendizaje; la primera de ellas resalta la asimilación como el

mecanismo para adquirir una gran cantidad de información, de lo que se deriva un número considerable de conocimientos previos, que en ocasiones al ser contrastados con el conocimiento nuevo resultan ser un impedimento para captar los significados, así el desaprendizaje consiste en elegir cuáles conocimientos previos deben hacerse a un lado. La segunda razón consiste en reconocer las rápidas transformaciones que sufren los ambientes y la realidad, por esto desaprender significará ser selectivos con aquello que es relevante e irrelevante, será tener un olvido selectivo.

7. Principio de la incertidumbre del conocimiento: es un principio que surge a partir de la combinación de varios; su tesis es que para que exista un aprendizaje significativo crítico es necesario que el aprendiz o el alumno perciba y represente que las definiciones sobre las cosas son creaciones humanas, que el conocimiento es una construcción que puede estar errado, que depende del proceso mediante el cual fue construido, de las preguntas formuladas y es metafórico.

3.3.3 Principios pedagógico-didácticos:

8. El principio de la no centralización en el libro de texto. Del uso de documentos, artículos y otros materiales educativos. De la diversidad de materiales educativos: es la crítica a la utilización única y exclusivamente del libro de texto, declarando este como el poseedor del conocimiento y descartando otras fuentes como poesía, crónicas, obras de arte, entre otros. Este principio promueve la elección de materiales que sean diversos, que no estimulen el aprendizaje mecánico, las verdades absolutas ni las certezas, sino por el contrario, que lleven al estudiante por travesías interesantes, útiles y dinámicas.

9. Principio de la no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno, de la diversidad de estrategias de enseñanza: se resalta principalmente el instrumento de la pizarra como potenciador del aprendizaje mecánico, puesto que representa las verdades absolutas, las certezas y las respuestas. Se propone entonces el uso de diversas estrategias de enseñanza que impliquen la participación del estudiante, principalmente actividades colaborativas, proyectos, exposiciones, paneles, entre otras.

A modo de conclusión es preciso hacer énfasis en las palabras de López (2014) que menciona de manera poética y clara que la finalidad del aprendizaje significativo crítico es “que el sujeto pueda comprender, representar y resolver situaciones propias de su vida, y adoptar una postura crítica frente a todos los escenarios que se le presentan” (p. 58).

4 DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Paradigma y enfoque de investigación

Respecto al enfoque metodológico, es preciso hacer referencia a los autores Bautista (2011), Sandoval (1996), Sampieri, Fernández y Baptista (2010) y Taylor y Bogdan (1987), quienes presentan las relaciones y diferencias entre los dos enfoques de la investigación, el cualitativo y el cuantitativo. Es la investigación cualitativa la que se caracteriza por indagar sobre el por qué y el cómo de un hecho social que se configura como problema de investigación, por tomar muestras pequeñas y observar poblaciones minoritarias, hacer registros narrativos de los fenómenos, tener en cuenta el discurso de las personas y llevar a cabo mediante la observación participante, entrevistas estructuradas y no estructuradas, y otras técnicas que permiten cumplir los objetivos de estudio. Mientras que la investigación cuantitativa, indaga por el cuál, el dónde, el cuándo, cuántos... debido a que pretende la búsqueda de respuestas correctas que sean verificables matemáticamente.

A partir de lo anterior, se expone que la presente investigación se llevó a cabo mediante el enfoque cualitativo dado que se busca la exploración e interpretación de un hecho en un contexto particular, con la intención de abordar en la lógica interna de los investigados, en donde se asumirá el rol del investigador como parte de realidad en el contexto específico, entendiendo la realidad como subjetiva, interna, heterogénea e histórica (Bautista, 2011). La relación que se llevó con los investigados fue bidireccional, comprensiva e interactiva, entendiendo las imágenes de realidad social como construcciones sociales y culturales; el diseño metodológico fue el diseño en espiral, el cual permite ser ajustado durante la investigación y se interpretarán los datos mediante las técnicas apriorísticas y emergentes. Para el análisis de resultados, se tuvo en cuenta la versatilidad del contexto, su

particularidad y su significado para los investigados; la naturaleza de los datos recolectados, fue verbales y sujetos al cambio al ser interpretados fuera de sus contextos.

Con base en lo descrito anteriormente, es característico del enfoque de investigación relacionarse con el paradigma científico, puesto que éste no solamente brinda el método a seguir, sino que establece particularidades importantes durante la investigación, principalmente en lo que respecta al diseño de investigación, las técnicas de recolección de datos, la manera en que se interpretan los datos y cómo éstos se relacionan con el marco teórico.

El enfoque de investigación que se utiliza es el estudio de casos instrumental (Stake, 2010), dado que se encontró una cuestión a investigar y esta se puede entender a partir del estudio de un caso particular. Por tanto, se considera el grupo de maestros en formación como un instrumento para comprender cuáles son los principios de la TASC que ponen en juego al construir UEPS para el trabajo práctico de laboratorio en física.

Finalmente, este enfoque se elige porque la investigación está diseñada para cambiar o transformar la realidad de los trabajos prácticos de laboratorio, a partir de un trabajo conjunto que se materializa en la construcción de Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas.

4.2 Contexto y participantes del estudio

Esta investigación se realizó en el “Alma Mater” Universidad de Antioquia, ubicada en la ciudad de Medellín, Colombia, específicamente en la Facultad de Educación en la Licenciatura en Matemáticas y Física; el curso en el que se realizó la intervención fue

Taller de física, en el cual estaban matriculados 15 estudiantes, de los cuales 14 accedieron voluntariamente a ser partícipes de este proceso y cinco lo finalizaron.

Se ha elegido este curso por dos razones principales; la primera es porque se considera sumamente importante generar en los maestros en formación la necesidad de reconocer las tecnologías emergentes que están haciendo una revolución mundial respecto a las formas de interacción, de enseñanza y de aprendizaje; en donde la utilización de simulaciones planas, de juegos simples, de plataformas de comunicación están quedando relegadas; la intención es que los maestros en formación reconozcan el impacto social, cultural y educativo que estas nuevas tecnologías generan, la forma de construirlas y las diferentes estrategias para llevarlas al aula. En segundo lugar, es preciso para este proyecto enriquecer los argumentos por los cuales los cursos de formación en tecnologías no deben desaparecer de las licenciaturas en la facultad de educación de la Universidad de Antioquia, resaltando principalmente que la praxis del maestro debe estar mediada por todas las convulsiones sociales, culturales, tecnológicas y económicas que trascienden en la sociedad y que es urgente que las formas de enseñanza se adecuen a nuestro siglo, que maestros se piensen la enseñanza desde la cercanía con el estudiante, que el maestro trascienda en esas formas cerradas y paradigmáticas que ofrecen los currículos escolares, y que en la sintonía de resistir desde la crítica al agotamiento que también genera la tecnología, tenga las posibilidades, los conocimientos y los instrumentos para transformar sus prácticas en prácticas del siglo XXI, críticas y formativas para el estudiante.

4.3 Sobre los instrumentos y técnicas para la recolección de información.

Durante la investigación se tuvieron en cuenta algunas técnicas e instrumentos que posibilitaron que la intervención, la recolección de datos y la interpretación fuese

significativa para los objetivos planteados. Se tuvo presente el diario de campo, la observación participante y la entrevista semiestructurada. Por otro lado, los instrumentos de investigación fueron diseñados en consonancia con el desarrollo de la Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa.

4.3.1 El diario de campo

Con el ánimo de ilustrar un poco la importancia de adoptar el diario de campo como un instrumento para la recolección de información en esta investigación, se trae a colación autores como Bonilla y Sehk (2005), Alzate y Sierra (2000), quienes concuerdan en que el diario de campo es uno de los mejores instrumentos que permite captar la lógica de los datos en tiempo y espacio, propicia la inmersión del investigador en la situación, genera la posibilidad de comprender lo que ocurre en el grupo de personas estudiadas en torno a los objetivos de investigación y a situaciones que comprenden la realidad como emociones, expresiones, vivencias y culturas. En ese sentido, la construcción del diario y la interpretación de los datos allí recogidos, fueron fundamentales para reconocer que la realidad en que sumerge el investigador y que permea al investigado está compuesta por un conjunto de eventos que de manera directa o indirecta pertenecen a la investigación, a las unidades de análisis y podrían ser significativos para que las conclusiones sean acordes a los objetivos planteados.

4.3.2 La observación participante

A propósito de las características del diario de campo, en donde se requiere un investigador en el contexto, se plantea utilizar la observación participante como una técnica fundamental que permite que el éste sea un sujeto activo y representativo durante la implementación de la secuencia didáctica. Es así como en palabras de Bonilla y Sehk

(2005) y Domínguez y Creswell (1994), la observación participante reconoce el rol del investigador, dando la posibilidad de que este registre la información de lo que ocurre antes, durante y después de la intervención; este tipo de observación le advierte la necesidad de focalizar sus sentidos en lo que es importante para la investigación, dando relevancia a todo aquello que constituye, interactúa y sucede en las dinámicas que se generan.

4.3.3 La entrevista semiestructurada

Se aborda el instrumento de la entrevista semiestructurada porque se considera fundamental abordar en las subjetividades del entrevistado, en tanto que se convierte su cultura, su educación, su postura social en aspectos relevantes que propician la actitud crítica para el presente trabajo, en la medida en que el entrevistador dirige sus objetivos sin ser una camisa de fuerza para ninguno de los dos actores, pero finalmente, con la intención de que la información recolectada sea significativa para los procesos de análisis. De esto se desprende, la postura de Maccoby y Maccoby (1954) (citados en Bonilla y Sehk, 2005) quienes reconocen que los objetivos de la entrevista cualitativa deben estar orientados a identificar lo que piensa o siente una persona en torno a un tema en particular; y la postura de Bonilla y Sehk (2005) quienes plantean que la entrevista semiestructurada se debe consolidar bajo una guía no estricta; es decir, donde se escriban los aspectos importantes y las preguntas abiertas, que el investigador llevará a cabo, según la flexibilidad de la entrevista; así también lo interpreta Tonon (2009), puesto que con el ánimo de indagar en las subjetividades, se es preciso crear un vínculo entre sujetos, conocimientos, saberes y sentires entre investigador e investigado se dan fácilmente en la entrevista semiestructurada, en la medida en que los sujetos ocupan el papel protagónico, las

preguntas son flexibles, adecuadas y adaptables a las personalidades de los sujetos, los contextos y los objetivos.

Finalmente, para llevar a cabo la recolección de datos por medio de los instrumentos se utilizaron materiales audiovisuales como fotos, videos y grabaciones de audio, los cuales permitirán tener un acercamiento a lo sucedido durante la implementación.

4.3.1 Consideraciones éticas

Es importante, tener claro que los investigados gozan de derechos durante cualquier investigación, y por esto que se determina como fundamental para este trabajo reconocer las consideraciones éticas expresadas en Fontana y Frey (2015), comprendiendo éstas como el consentimiento informado en donde se expresa con detalle el porqué, el dónde, el cómo y la finalidad de la investigación con honestidad; el derecho a la privacidad garantizando la protección de la identidad del entrevistado, por ejemplo ocultando su rostro mientras se hace la exposición de la investigación, o modificando su voz si así lo requiere en las grabaciones de audio; y la protección contra daños, garantizando que el espacio es seguro, que las preguntas no afectarán emocionalmente al entrevistado y que no se alterará su estado físico durante la investigación (anexo A).

4.4 Propuesta de enseñanza: Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas (UEPS)

Las UEPS son secuencias didácticas fundamentas en la teoría del aprendizaje significativo, que responden a la premisa “la enseñanza es el medio y el aprendizaje el fin” (Moreira, 2011, p. 43), su objetivo principal es ser funcionales en la construcción de aprendizaje significativo sobre diferentes temas del conocimiento ya sean declarativos o procedimentales como es este el caso. Está constituida principalmente por materiales de

enseñanza considerados potencialmente significativos puesto que buscan relacionar el conocimiento previo con la nueva información y brindar al estudiante experiencias en primera persona significativas para su estructura cognitiva.

Moreira (2011) fundamenta teóricamente estas secuencias didácticas a partir de la relación entre el aprendizaje significativo (Ausubel, 1968) y aprendizaje significativo crítico (Moreira, 2005), algunos aportes de las teorías de educación (Novak, 1977, 1980; Gowin, 1981), la teoría interaccionista social (Vygotsky, 1987), la teoría de los campos conceptuales (Vergnaud, 1990; Moreira, 2004), la teoría de los modelos mentales (Johnson-Laird, 1983). Lo que implica deducir que las UEPS son una compilación de principios, conceptos y filosofías potenciales en la facilitación del aprendizaje significativo crítico.

Una UEPS se construye a partir de pasos o fases que tienen una intencionalidad en el proceso de enseñanza y aprendizaje:

Fase 1: Definir el tema que será abordado

Fase 2: Crear/proponer situaciones

Fase 3: Proponer situaciones-problema, en un nivel bastante introductorio

Fase 4: Se presenta el conocimiento que debe ser enseñado/aprendido

Fase 5: Aspectos generales y estructurantes.

Fase 6: Concluyendo la unidad

Fase 7: La evaluación del aprendizaje en la UEPS

Fase 8: La UEPS exitosa

Sin duda, su punto de encuentro se encuentra en proponer situaciones problema que aumentan de complejidad en tanto se desarrolla la secuencia, en relucir implícitamente los conocimientos previos de los estudiantes, en implementar materiales potencialmente significativos y en generar producciones por parte de los estudiantes o evidencias de aprendizaje.

Para la construcción de las UEPS con los maestros en formación, se sigue el proceso descrito en la Tabla 3.

Tabla 3. *Descripción de las sesiones que corresponden a la fase de implementación*

Número de sesión	Descripción de la sesión	Actividad	Objetivo de la actividad
Sesión 1	Contextualización sobre los planteamientos del trabajo de grado.	Reflexiones sobre el trabajo práctico de laboratorio. El mundo de las ideas. (Anexo B)	Familiarizar a los maestros en formación con la visión del trabajo práctico de laboratorio (Caamaño, 2004).
	Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas (UEPS): Fundamentos, funcionalidad, finalidad, filosofía (FFFF)	UEPS para el trabajo práctico de laboratorio. Aula socrática (Anexo C)	Identificar a partir de las características y la funcionalidad de la UEPS su aporte al trabajo práctico de laboratorio, por medio de la realización de un taller.
Sesión 2	Realidad virtual y Realidad aumentada para acompañar la experimentación durante el trabajo práctico de laboratorio en física.	RV y RA para el trabajo práctico de laboratorio. Muro de orientación para el trabajo con RV y RA. (Anexo F)	Identificar las estrategias mediante las cuales los maestros en formación utilizan los recursos RV y RA para acompañar la experimentación durante el trabajo práctico de laboratorio.
Sesión 3	Creación de Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas para el trabajo práctico de laboratorio con el uso de RV y RA.	Creo mi UEPS.	Construir Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas para el trabajo práctico de laboratorio sobre temas de física con el uso de RV y RA como herramientas para acompañar la experimentación.
Sesión 4	Exposición de las Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas. Reflexión crítica y propositiva sobre los productos.	Comparto mi UEPS.	Mostrar los productos de las Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas y su potencialidad para el trabajo práctico de laboratorio en física con el uso de RV y RA.

A continuación, se presenta una descripción de cada una de las sesiones.

4.4.1 Sesión 1

El inicio de este proceso de investigación se da en un primer momento con la contextualización e interpretación de lo que implica construir y abordar un trabajo práctico de laboratorio en física. Así que, por medio de una exposición clara y concisa se mencionan algunos referentes teóricos que permiten evidenciar las necesidades actuales que tienen los trabajos prácticos, los retos, las concepciones tradicionales y por supuesto la urgencia de reflexionar en y para su transformación; se lleva a cabo una actividad llamada “El mundo de las ideas” (Anexo B) que busca por medio de la realización de un esquema, interpretar la clasificación de los trabajos prácticos en experiencia, experimento, ejercicio práctico, ejercicio investigativo, establecer sus diferencias, similitudes y aplicabilidad en el campo de estudio.

En un segundo momento, se presentan las UEPS como secuencias didácticas fundamentadas a partir de un análisis denominado FFFF (fundamentos, funcionalidad, finalidad, filosofía), con la intención de que los maestros en formación comprendan por qué se eligen las UEPS para acompañar el trabajo práctico de laboratorio. Se sabe que estas secuencias gozan de unas fases, que requieren de una comprensión e interpretación muy detallada, para esto se lleva a cabo la actividad “aula socrática” (Anexo C), en donde los maestros en formación ponen en evidencia todas aquellas ideas que surgen cuando se lee la descripción de cada una de las fases.

4.4.2 Sesión 2

El desarrollo de esta sesión fue fundamental, puesto que permitió que los maestros en formación tuvieran un acercamiento significativo a la experiencia con la Realidad Virtual con los videos 360° y a la Realidad Aumentada con diferentes aplicaciones. Para esto se diseñó un muro colaborativo (Link de acceso:

https://padlet.com/manuela_mesaf/13a315gcue0x) (Figura 3) en donde se encuentran diferentes recursos RV que se observan con un visor RV (Figura 4) y RA que se visualizan por medio del *smartphone* (Figura 6). Cada participante de la investigación utiliza los diferentes recursos, los manipula, intercambia percepciones con sus pares e identifica la más llamativa o la que mejor se acopla para el momento de construcción de la UEPS, (Figura 7).

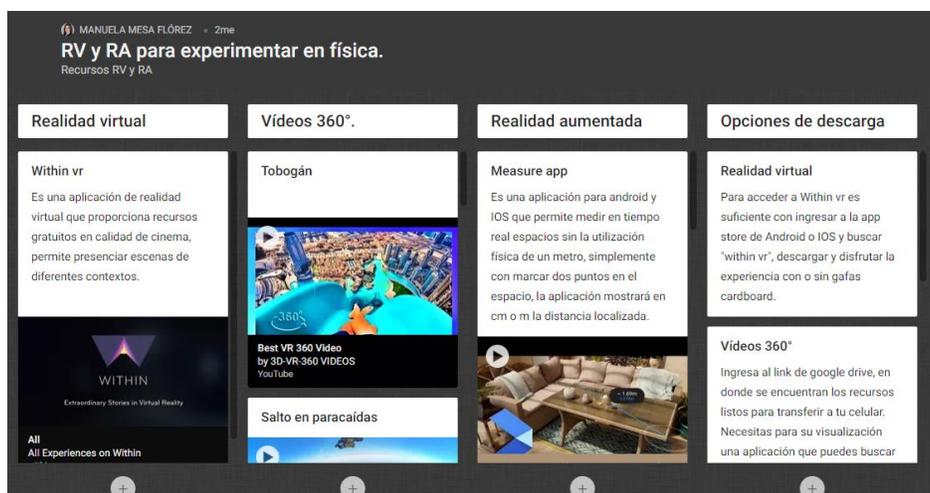


Figura 3. Muro de recursos RV y RA.



Figura 4. Visor de RV y auriculares

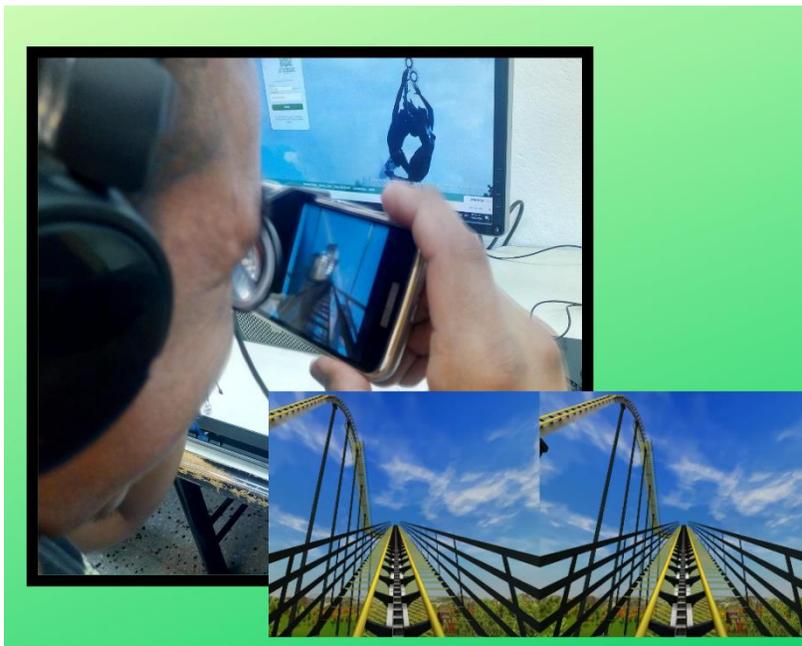


Figura 5. Experiencia RV durante la sesión 2.

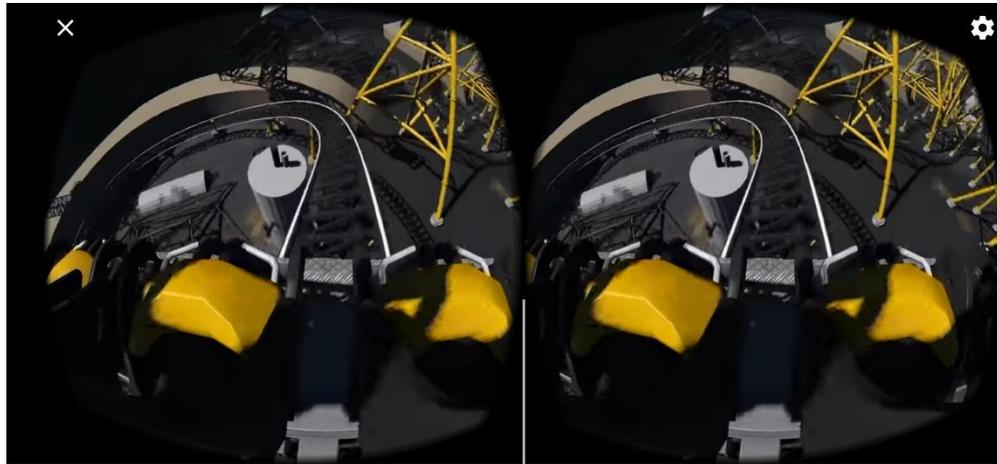


Figura 6. Simulación RV 360°: Fuerza centrípeta, energía potencial.

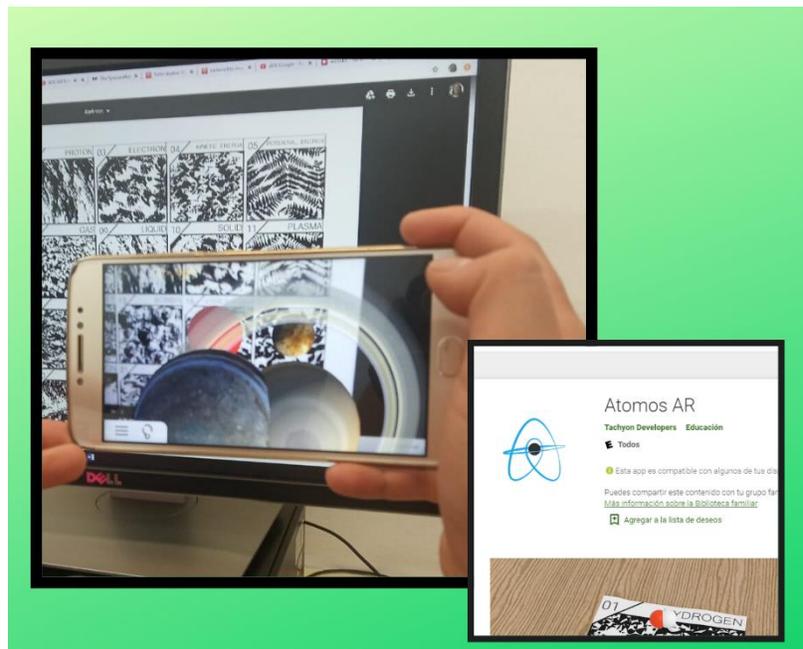


Figura 7. Experiencia RA durante la sesión 2.

4.4.3 Sesión 3

En un principio se tenía diseñado un conjunto de actividades para que la construcción de la UEPS fuese en grupos de maestros, colaborativa y con ciertas características que definiría el grupo, pero a causa de la pandemia mundial COVID 19 y de la declaración de confinamiento obligatorio, este proceso se vio afectado, en tanto no fue posible desarrollar

actividades de construcción secuenciales, sino que se optó por enviar a los maestros en formación una guía para la construcción de estas secuencias didácticas con instrucciones claras (Anexo D).

4.4.4 Sesión 4

Esta sesión se desarrolló durante el inicio de la pandemia ocasionada por la COVID-19, lo cual generó algunas dificultades respecto a que algunos de los participantes de la investigación no contaban con los medios tecnológicos para realizar una conexión *online* y poder concluir con las exposiciones. Con el fin de dar solución a esta dificultad se propuso a cada participante explicar el proceso de construcción de la UEPS por medio de videollamada de Whatsapp y se orientó la discusión por medio de algunas planteadas en la entrevista semiestructurada (ver Anexo E y G), de modo que todos los participantes lograron tener conexión con la investigadora y dieron a conocer sus apreciaciones sobre la UEPS.

4.5 Instrumentos y procedimientos para el análisis de información

Antes de dar inicio al capítulo de análisis, en donde toda la información recolectada es interpretada según los objetivos de la investigación, es necesario identificar algunas características importantes sobre el proceso de análisis del contenido; para ello, Bautista (2011) menciona que el análisis de contenido corresponde al proceso de interpretación de los datos que se recolectaron a partir de los diferentes instrumentos utilizados con la población en cuestión; en este proceso se profundiza en los significados que se encuentran ocultos en la información con el fin de construir un conjunto de respuestas que determinan la consolidación de un nuevo conocimiento sobre el tema. Así mismo, Sandoval (1996) afirma que el análisis es el proceso mediante el cual se juntan trozos de datos, se hace obvio

lo invisible, se reconoce lo significativo desde lo insignificante, se liga lógicamente lo desconectado y por supuesto, se da cuerpo a las conclusiones.

Teniendo en cuenta que la presente es una investigación cualitativa, se reconoce que el análisis es la matriz fundamental que dotará de sentido todo lo que se ha dicho en las páginas anteriores. Este proceso se lleva a cabo mediante la transcripción de la información que arrojaron instrumentos como el diario de campo, la entrevista, audios, videos y la construcción de la UEPS por parte de los maestros en formación; y del procesamiento de la información por medio de la categorización y la codificación.

Se entiende la categorización como el proceso que se realiza en la investigación cualitativa, que pretende organizar los datos registrados a partir de la simplificación y agrupación en la identificación de regularidades. Las categorías permitirán realizar comparaciones entre la información recolectada, la interpretación y el marco teórico, con el fin de “dar a la información una forma accesible que permita la comprensión de las realidades emergentes que se han detectado” (Bautista, 2011, p. 189). Las categorías que se establecieron son de carácter apriorístico; es decir, se determinaron a partir de los objetivos de investigación.

Se entiende la codificación como el proceso que permite el análisis de contenido, en donde a cada categoría se le asigna un código y es una herramienta para avalar la credibilidad de los estudios cualitativos (Bautista, 2011).

Es necesario hacer énfasis en que el proceso de transcripción de la información que arrojó cada uno de los instrumentos utilizados, se ha realizado en acuerdo con las consideraciones éticas que fueron compartidas a cada uno de los participantes de la

investigación por medio del consentimiento informado (ver anexo A), en el cual se hace explícito que es un requisito el anonimato y la transcripción literal, sin alteraciones a la conveniencia, respetando la forma de expresión oral y corporal.

Luego de categorizar, codificar, transcribir e interpretar la información, se realiza la triangulación; proceso que, en palabras de Cisterna, (2005) “es el cruce dialéctico de toda la información, (...) en esencia constituye el corpus de resultados de la investigación” (p. 68). En ese sentido, se triangula la información por categorías, entre los datos obtenidos en cada uno de los instrumentos, y con el marco teórico.

4.6 Proceso de construcción de las categorías para el análisis

En la tabla 4 se muestra cada una de las categorías y subcategorías apriorísticas que se han seleccionado en relación con los objetivos de investigación, el marco teórico y sus respectivos códigos; además se especifican los instrumentos y actividades que permitieron la recolección de información para cada una de las categorías.

Tabla 4. *Categorías y subcategorías apriorísticas*

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍAS	INSTRUMENTOS Y ACTIVIDADES
¿Cuáles son los principios de la TASC que ponen en juego los maestros en formación al construir UEPS para el trabajo práctico de laboratorio en física?	Caracterizar los criterios y elementos relacionados con los principios de la TASC que consideran los maestros en formación al construir Unidades de Enseñanza Potencialmente	Identificar las características de las UEPS relacionadas con los principios conceptuales y epistemológicos del ASC.	1. Principios conceptuales y disciplinares	1.1 Principio de la interacción social y del cuestionamiento.	UEPS, Actividad: el mundo de las ideas, observación participante, diario de campo, grabaciones de las clases, revisión documental.
				1.2 Principio del aprendiz como perceptor/representador	Actividad: el mundo de las ideas
			1.3 Principio del conocimiento como lenguaje	Actividad: el mundo de las ideas	
			2. Principios epistemológicos	2.1 Principio de la conciencia semántica	Entrevista individual

Significativas para el trabajo práctico de laboratorio en física.		2.2 Principio del aprendizaje por error.	semiestructurada 1 y 2
Describir las estrategias mediante las cuales los maestros en formación utilizan los recursos RV y RA para acompañar el trabajo práctico de laboratorio en física.	3. Principios pedagógico-didácticos	3.1 Diversidad de materiales y estrategias para la experimentación. 3.2 Diversidad de materiales y estrategias en la formación de maestros. 3.3 Principio de la no centralización del libro de texto. 3.4 Principio de la no utilización de la pizarra.	UEPS
Valorar el proceso de construcción de las UEPS para la reflexión crítica sobre el trabajo práctico de laboratorio.	4. Percepciones de los maestros en formación sobre el uso de las UEPS para el trabajo de laboratorio.		

El fin de esta investigación es estudiar cuáles son los principios de la TASC que utilizan los maestros en formación al crear prácticas de laboratorio en física, por medio de secuencias didácticas como las UEPS y con la utilización de TE como RV y RA. Para comprender mejor cómo se ponen de manifiesto esos principios en los instrumentos utilizados para analizar las creaciones del trabajo práctico de laboratorio, es que se especificará la intencionalidad de cada categoría y subcategoría y la forma en que estas contribuyen a la interpretación y triangulación de los datos.

A la luz de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, López (2014) propone clasificar los principios facilitadores de Moreira en tres categorías importantes: Los principios conceptuales y disciplinares, los principios epistemológicos y los principios pedagógico-didácticos; para efectos de este trabajo, las categorías de análisis corresponden a la clasificación anteriormente expuesta, con el ánimo de mantener una estructura fundamentada. En el capítulo de resultados, se explica cada una de las categorías, con el fin de brindar contexto a los elementos encontrados en los diferentes instrumentos utilizados.

5 RESULTADOS Y ANÁLISIS

Este capítulo comprende la interpretación y triangulación de la información obtenida en los instrumentos utilizados en los diferentes momentos de la investigación. Así pues, se pretende que la información aquí contenida corresponda con los objetivos planteados para la investigación.

Los participantes fueron cinco maestros en formación, a los cuales se les asignó un código y serán nombrados durante todo el capítulo de la siguiente manera: M1, M2, M3, M4 y M5 con fines de cumplir lo estipulado en el consentimiento informado.

Cada uno de los participantes desarrolló una Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa denominadas de la siguiente manera:

M1: UEPS para la enseñanza de la Entropía de forma no convencional. (Anexo H)

M2: Propuesta de UEPS para enseñar el tiro parabólico.

M3: UEPS, una propuesta para la enseñanza del concepto de densidad en los líquidos.

M4: UEPS para la enseñanza de los cuerpos celestes.

M5: UEPS: Atracción gravitacional (Anexo I)

De acuerdo con los objetivos específicos planteados, se pretende analizar a continuación las características de las UEPS relacionadas con los principios conceptuales y epistemológicos del ASC, describir las estrategias mediante las cuales los maestros en formación utilizan los recursos RV y RA para acompañar el trabajo práctico de laboratorio y valorar el proceso de construcción de las UEPS para la reflexión crítica del trabajo práctico de laboratorio. Se comienza entonces con el análisis por categorías.

5.1 Principios conceptuales y disciplinares

Según López (2014) son aquellos que “buscan favorecer y poner en juego el dominio sobre un determinado campo de conocimiento” (p. 59) de manera que esta categoría resalta la importancia de que las relaciones entre el maestro y el alumno estén fundamentadas en compartir, intercambiar y construir conocimiento entre pares, de que el maestro se convierta en un posibilitador del pensamiento crítico a partir de preguntas, de mostrar al alumno diferentes maneras de percibir el mundo físico, representarlo e interpretarlo, y de negociar e intercambiar información que permita la adquisición de nuevos lenguajes.

De acuerdo con lo anterior, esta categoría busca evidencias en las creaciones de los maestros en formación que atribuyan significados a las concepciones entre el maestro y el estudiante, y a las formas mediante las cuales se pretende la construcción del campo de conocimiento que caracteriza cada una de las prácticas de laboratorio. Con el fin de realizar un análisis más profundo y detallado de lo mencionado en los diferentes instrumentos utilizados, la categoría se desglosa en tres subcategorías, que corresponden a los principios facilitadores postulados por Moreira (2005); la primera es el principio de la interacción social y del cuestionamiento, la segunda el principio del aprendiz como perceptor/representador, y la tercera el principio del conocimiento como lenguaje. En todas las subcategorías, se tienen presente las características de cada principio en un nivel inicial y final durante la implementación, de manera que se permita establecer comparaciones entre la información. En la tabla 5 se muestran los elementos que se consideraron como evidencia en los instrumentos utilizados para cada una de las subcategorías.

Tabla 5. *Evidencias de los principios conceptuales y disciplinares.*

Categoría	Subcategoría	Evidencias
-----------	--------------	------------

1. Principios conceptuales y disciplinares	1.1 Principio de la interacción social y del cuestionamiento.	Preguntas que realizan los maestros en formación durante la UEPS
	1.2 Principio del aprendizaje como perceptor/representador.	Símbolos, gráficos, narraciones, expresiones orales o escritas que los maestros utilizan para resaltar el valor de la experiencia previa.
	1.3 Principio del conocimiento como lenguaje.	Símbolos, gráficos, narraciones, expresiones orales o escritas que los maestros utilizan y que dan cuenta del dominio lenguaje propio de un área del conocimiento.

Para dar cuenta del estado inicial y final de las evidencias entre las subcategorías mencionadas en la tabla 5, se tuvieron en consideración el diagnóstico y las actividades correspondientes a la sesión 1 del proceso de implementación; así como la información recolectada en instrumentos como el diario de campo y las UEPS.

5.1.1 Principio de la interacción social y del cuestionamiento

Para analizar la presencia y las características de este principio en las UEPS, se tienen en cuenta dos instrumentos importantes; el primero se denomina “El mundo de las ideas” (Anexo B) y consta de una actividad inicial en donde se buscó identificar las perspectivas que tienen los maestros en formación hacia las relaciones que se deben construir con los estudiantes; esto da cuenta de las concepciones iniciales sobre la importancia de establecer una relación entre el maestro y el estudiante que se fundamente en la igualdad. Luego, la identificación de preguntas que permitan movilizar la construcción de conocimiento durante la UEPS se convierte en la evidencia fundamental. En la tabla 6 se describen dichas perspectivas sobre la relación maestro-alumno, así como las preguntas propuestas durante las UEPS por cada uno de los maestros en formación, relacionadas con el tema que seleccionaron para su elaboración.

Tabla 6. *Sobre el principio de la interacción social y del cuestionamiento.*

Participante (M)	Perspectiva sobre la relación maestro-alumno	Preguntas durante la UEPS
M1	“Es necesario reconocer la experiencia como la oportunidad para preguntar sobre lo que perciben mis sentidos”	Tema: Entropía ¿La idea de entropía coincide con lo que están observando o no? ¿La concepción que tenían sigue igual o cambia? Si dispusieran de los materiales que fueran ¿Qué otro experimento propone para construir el conocimiento del concepto de entropía?
M2	“Lo más importante es que el docente comprenda la manera de transitar en el conocimiento, interpretarlo y guiarlo hacia el estudiante desde una postura de igualdad”	Tema: Tiro parabólico. ¿por qué esta sube hasta un punto limite y luego baja para tomar un estado de reposo? ¿Qué factores influyen para que esto pase?
M3	“Tanto el maestro como el alumno deben procurar llevar a cabo un proceso donde prime el compartir conocimientos, construir y discernir”	Tema: Densidad de líquidos ¿Se puede realizar esto con todos los fluidos?
M4	“El maestro es un actor principal porque guía al estudiante en la comprensión, interpretación y negociación de lo que se está aprendiendo”	Tema: Cuerpos celestes Explica ¿de qué forma están clasificados los planetas debido a su composición?
M5	“Realizar buenas preguntas, que sean significativas e inviten al estudiante a pensar, es lo que se debería de hacer durante el trabajo práctico de laboratorio”	Tema: Atracción gravitacional ¿Qué crees que influye en los planetas para que estos se mantengan alrededor del sol?; ¿Es la fuerza de gravedad la única que influye en dicho comportamiento?; ¿Cuáles son los elementos o factores que influyen en la forma en que se comportan estos cuerpos?

Estas respuestas permiten observar que M2, M3 y M4 manifiestan perspectivas respecto a la relación maestro-alumno fundamentadas en un maestro guía, propositivo, activo y conecedor de los procesos mediante los cuales el alumno puede construir conocimiento fundamentado en sus experiencias anteriores. De manera que, al comparar esta visión de maestro con algunas preguntas formuladas en la UEPS, se puede identificar que, por ejemplo, M1 rescata la experiencia como posibilitador de preguntas y efectivamente al

preguntar sobre entropía hace referencia a la experiencia durante la observación del fenómeno y la posibilidad de cambio que puede sufrir la interpretación cuando se involucra la percepción y los sentidos (Figura 10). Así mismo, M2 inicialmente reconoce la importancia de transitar en el conocimiento e interpretarlo y para esto supone en la UEPS una pregunta que aborda no sólo la experiencia momentánea que tuvo el estudiante, sino que indaga por otros factores que están en la estructura cognitiva y que pueden servir de anclaje ante las posibles respuestas que se pueden generar (Figura 9). Cuando M3 menciona la necesidad de construir conocimientos y se refiere a otras posibles variables del experimento, se puede identificar que comprende que tanto el maestro como el estudiante son creadores de conocimiento e invita a la negociación de significados. Finalmente, M5 da a conocer su postura sobre la relación entre maestro y estudiante (Figura 8) y promueve la necesidad de las buenas preguntas que inviten a pensar, y precisamente se evidencia esto cuando antes de introducir el tema de fuerza hace la pregunta ¿Qué crees que influye en los planetas para que estos se mantengan alrededor del sol?, la cual invita al estudiante a inferir, argumentar, comparar y pensar críticamente.

Se realiza el comparativo entre la perspectiva que tienen los maestros en formación sobre la relación con los estudiantes y las preguntas que se desarrollan durante la UEPS con el fin de identificar si los maestros generan espacios de reflexión, apertura a nuevas preguntas, crítica y autocrítica durante los cuestionamientos. Es decir, si los maestros tienen posturas estrictas sobre el papel del maestro y el alumno en la construcción de conocimiento o si suponen espacios abiertos, creativos y dialógicos mediante las preguntas que se desarrollan para introducir y construir los temas en cuestión.

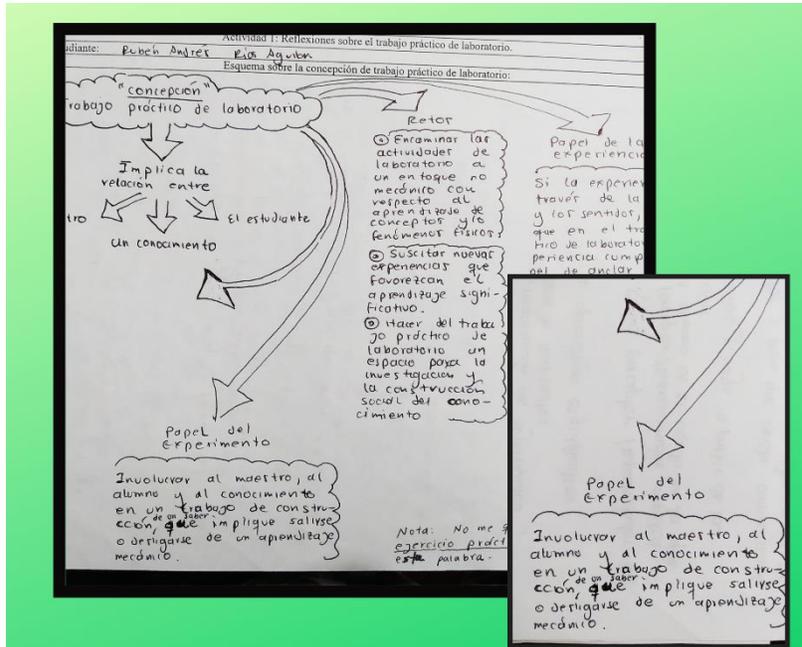


Figura 8. Actividad: “El mundo de las ideas”, M5

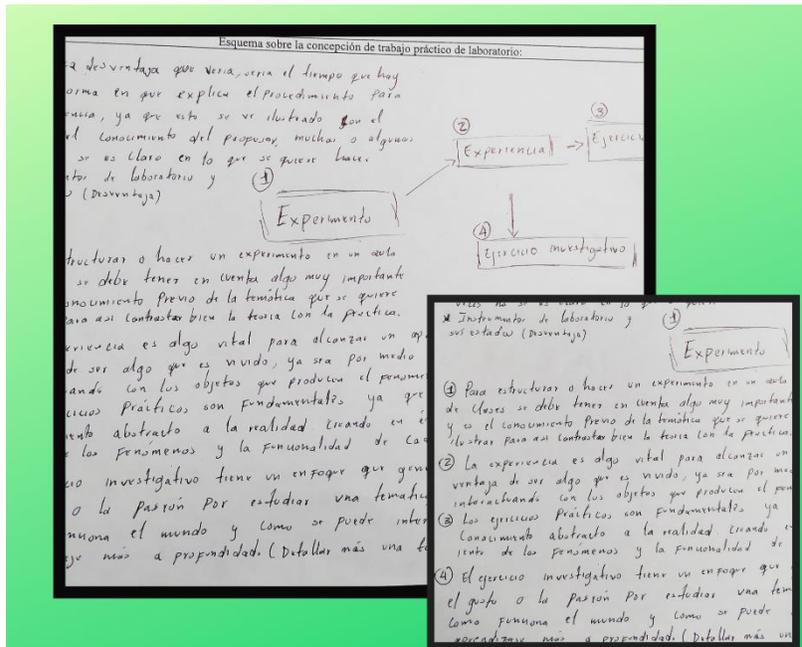


Figura 9. Actividad “El mundo de las ideas”, M2

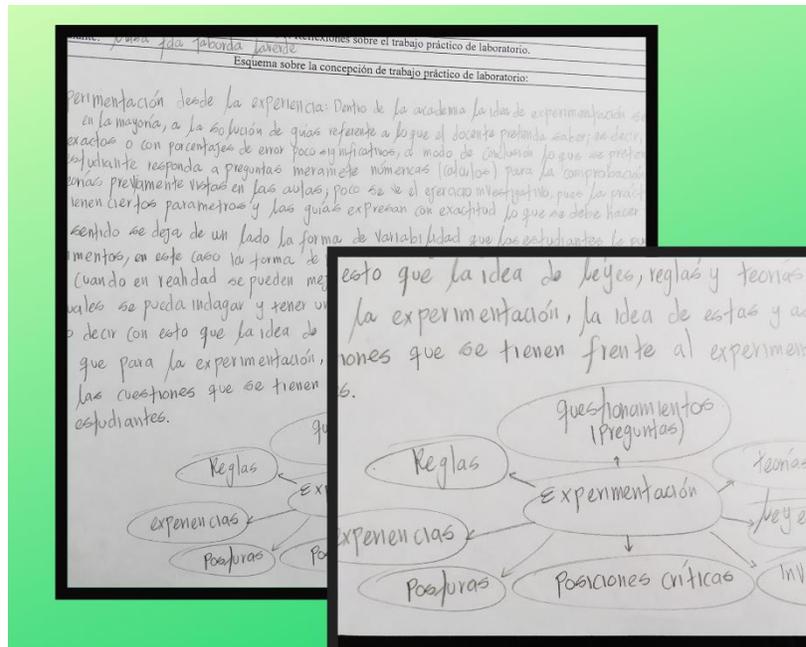


Figura 10. Actividad “El mundo de las ideas”, M1

5.1.2 Principio del aprendiz como perceptor/representador

Esta subcategoría permite identificar las características relacionadas con la comprensión del maestro para la utilización del conocimiento previo en la construcción significativa de conceptos y experiencias, en la medida en que asume la percepción como única e irrepetible y brinda valor al intercambio de información que el alumno puede representar e interpretar. Estas características se identifican con el comparativo entre la entrevista semiestructurada 1 (Ver anexo G) y las expresiones, estrategias o narraciones que se explicitan en la UEPS y que hacen referencia a la identificación y uso del conocimiento previo. Así, en la Tabla 7 se da cuenta de este comparativo.

Tabla 7. Sobre el principio del aprendiz como receptor/representador.

Participante (M)	Expresiones sobre la experiencia previa, conceptos previos.	Estrategias, expresiones, narraciones en la UEPS para identificar el concepto previo.
M1	“Aspectos que el estudiante ya reconoce sobre lo que se va a aprender, de manera que se pueda construir a partir de ahí”.	“Se trata pues, de que a partir de estas experiencias propias y de los lenguajes que utilizamos para contarlas, comunicarlas, inclusive a nosotros mismos, nos valgamos de ellas para reconstruir este conocimiento”.
M2	“Reconocer lo que el alumno ya sabe es fundamental para identificar las dificultades en las bases conceptuales y construir a partir de ahí”.	“El conocimiento previo de la temática que se quiere ilustrar para así contrastar bien la teoría con la práctica”.
M4	“Le será relevante para establecer conexiones durante la práctica, que le permitan interpretar la información y relacionarla con otros aspectos de su existencia, con cosas que ya haya aprendido”.	“Lo que el estudiante ya sabe es sumamente importante, y esto lo evidenciamos cuando trabajamos con la UEPS, en la medida en que permite relacionar durante y entre los pasos lo que el estudiante sabe y lo que puede aprender”.
M5	“El conocimiento previo se vincula, siempre y cuando el estudiante puede recurrir a eso que tiene como experiencia, a eso que le ha rodeado, a eso que ha observado, a la observación del sol, de la luna, de las estrellas y de cierta manera esto, le va a permitir al estudiante, retomar esos conocimientos previos, para poder profundizar en la idea que se tiene con el trabajo”.	“Si la experiencia pasa a través de la percepción y los sentidos, se entiende que en el trabajo práctico de laboratorio la experiencia cumple el papel de anclar las experiencias previas con las nuevas experiencias”.

Lo anterior genera aportes significativos para el presente trabajo en la medida en que M1, M2, M4 y M5 reconocen en un estado inicial el vínculo que genera el conocimiento previo al introducir el conocimiento nuevo y en un estado final demuestran que la UEPS en sus fases permite dar importancia a revelar estos frutos de la estructura cognitiva, principalmente mediante la experiencia, la pregunta y el material potencialmente significativo. Por ejemplo, M1 reconoce en un estado inicial la funcionalidad del conocimiento previo y lo lleva a cabo en el estado final cuando en la UEPS declara la

experiencia inicial, las situaciones problema iniciales, el lenguaje y la comunicación para construir a partir de ahí el contenido conceptual sobre entropía. De igual manera, M5 establece un vínculo entre el conocimiento previo y la experiencia en primera persona y concluye que son fundamentales para profundizar en el contenido conceptual sobre la atracción gravitacional, y lo hace evidente cuando en la UEPS resalta la necesidad de dotar el trabajo práctico de laboratorio de experiencias que alimenten la percepción y los sentidos, de manera que pueda existir un anclaje entre la experiencia previa y la nueva.

5.1.3 Principio del conocimiento como lenguaje

En esta subcategoría se busca identificar el principio del conocimiento como lenguaje dando cuenta de procesos que favorezcan la interpretación y comprensión del lenguaje propio de la física. La comparación que se realiza es respecto a la propia experiencia del maestro durante los trabajos prácticos de laboratorio (¿cómo me lo enseñaron?) y la transformación de esa experiencia en reflexiones que invitan a pensar sobre ¿yo cómo lo enseñaría? Esta comparación es fundamental porque dota de un carácter significativo el hecho de concebir la enseñanza como un proceso que permea al sujeto, que puede modelarse y reestructurarse continuamente. En la Tabla 8 se muestra la comparación entre la propia experiencia como estudiante, la cual se indaga por medio de la entrevista individual semiestructurada y la forma en que favorecería la comprensión del lenguaje siendo maestro, la cual se evidencia en la fase 4 de la UEPS que propone presentar el conocimiento a enseñar a partir de formas mediante las cuales se dará a conocer el aporte teórico del tema.

Tabla 8. *Sobre el principio del conocimiento como lenguaje.*

Participante (M)	¿Cuál ha sido su experiencia en los laboratorios de física durante su proceso	Definiciones, percepciones y metáforas que se utilizan para
------------------	---	---

	de formación como maestro para la comprensión del lenguaje propio de la física?	favorecer la interpretación y comprensión del lenguaje propio de la física durante la UEPS.
M1	“Considero que aquellos laboratorios en donde solamente es necesario hallar un resultado, han sido irrelevantes para mi proceso de aprendizaje”.	“Se trata de una actividad de contextualización, ambientación e introducción en la temática a través de un texto, el cual servirá de ayuda para que los estudiantes comprendan un poco más del tema, reafirmen o refuten lo que saben, mediante el análisis, la investigación y la discusión con los demás participantes del seminario”.
M2	“Todos los laboratorios siempre son y serán una gran experiencia ya que en cierta forma nos facilita la comprensión e interpretación de las cosas”.	“Se muestra primeramente la historia y como fue construido este, para luego mostrar su funcionamiento, procedimiento y sentido matemático, mostrando ejemplos de la vida diaria”.
M3	“Ha sido muy gratificante ya que tener algo tangible y que nos dé un acercamiento a lo que nos muestra la teoría y las fórmulas para tener una mayor comprensión y asimilación de los conocimientos”.	“Se reforzarán los conceptos de masa y volumen para tener un primer acercamiento al concepto de densidad, luego se realizará una pequeña explicación acerca de los fluidos y qué son”.
M4	“Difícilmente se puede preguntar en el laboratorio sobre cambiar una variable, realizarlo de otra manera, con instrumentos u objetos caseros, etc.”	“El aporte teórico se realizará por medio de una clase magistral, se explicarán las leyes que rigen el movimiento planetario, los tiempos que tardan los astros en rotación y traslación, la composición química de cada cuerpo celeste debido a su espectro electromagnético y los principales elementos que pueden hallarse en nuestro sistema solar”.
M5	“Los laboratorios deben ser pensados, no como recetas sino como herramientas para interpelar algunas posturas científicas”.	“Voy a usar una analogía para la enseñanza y más que dar un aporte teórico, pretendo dejar algunas preguntas sobre el tema”.

Se puede evidenciar que M1 hace explícita que su experiencia durante los trabajos prácticos de laboratorio ha alimentado el aprendizaje mecánico y esto lo considera irrelevante en su estructura cognitiva; pero a su vez, en la fase 4 de la UEPS cuando

pretende presentar el aporte teórico sobre entropía, lo realiza a partir de actividades de contextualización y da la posibilidad de generar un espacio para refutar y analizar la teoría, lo cual se interpreta como una forma de resistir ante ese aprendizaje mecánico, brindando alternativas que proponen la participación del estudiante y la construcción del aprendizaje significativo crítico. Así mismo, M2 hace referencia a que todas las prácticas de laboratorio han sido una gran experiencia y por ende en la fase 4 se puede identificar un conjunto de estrategias para introducir el conocimiento teórico haciendo alusión a la historia, la fundamentación matemática y ejemplos de la vida diaria.

Por otro lado, no se percibe una relación entre la experiencia propia y el consolidado en la fase 4 en M4, puesto que en la experiencia propia critica sustancialmente los impedimentos que tuvo durante sus prácticas de laboratorio para realizar preguntas, cambiar variables, utilizar objetos caseros y en la UEPS infiere que la única manera de aportar el conocimiento teórico sobre el tema es a partir de una clase magistral dotada de elementos teóricos que podrían evidenciarse mediante la percepción o la experiencia.

Finalmente, M5 resalta la importancia de pensar espacios de laboratorio no como recetas sino como herramientas para las posturas científicas, y esto lo reafirma en la fase 4 cuando utiliza analogías para introducir el aporte teórico y considera que lo relevante no es lo teórico sino las preguntas que se puedan generar.

Para concluir esta primera categoría, pudo identificarse que los maestros en formación resaltaron algunos elementos relevantes de sus experiencias previas en relación con la experimentación, que dan cuenta del significado que han construido sobre este espacio para la enseñanza de la física; así mismo, se pudieron establecer algunas relaciones entre dichos significados y los elementos presentes en el diseño de las UEPS, a partir de lo cual fue

posible identificar aspectos relacionados con la totalidad de los principios conceptuales y disciplinares. Lo anterior invita a reflexionar sobre las posibilidades de construir, diseñar y aplicar prácticas de enseñanza con base en la propia experiencia.

5.2 Principios epistemológicos

En palabras de López (2014), los principios epistemológicos son aquellos que “propenden hacia una visión del conocimiento científico como invención o construcción humana incierta y provisional y en permanente evolución” (p. 59); en ese sentido, es importante rescatar que esta categoría implica reconocer que el conocimiento nuevo se construye a partir del conocimiento previo que se encarga de atribuir significados a las nuevas palabras o a la nueva información, a partir de procesos como la negociación de significados, de aspectos como el reconocimiento al valor que tiene la conciencia sobre error o la equivocación, a la determinación que implica elegir cuál información es relevante y cuál no aporta en la misma medida; y por supuesto, a interiorizar que el conocimiento por ser una construcción humana puede ser inexacto y depende estrictamente del proceso que se llevó a cabo para su consolidación.

En ese sentido, esta categoría busca evidencias sobre el valor que le dan los maestros en formación al conocimiento previo y a su particularidad de transformar la información preexistente en la estructura cognitiva, en la medida en que se interiorizan nuevas palabras y significados durante la UEPS; y a las reflexiones que permiten relacionar el modelo físico con la realidad a partir de la experiencia (López, Araujo, Veit, 2014); sobre la postura de los maestros en formación hacia la posibilidad natural de errar durante la práctica experimental; sobre la elección de la información que es relevante; y sobre las definiciones, percepciones y metáforas que se utilizan para transmitir que el conocimiento no se sustenta

bajo las verdades absolutas. Para recolectar evidencias sobre cada uno de los casos expuestos, se plantean las siguientes subcategorías, que también corresponden a los principios facilitadores propuestos por Moreira (2005); la primera es el principio de la conciencia semántica y la segunda es el principio del aprendizaje por error. En la Tabla 9 se muestran detalladamente las evidencias que dan cuenta de información para cada una de las subcategorías.

Tabla 9. *Evidencias de los principios epistemológicos.*

Categoría	Subcategoría	Evidencias
2. Principios epistemológicos.	2.1 Principio de la conciencia semántica	Narraciones, expresiones orales o escritas que los maestros utilizan para referirse al conocimiento previo y a su función de cambio.
	2.2 Principio del aprendizaje por error.	Narraciones, expresiones orales o escritas que los maestros utilizan para dar cuenta de su postura frente a la posibilidad del error.

Con el ánimo de identificar la evolución de la información aportada en cada una de las subcategorías, se tuvo en consideración la entrevista individual semiestructurada inicial y final, la observación participante, el diario de campo y las UEPS.

5.2.1 Principio de la conciencia semántica

Para caracterizar la presencia de este principio en la UEPS e identificar la contribución al aprendizaje significativo crítico, se establece una comparación entre el valor de la experiencia durante el trabajo práctico de laboratorio a partir de un diagnóstico inicial que se realiza por medio de la actividad “el mundo de las ideas” y una actividad final que permite identificar en la UEPS aquellas referencias que el maestro en formación utiliza para invitar a reflexionar sobre la relación entre el modelo físico y la realidad a partir de la

experiencia en primera persona. En la Tabla 10 se muestra el valor que se le atribuye a la experiencia durante el trabajo práctico de laboratorio.

Tabla 10. *Sobre el principio de la conciencia semántica.*

Participante (M)	El valor de la experiencia durante el trabajo práctico de laboratorio	Referencias que inviten al estudiante a reflexionar sobre la relación entre el modelo físico y la realidad a partir de la experiencia
M1	“Se pueden mejorar las experiencias proponiendo diferentes métodos en los cuales se pueda indagar y tener una posición frente a lo que se está observando”.	“La idea es que la relación entre el educando y el simulador genere muchas dudas acerca del concepto, para que así puedan generar más discusiones en el aula y además puedan vivenciar y tratar de solucionar dichas inquietudes mediante las prácticas experimentales presenciales”.
M2	“La experiencia es algo vital para alcanzar el aprendizaje significativo”; “Los trabajos prácticos son fundamentales ya que lleva al estudiante a recrear ese conocimiento abstracto a la realidad” “debe tener en cuenta algo muy importante y es el conocimiento previo de la temática que se quiere ilustrar para así contrastar bien la teoría con la práctica”.	“Se les pide buscar un tutorial en YouTube de cómo crear un tiro parabólico en Geogebra, para que luego de eso ellos recreen una situación real”.
M4	“A la hora de experimentar en la física con los estudiantes en el aula hay que tener en cuenta el contexto en el que se está”.	“La finalidad de esta simulación es explicar a los estudiantes la composición de los planetas, teniendo su imagen real como soporte, lo que se busca es que ellos conozcan los elementos que componen nuestra galaxia”.
M5	“Si la experiencia pasa a través de la percepción y los sentidos, se entiende que en el trabajo práctico de laboratorio la experiencia cumple el papel de anclar las experiencias previas con las nuevas experiencias”.	“Para percibir una fuerza, el imán puede dar luces al respecto; quizás eso es lo que esté ocurriendo entre los planetas, estos mantienen una fuerza de atracción y repulsión que les permite mantenerse como una red de araña, con la diferencia de que los planetas se mueven y no por telarañas sino en órbitas elípticas”.

De lo anterior se puede concluir que la actividad “el mundo de las ideas” fue crucial en la medida en que permitió indagar sobre el valor que los maestros en formación le otorgan a la experiencia para establecer relaciones entre el modelo físico y su comportamiento en la realidad. Por ejemplo, M1 resalta en la actividad inicial la necesidad de mejorar las experiencias a partir de diferentes métodos que involucren la reflexión sobre lo que se observa y en la UEPS propone el uso de simulaciones para enriquecer la experiencia que generen controversia entre el modelo físico y la realidad, que permitan la realización de preguntas, discusiones y vivencias. En el mismo sentido, M2 resalta que la experiencia es crucial para la adquisición del aprendizaje significativo, lo cual se demuestra en la UEPS al pretender crear una simulación recreada a partir de una situación real. Además, M4 resalta que durante la experiencia es necesario tener presente el contexto en el que se desenvuelven los estudiantes, y lo refiere explícitamente en la UEPS cuando menciona la utilización de simulaciones que permitan suponer imágenes reales. Y finalmente M5 hace una alusión muy interesante sobre el resultado de la experiencia cuando pasa por el cuerpo, por los sentidos y su reflexión permite un anclaje entre la experiencia previa y la nueva, y esto lo materializa cuando en la UEPS hace referencia a analogías y experiencias que involucran no sólo los sentidos, sino también el manejo de instrumentos cotidianos para explicar fenómenos como la atracción entre planetas, como puede observarse en la figura 11.

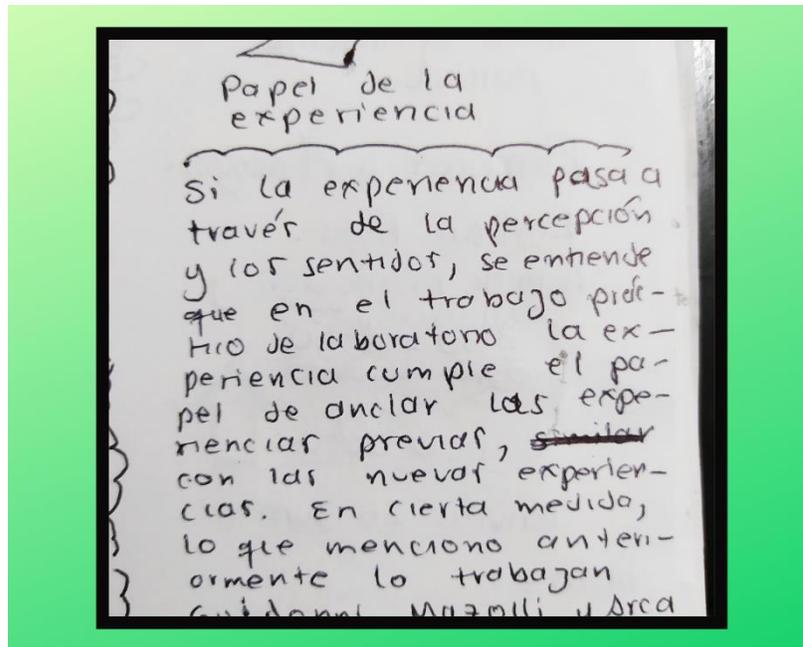


Figura 11. Actividad: “El mundo de las ideas”, M5

5.2.2 Principio del aprendizaje por error

Las evidencias de este principio se consolidan en la percepción de los maestros en formación respecto a la naturaleza del error y la equivocación durante el trabajo práctico de laboratorio; por eso se busca entre la información, la manera mediante la que el maestro aprovecharía o desaprovecharía la presencia del error para la construcción del conocimiento. Las evidencias se concentran en la Tabla 11 y son extraídas de las observaciones en el diario de campo y de la entrevista individual semiestructurada 2.

Tabla 11. Sobre el principio del aprendizaje por error.

Participante (M)	Observaciones en el diario de campo	¿Cómo interpretas la presencia del error (que el estudiante se equivoque) durante el trabajo práctico de laboratorio?
M1	“Me gusta cuando los estudiantes se equivocan”	“El error puede ser una base para repetir y realizar algunos cambios en la forma de proceder, interpretar o analizar durante un experimento. El error no debería ser sinónimo de que el estudiante no sabe, por el contrario, debe de dar paso a reflexiones

		que inviten a cambiar la forma de proceder”
M2	“Siempre existirá el error”	“Que el mismo reconozca esos errores que se pueden tener a la hora de hacer los experimento”
M3	“Es importante hacer saber al estudiante en qué se ha equivocado y cómo corregirlo”	“Se podría retomar el experimento, para mirar dónde fue el error o revisar si el error sólo es en el cálculo”
M4	“El error promueve el aprendizaje porque el estudiante se da cuenta en qué falló y cómo lo puede corregir”	“Error durante el trabajo práctico de laboratorio, lo interpreto como ese agujero maravilloso en el que puede caer el estudiante, tan necesario para aprender, debido a que, a partir del error, de ser conscientes de la equivocación también se puede aprender, se puede cambiar, analizar y percibir de una forma diferente”
M5	“El error permite hacerse preguntas que no se harían si faltara la equivocación”	“En la interpretación de la presencia del error, es significativo en el sentido en que tiene la posibilidad de permitirnos la generación de conocimiento.”

Durante una discusión que se dio en la sesión número uno acerca de la naturaleza de la equivocación y de la presencia del error en los estudiantes al realizar procesos que se comprenden durante el trabajo práctico de laboratorio, se rescatan algunas expresiones que dan cuenta de la postura de los maestros en formación y que se comparan con las respuestas a la pregunta puntual que se realiza en la entrevista. Las expresiones de maestros como M1, M4 y M5 destacan la posibilidad que brinda el error para promover el aprendizaje a partir de la corrección, reflexión, retroalimentación y creación de preguntas y así mismo demuestran su utilidad en la entrevista cuando, por ejemplo, M1 reconoce que la presencia del error también puede estar mediada por la forma de proceder del maestro y el desconocimiento de los conceptos previos; en la misma medida M5 reconoce que el error es un posibilitador para la construcción de aprendizaje significativo crítico.

Las evidencias de este aprendizaje no se concentran durante la construcción de la UEPS porque es un principio que se demuestra en la práctica en la medida en que el estudiante reconoce el error como una característica humana y la utiliza para aprender significativamente realizando conexiones con otros principios.

Retomando los hallazgos de la primera categoría sobre los principios conceptuales y disciplinares y de esta segunda que tiene que ver con los principios epistemológicos se puede deducir que las UEPS han sido un instrumento importante para la organización, utilización, identificación y apropiación de los principios correspondientes. En tanto que es una secuencia didáctica que permite, a partir de sus fases, describir detalladamente los procesos que se llevarán a cabo para lograr procesos de enseñanza y aprendizaje significativos. Además, al concebir las UEPS como posibilitadora para desarrollar el trabajo práctico de laboratorio, se da cuenta de la cantidad de características de los principios que los maestros aportaron en su construcción con el ánimo de reflexionar sobre el aporte que tiene la práctica experimental en la construcción del conocimiento científico. Se encuentran elementos importantes durante las UEPS como la presencia de preguntas abiertas que movilizan el aprendizaje significativo crítico; por ejemplo “Vamos a pensar en nuestro sistema solar, en la forma como orbitan los planetas alrededor del sol. Sabemos que estos cuerpos rodean al sol y que se mueven con una velocidad determinada con un período determinado. ¿Qué mantiene a estos cuerpos rodeando un cuerpo como el sol?, ¿Qué crees que influye en los planetas para que estos se mantengan alrededor de este?” (M5), lo cual indica la importancia de realizar conexiones significativas entre la nueva información y las percepciones previas sobre el conocimiento, se da lugar a lenguajes claros y simples que permiten la comprensión del área del conocimiento de cada una de las secuencias, se

reconoce que las concepciones previas mutan o sufren cambios significativos en tanto se procesa la nueva información, se rescata el error como posibilitador para la construcción de conocimiento y se ponen de manifiesto diferentes instrumentos o elementos para invitar al estudiante a pensar bajo la premisa de que no existen las verdades absolutas y que el conocimiento se construye entre pares.

5.3 Principios pedagógico- didácticos

Esta categoría surge a partir de la necesidad de identificar cuáles son los materiales y estrategias que los maestros en formación utilizan durante la UEPS para el trabajo práctico de laboratorio; a propósito, López (2014) resalta la pertinencia de utilizar diversas estrategias didácticas puesto que “posibilitan la participación activa del estudiante, lo que sin duda facilita un aprendizaje significativo crítico a partir del intercambio de significados entre estos y el profesor” (p. 59).

De manera que las evidencias que arroja esta categoría corresponden a estrategias de enseñanza y de aprendizaje, a materiales y a la forma en que los maestros en formación involucran las simulaciones de Realidad virtual y Realidad aumentada para enriquecer la experiencia durante el trabajo práctico de laboratorio, así como otro tipo de simulaciones y/o tecnologías. Con el ánimo de que las evidencias correspondan tanto a las estrategias de enseñanza como a los materiales de aprendizaje y uso de TE, se divide esta categoría en 4 subcategorías: la primera es la diversidad de materiales y estrategias para la experimentación, la segunda es la diversidad de materiales y estrategias en la formación de maestros, la tercera corresponde al principio de la no centralización en el libro de texto, y la cuarta al principio de la no utilización de la pizarra. En la Tabla 13 se da cuenta de las evidencias que pertenecen a las subcategorías mencionadas.

En correspondencia con lo anterior, estos principios según López (2014), “buscan combatir la idea de que el libro de texto y la pizarra son los grandes poseedores de conocimiento” (p. 59); por tanto, establecen la necesidad de que maestros y estudiantes reconozcan que el conocimiento no se sustenta sobre verdades absolutas, incuestionables y acabadas. Además, se resalta el hecho de promover la participación del estudiante durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, puesto que permite la negociación e intercambio de significados.

La información suministrada por los instrumentos utilizados en la presente investigación, hacen referencia a identificar las diferentes formas que los maestros en formación utilizan para suplir la pizarra y el libro de texto como poseedores de información, pero no los únicos; y las actividades o estrategias que desarrollan durante las UEPS.

Tabla 12. *Evidencias del principio de la diversidad de materiales y estrategias.*

Categoría	Subcategoría	Evidencias
3. Principios pedagógico-didácticos.	3.1 Diversidad de materiales y estrategias para la experimentación.	Recursos tecnológicos, convencionales y no convencionales que permiten la experimentación en física.
	3.2 Diversidad de materiales y estrategias en la formación de maestros.	Estrategias pedagógicas, didácticas y evaluativas para llevar a cabo la práctica de laboratorio.
	3.3 Principio de la no centralización del libro de texto.	Estrategias que utilizan los maestros en formación para referir otros medios de información.
	3.4 Principio de la no utilización de la pizarra.	Estrategias que utilizan los maestros en formación para suplir el uso de la pizarra y promover la participación activa del estudiante.

La recolección de evidencias para las subcategorías mencionadas se realizó mediante el análisis riguroso de las UEPS diseñadas por los maestros en formación que hacen parte de la investigación.

5.3.1 Diversidad de materiales y estrategias para la experimentación

El objetivo de la presente subcategoría es describir las estrategias mediante las cuales los maestros en formación utilizan los recursos RV y RA para acompañar el trabajo práctico de laboratorio en física. Esta recolección de información se realiza por medio del análisis de las UEPS; en la Tabla 14 se mencionan las simulaciones en RV y RA utilizadas, algunos otros instrumentos que permiten la experimentación durante el trabajo práctico de laboratorio clasificados como convencionales y no convencionales. Y finalmente se realiza la descripción de la estrategia mediante la cual se pretende llevar a cabo la articulación de las TE en el trabajo práctico de laboratorio.

Tabla 13. Sobre el principio de la diversidad de materiales y estrategias.

Participante (M)	Estrategias utilizadas durante la UEPS	Clasificación
M1	<p>“Los simuladores son: https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/physics/heat-and-thermodynamics https://www.educaplus.org/games/termodinamica https://www.vacak.cz/physicsanimations.php?l=es https://www.cienytec.com/edu2_software_fisica_laboratorio_virtual.htm</p> <p>“Experimento 1, 2, 3, 4” Rv: https://www.with.in/experiences/all</p>	Simulaciones de computador, experimentos convencionales.
M2	<p>“Simulación en geogebra” Rv: https://youtu.be/0ZF_wYDS0g8 “Ee creará un cohete, con botellas de plástico, cartón paja, tijeras, agua, un tapón de caucho, cinta y una bomba de cicla con aguja”</p>	Simulaciones de computador, experimentos convencionales.
M3	<p>“Experimento por grupo de 4 a 6 integrantes en el cuales se verterán 4 tipos de fluidos, los cuales serán agua con colorante, alcohol, miel y aceite los cuales serán vertidos en un recipiente transparente y se realizarán preguntas entorno a lo que se puede observar en el recipiente con los fluidos” “otro experimento en el cual se medirá la densidad de algunos líquidos utilizando una probeta, una balanza, un termómetro y hielo. Se tomarán algunas medidas y se</p>	Experimentos convencionales.

	determinará la densidad con la fórmula $\rho = \frac{m}{v}$ y ya conociendo el concepto de densidad RV: https://www.youtube.com/watch?v=d9D5csXovEM	
M4	Aplicación “Átomos” utilizando códigos QR	Realidad aumentada
M5	“Observar a algunos planetas en la app Átomos AR” “Experiencia del dron y de la esfera”	Realidad aumentada, experimentos convencionales.

Con el ánimo de identificar las diversas estrategias que utilizan los maestros en formación para acompañar la experimentación en física se realiza en detalle la descripción de los elementos utilizados y la forma mediante la cual se lleva a cabo durante la UEPS:

M1: Desarrolla durante la fase 3 de la UEPS el acercamiento práctico que comprende la experimentación respecto al fenómeno entropía, para esto hace uso de varios elementos sumamente relevantes para la presente investigación, entre ellos se encuentra el uso de un recurso en Realidad Virtual comprendido en la siguiente página

<https://www.with.in/experiences/all> que consta de presenciar películas o documentales en realidad virtual sobre entropía; también hace uso de simulaciones de computador que se encuentran en las siguientes páginas web

<https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/physics/heat-and-thermodynamics>;

<https://www.educaplus.org/games/termodinamica>

<https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=es>

<https://www.cienytec.com/edu2softwarefisicalaboratoriovirtual.htm>

y finalmente tiene en cuenta experimentos convencionales con la utilización de materiales cotidianos como el siguiente: “Calentar agua hasta punto de ebullición poner en un recipiente; tomar agua de la llave a temperatura ambiente en otro recipiente; con hielo

enfriar agua y ponerla en otro recipiente; agregar un cubo de alka seltzer a cada uno de los tres vasos; observar lo sucedido”.

Lo anterior permite deducir que la experiencia durante el trabajo práctico experimental respecto al tema entropía que desarrolla M1, está acompañado de diferentes estrategias que no sólo acuden a diferentes fuentes de información, sino también a la utilización de los sentidos para la construcción y apropiación de la experiencia significativa.

M2: Propone estrategias para llevar a cabo la experimentación durante el trabajo práctico de laboratorio como crear simulaciones en Geogebra para evidenciar el tiro parabólico en una situación de la vida real, la construcción y lanzamiento de un cohete y una simulación de Realidad virtual de carácter vídeo 360° (<https://youtu.be/0ZFwYDS0g8>) en donde un sujeto se tira de una avioneta en parapente (figura 12). Las tres experiencias son significativas porque gozan no sólo de diversidad, sino que también pretenden llevar al estudiante a presenciar diferentes escenarios cercanos a su cotidianidad.



Figura 12. Simulación RV 360°, M2: Caída libre

M3: Plantea estrategias experimentales para medir la densidad de los líquidos mediante experimentos que constan de fluidos con diferentes características, con la intención de establecer relaciones y diferencias en cuanto a las densidades. Por otro lado, también

plantea la experiencia por medio de una simulación de realidad virtual por medio de videos 360° (<https://www.youtube.com/watch?v=d9D5csXovEM>), la cual implica un viaje por el interior del cuerpo humano, en donde se pueden visualizar y detectar la viscosidad y densidad de diferentes líquidos como la sangre y los fluidos estomacales (Figura 13 y 14).

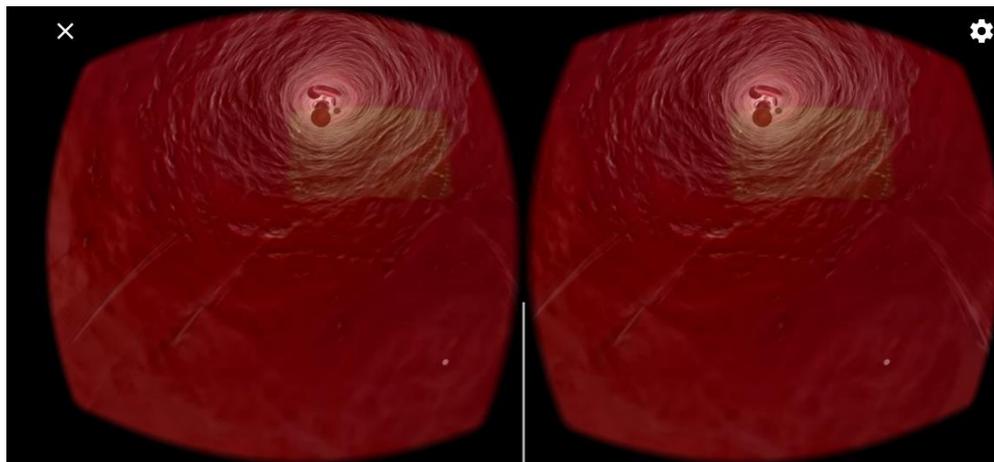


Figura 13. *Simulación RV 360°, M3: Viaje al interior del cuerpo humano*



Figura 14. *Simulación RV 360°, M3: Viaje al fondo del mar*

M4: Propone para la adquisición de experiencias sobre los cuerpos celestes, la utilización de una aplicación denominada “Átomos AR”, la cual corresponde a realidad aumentada y por medio del escaneo de códigos QR arroja imágenes en tercera dimensión

sobre los planetas y otros cuerpos celestes presentes en el sistema solar, diferenciándolos por sus colores característicos, tamaños y distancias respecto al sol (Figura 15).

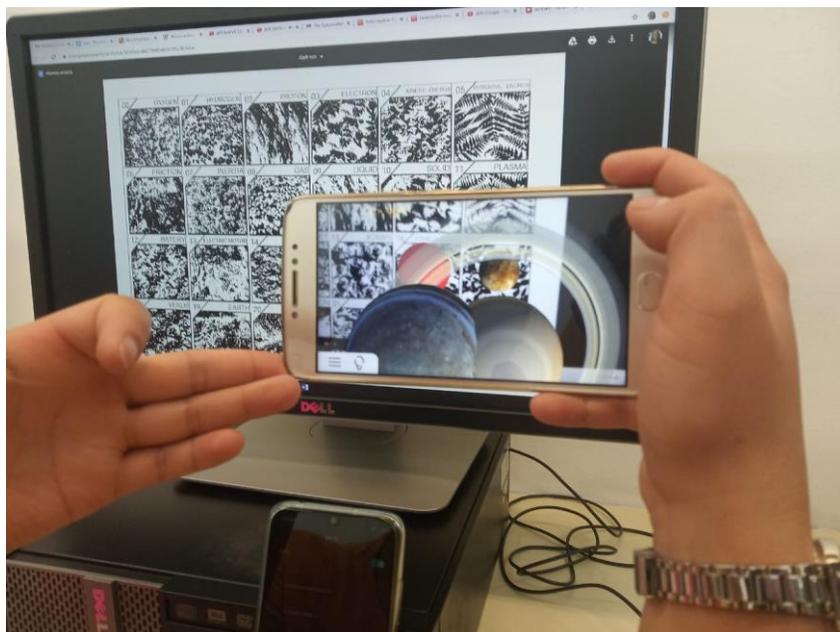


Figura 15. *Simulación RA, M4: Cuerpos celestes*

M5: Plantea la utilización de realidad aumentada para experimentar en el tema de atracción gravitacional, por medio de la aplicación “Átomos AR” que como se describió anteriormente arroja imágenes en tercera dimensión por medio del escaneo de códigos QR (Figura 15). También propone un experimento propio de un laboratorio denominado “Experiencia del dron y la esfera”, el cual consta de observar la levitación de un dron, aunque no es muy claro porque el maestro no especifica durante la UEPS la forma mediante la cual se lleva a cabo este experimento.

5.3.2 Diversidad de materiales y estrategias en la formación de maestros

A continuación, en la Tabla 15 se describen algunos materiales de enseñanza que plantean los maestros en formación durante la UEPS para acompañar el trabajo práctico de laboratorio en la construcción del aprendizaje significativo crítico.

Tabla 14. *Sobre el principio de la diversidad de materiales y estrategias en la formación de maestros.*

Participante (M)	Materiales utilizados durante la UEPS	Descripción de los materiales
M1	Artículos científicos	“Es un texto de profundización en las experiencias que cada uno ha vivido, ya que estas han sido permeadas directamente por el entorno social donde está inmerso; a causa de ésta, se pretende incitar a discurrir y juzgar acerca de todo lo relacionado con este fenómeno, que aunque no sabemos si lo que observamos es entropía, el texto nos mueve a pensarnos y darnos cuenta que está presente en nuestra cotidianidad”.
M2	Materiales de internet, textos, videos de YouTube	“Se les pregunta a los estudiantes qué entienden por tiro parabólico y qué conocen sobre este, para ir construyendo el concepto desde lo que saben”.
M3	Videos de YouTube	“Se reforzarán los conceptos de masa y volumen para tener un primer acercamiento al concepto de densidad, luego se realizará una pequeña explicación acerca de los fluidos y qué son”.
M5	Videos de YouTube, artículos, monografías, infografías.	“Analogía para la enseñanza y más que dar un aporte teórico, pretendo dejar algunas preguntas sobre el tema”.

En términos generales, los maestros en formación hacen referencia a la utilización de materiales como artículos científicos, videos de YouTube, monografías e infografías que son utilizados para acompañar la construcción teórica de cada uno de los temas expuestos. Durante la UEPS estos materiales pueden ser utilizados con diferentes grados de complejidad. También se hace interesante que los maestros logran dimensionar la evaluación durante la UEPS como una estrategia de enseñanza en la formación de maestros, en la medida en que traen a colación la evaluación formativa como un proceso que se debe realizar durante toda la secuencia didáctica y la evaluación sumativa como un proceso imprescindible para el sistema educativo pero no condicionada a ser el resultado último que indica si el estudiante aprendió o no, ya que las evidencias durante toda la UEPS

desarrollada se convierten en el producto que invita a reflexionar si los estudiantes realizaron procesos significativos durante el trabajo práctico de laboratorio.

5.3.3 Principio de la no centralización del libro de texto

A continuación, se describen algunas estrategias que se perciben en las UEPS desarrolladas por los maestros en formación que invitan a recurrir a otro tipo de instrumentos, elementos y herramientas o recursos didácticos diferentes al libro de texto como único poseedor de información.

Tabla 15. *Sobre el principio de la no centralización del libro de texto.*

Participante (M)	Materiales utilizados durante la UEPS	Estrategias utilizadas durante la UEPS
M1	“No recurrir a laboratorios tipo receta”	“Lo vivenciado en esta fase permite reconstruir el conocimiento por parte de los educandos del concepto de entropía, entendiéndolo y observando cómo esas ideas que vamos creando son fruto de lo que sentimos, de lo que hasta el momento conocemos y que tratamos de relacionar, puntos de vista que salen a flote, gracias al análisis grupal e individual, del mismo modo como lo han hecho todas las personas en la historia, a partir de experiencias, razonamientos, errores, aciertos y demás, han creado teorías, vivencias que a partir de lo sensorial despertaron interés y el anhelo constante de tratar de explicarlas”
M2	“Por un lado se puede mostrar la realidad virtual como parte de la teoría y ya por otro se muestra la realidad aumentada cómo es ese comportamiento y cómo funciona”	“Se enuncian diversas formas en las que puede ser visto este concepto en la vida real”
M3	“Hacer uso de pedagogías y didácticas que impliquen repensar los laboratorios”	“Realizar un mapa conceptual” “Comparando los mapas”
M5	“Tener presente que el laboratorio no es solo cuatro paredes, es todo lo que nos rodea, así que podemos utilizar muchos recursos”	“Tendría en cuenta el proceso de conceptualización de los muchachos, es decir, evaluaría el proceso desde el inicio hasta el final, teniendo en cuenta la participación,

Los hallazgos se presentan en la Tabla 16. Es preciso mencionar que fue muy relevante durante el proceso de construcción de la UEPS que los maestros en formación identificaran que el libro de texto no es el único medio que contiene información relevante. Se puede identificar que M3 hace alusión a la construcción y comparación de mapas conceptuales, y por supuesto también se traen a colación algunos de los materiales mencionados en la subcategoría 3.2 que también responden a la idea de comprender y reconocer la existencia de otras fuentes de información tan válidas como el libro de texto.

5.3.4 Principio de la no utilización de la pizarra

Se exponen a continuación hallazgos relevantes que dieron a conocer estrategias diferentes a la utilización de la pizarra como única herramienta durante la construcción de conocimiento.

Tabla 16. *Sobre el principio de la no utilización de la pizarra.*

Participante (M)	Materiales utilizados durante la UEPS	Estrategias utilizadas durante la UEPS
M1	“Utilizar debates y diálogos”	“Se trata pues, de que a partir de estas experiencias propias y de los lenguajes que utilizamos para contarlas, comunicarlas, inclusive a nosotros mismos, nos valgamos de ellas para reconstruir este conocimiento”
M2	“Exposiciones”	“Participación e interés que no necesariamente se tienen que ver ilustradas con el diálogo, sino que también pueden ser mostradas desde las acciones que mostraron el primer día que se tocó el tema, su contribución y disposición individual y grupal a la hora de hacer cada una de las actividades”
M3	“Debates”	
M4	“Exposiciones y diálogos”	“Discusión con los estudiantes, realizar un pequeño conversatorio acerca de qué fue lo que más llamó su atención en la actividad”

M5	“Exposiciones y diálogos”	“Generar espacios para el diálogo y debate sobre aspectos que se vinculan con el uso de la tecnología en los ambientes escolares, dada la contingencia actual y el proceso de aprendizaje y enseñanza con respecto a las (TE)”
----	---------------------------	--

Finalmente, para el análisis de esta subcategoría sintetizada en la tabla 17, se rescata que los maestros en formación no hacen alusión explícita al uso de la pizarra durante la UEPS como el instrumento que sirve para dar cuenta de las clases magistrales o de la construcción teórica de los conceptos. Por el contrario, M1 y M3 rescatan el uso de debates en donde los puntos de encuentro sean las experiencias propias y la utilización del lenguaje que corresponde al área de conocimiento como una evidencia explícita de la construcción de conocimiento; de la misma manera M2, M4 y M5 utilizan las exposiciones y los diálogos para establecer conversatorios en donde se expresen ideas que no sólo vinculen la experiencia con la tecnología, sino también la contribución que ha tenido el proceso de construcción de conocimiento durante toda la UEPS.

Sobre esta categoría se puede decir que ha sido posibilitadora para la descripción de estrategias que los maestros en formación utilizan no sólo respecto a los recursos de RV y RA, sino también a otro tipo de elementos que consideran trascendentales en el proceso de enseñanza durante el trabajo práctico de laboratorio en física. En ese sentido, la categoría brindó información relevante para suponer que la RV y RA son recursos sumamente valiosos para la experiencia del estudiante en tanto que involucra sus sentidos, emociones, sensaciones y vivencias en su contexto; y a la vez la categoría sirvió para dar a conocer otros recursos digitales que también aportan a la construcción del área de conocimiento durante la práctica experimental. De manera que las diversas estrategias y materiales en y

para la experimentación y formación de maestros son potenciales y deben ser incluidos en las prácticas experimentales atribuyéndoles significados.

5.4 Percepciones de los maestros en formación sobre el uso de las UEPS para el trabajo práctico de laboratorio.

Finalmente, para esta categoría se indagó mediante la entrevista individual semiestructurada (Anexo E y G) sobre la experiencia que tuvieron los maestros en formación en la construcción de UEPS para acompañar el trabajo práctico de laboratorio con el uso de RV y RA y las respuestas fueron las siguientes:

- Son de gran valor las UEPS ya que nos enseñan que el trabajo práctico de laboratorio no sólo es para experimentar, también para debatir, preguntar, contrastar, analizar, interpretar. Y que a partir de todos sus pasos se puede lograr un aprendizaje significativo (M1).
- Excelente, ya que ayuda como estrategia en los procesos de enseñanza-aprendizaje teniendo en cuenta que el estudiante está interactuando de manera más activa en estos procesos, ya que se sienten sumergidos en su mundo tecnológico (M2).
- Es un apoyo que se debería de enseñar en las licenciaturas relacionadas con la ciencia y la experimentación para poder hacer uso de esta herramienta en la escuela para que las prácticas de laboratorio sean más enriquecedoras para los estudiantes (M3).
- Me parece que las UEPS son muy buenas porque ayudan a identificar aspectos muy necesarios, que debemos tener en cuenta en el trabajo práctico de laboratorio, no es una receta, y el estudiante se puede acercar al fenómeno o al experimento durante todo el proceso de aprendizaje (M4).

A partir de estas expresiones se puede concluir que el proceso de construcción de las UEPS ha sido potencial, en la medida en que ha permitido generar discusiones, percepciones y reflexiones que permiten mirar el trabajo práctico de laboratorio desde una postura crítica y propositiva, en donde se resalte la necesidad de brindar a los estudiantes experiencias significativas, que aporten a la construcción del conocimiento y que este permita un aprendizaje significativo y crítico.

6 CONSIDERACIONES FINALES

A continuación, se presentan las conclusiones de este trabajo de investigación que tuvo por objetivo caracterizar los criterios y elementos relacionados con los principios de la TASC que consideran los maestros en formación al construir Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas para el trabajo práctico de laboratorio en física.

6.1 Conclusiones.

Inicialmente es preciso mencionar que la construcción por parte de maestros en formación de Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas como un recurso para desarrollar el trabajo práctico de laboratorio en física ha sido un gran aporte para este trabajo y para las reflexiones de enseñanza que de aquí surgen. De manera que, el análisis de cada uno de estos productos estuvo lleno de significados, en la medida en que se encontraban en sus letras e intencionalidades detalles específicos que dan cuenta del valor que los maestros en formación otorgan a las teorías de aprendizaje, especialmente a la Teoría de Aprendizaje Significativo Crítico.

Se identificaron en las UEPS elementos importantes que corresponden a las características de los principios conceptuales y epistemológicos de la TASC, en tanto que se dan a conocer las posturas que los maestros en formación tienen acerca de las relaciones entre el maestro y el estudiante, en donde se generan apreciaciones que resaltan el intercambio de conocimientos y la construcción de saberes entre pares, considerando estos dos sujetos como un equipo posibilitador del pensamiento crítico a partir de preguntas, experiencias y sentires durante la práctica.

Las UEPS se han constituido en una manera de involucrar al estudiante durante la práctica experimental en las diferentes formas de percibir, interpretar y describir el mundo

físico; por tanto, estas secuencias didácticas fundamentadas dan cuenta de la atribución de significados que adquiere el trabajo práctico de laboratorio para la construcción de conocimientos en física.

Por otra parte, se han podido utilizar las UEPS como un instrumento que permite involucrar las tecnologías y otros recursos y materiales didácticos durante el trabajo práctico de laboratorio; en particular la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada, son usadas como tecnologías que generan experiencias cotidianas a través de los sentidos en donde se puede evidenciar el fenómeno físico estudiado. Además, los maestros en formación mostraron interés en incluir y dotar de sentidos estas tecnologías y otros tipos de recursos y materiales significativos para acompañar la práctica experimental, posibilitar la participación activa del estudiante, el intercambio de significados y la diversidad de estrategias diferentes a el libro y la pizarra. Los maestros tuvieron también experiencias enriquecedoras con el uso de RV y RA que generaron inquietudes, dudas, y ganas de aprender más sobre las tecnologías emergentes y sus posibilidades en el trabajo práctico de laboratorio.

Por último, los maestros en formación otorgaron un gran valor a la construcción de UEPS no sólo para acompañar el trabajo práctico de laboratorio, sino para enriquecer cualquier tipo de proceso de enseñanza en donde se tenga la intencionalidad de construir con los estudiantes aprendizaje significativo crítico; reconocieron que las UEPS brindan la libertad para que el maestro juegue con situaciones problema, preguntas, recursos y materiales didácticos y diferentes formas de introducir el conocimiento en los diferentes momentos de la enseñanza; y participaron durante las reflexiones que acontecen a las prácticas experimentales, sus formas tradicionales de ser, los retos en la sociedad del

conocimiento y la necesidad de transformar estos espacios en momentos para la crítica, la reflexión, el error, la pregunta, el aprendizaje y el uso de tecnologías, en especial de tecnologías emergentes.

6.2 Recomendaciones y perspectivas para futuras investigaciones.

Con base en los resultados y el análisis anteriormente hecho, se considera pertinente resaltar la importancia de este ejercicio investigativo, puesto que sus aportes a la formación de maestros van en dirección a mejorar las prácticas experimentales de los licenciados en matemáticas y física, a identificar la diversidad de materiales y estrategias que se pueden utilizar durante el trabajo práctico de laboratorio, a reconocer este como un espacio de enseñanza y aprendizaje que requiere de atención, dedicación, reflexión crítica y propositiva y por supuesto de maestros apasionados.

Es por esto, que algunas de las recomendaciones en pro del mejoramiento de este tipo de propuestas para investigaciones que se puedan dar en un futuro, van encaminadas a profundizar en la creación por parte de maestros de entornos en realidad virtual que favorezcan las concepciones sobre los fenómenos físicos; también en dar lugar a la UEPS desde otros tipos de experiencias de enseñanza, implementarlas con los estudiantes y dotarlas de significados en la práctica del maestro. Se sugiere a la hora de diseñar las UEPS hacer más claridad sobre lo que significa proponer situaciones problema de complejidad ascendente.

Como perspectivas futuras de investigación se podrían considerar las Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas para enriquecer la relación entre la matemática y la física con el uso de otro tipo de tecnologías emergentes como por ejemplo las impresoras

3D en el diseño de prototipados. Algunas preguntas de investigación que pueden dar lugar a lo anterior son:

- ¿Cuáles son los principios de la TASC que ponen en juego los maestros en formación al construir UEPS para enriquecer la relación entre la matemática y la física?

7 BIBLIOGRAFÍA

- Adell, J y Castañeda, L. (2012). Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes? Tendencias emergentes con TIC. Barcelona: Asociación espiral, educación y tecnología. 13-32
- Alís, J. C, Gil-Pérez, D, Peña, A. V, y Valdez, P. (2006). Papel de la actividad científica experimental en la educación científica. Cuaderno Brasileiro de Ensino de Física, 23(2), 157-181
- Almenara, J. C. (2010). Los retos de la integración de las TICs en los procesos educativos. Límites y posibilidades. Perspectiva Educacional, formación de profesores, 49(1), 32-61.
- Álzate, T., y Sierra, J. (2000). El diario de campo: Instrumento en el trabajo educativo. Gaceta didáctica, 3, 11-13.
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. Fascículos de CEIF, 1, 1-10.
- Aznar-Díaz. I., Romero-Rodríguez, J.M., y Rodríguez-García, A.M. (2018). La tecnología móvil de Realidad Virtual en educación: una revisión del estado de la literatura científica en España. . EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC, 7(1), 256-274.
- Bautista, C. (2011). Proceso de la investigación cualitativa: Epistemología, metodología y aplicaciones. Manual Moderno.
- Becker, S. A., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall, C. G., y Ananthanarayanan, V. (2017). NMC horizon report: 2017 higher education edition, The New Media Consortium. 1-60.
- Belmonte, J. L., Sánchez, S. P., Cevallos, M. B. M., y Meneses, E. L. (2019). Competencia digital de futuros docentes para efectuar un proceso de enseñanza y aprendizaje mediante realidad virtual. Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa, (67), 1-15.
- Betancur, H. M. R. (2008). La importancia de las políticas públicas de formación en investigación de niños, niñas y jóvenes en Colombia, para el desarrollo social. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, 6(2), 885-906.
- Bonilla-Castro, E., y Sehk, P. R. (2005). Más allá del dilema de los métodos: la investigación en ciencias sociales. Editorial Norma.
- Caamaño, A. (2002). ¿Cómo transformar los trabajos prácticos tradicionales en trabajos prácticos investigativos? Aula de innovación educativa, 113, 21-26.

- Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿Una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Alambique*, 39(8), 19.
- Caamaño, A., Carrascosa, J., y Oñorbe, A. (1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. *Aula de innovación educativa*, 9, 61-68.
- Caamaño, Aureli. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. *Enseñar ciencias*. 95-118.
- Cabero Almenara, J., y Barroso Osuna, J. M. (2016). Posibilidades educativas de la Realidad Aumentada. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 5 (1), 46-52.
- Cadavieco, J. F., Sevillano, M. Á. P., y Amador, M. F. M. F. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Pixel-Bit. Revista de medios y educación*, (41), 197-210.
- Coll, C. y Martí, E. (2001). La educación escolar ante las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. En C. Coll, J. Palacios & A. Marchesi (Comps.), *Desarrollo psicológico y educación. 2. Psicología de la educación escolar* (pp. 623-655). Madrid: Alianza.
- Coll, C. (2008). Aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades. *Boletín de la institución libre de enseñanza*, 72(1), 7-40.
- Concari, S. B. (2014). Tecnologías emergentes ¿cuáles usamos? *Latin American Journal of Physics Education*, 8(3), 494-503.
- De Budapest, D. (2004). Conferencia Mundial sobre la ciencia para el siglo XXI: un nuevo compromiso. Material en soporte digital.
- Díaz, J. E. M. (2017). Tecnologías emergentes, reto para la educación superior colombiana. *Ingeniare*, (23), 35-57.
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42.
- Domínguez, C. E. M. I. Creswell, John W. (1994). *Diseño de investigación. Aproximaciones cualitativas y cuantitativas*. Sage. Capítulo 9: “El procedimiento cualitativo”, pp. 143-171.
- Fernández, M., y Rodríguez, S. D. (2019). Análisis sobre la implantación de las nuevas tecnologías en la educación secundaria: un enfoque hacia la realidad aumentada y realidad virtual. In *Educación y transformación social y cultural* (pp. 327-342). Universitas Editorial.

- Fontana, A. y Frey, J. (2015). La entrevista. De una posición neutral al compromiso político. En Denzin, N. y Lincoln, Y. (comps.), *Métodos de recolección y análisis de datos. Manual de investigación cualitativa*. vol. IV, pp. 140-202. Buenos Aires, Gedisa.
- García, Y., González, D. S. R., y Oviedo, F. B. (2017). Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI. *Diálogos educativos*, (33), 35-46
- González Eduardo, M. (1992). ¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos? *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 206-211.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*.
- Hodson, D. (1985). *Phylosophy of science, science and science education*. *Studies in science education*, 12, 15-27.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(3), 299-313.
- Jaime, E. A., y Escudero, C. (2011). El trabajo experimental como posible generador de conocimiento en enseñanza de la física. *Enseñanza de las ciencias*, 29(3), 0371-380.
- Johnson, L., Adams, S., y Cummins, M. (2011). *Technology outlook for New Zealand tertiary education 2011-2016: An NMC horizon report regional analysis*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- López, S., Veit, E. A., & Araujo, I. S. (2014). La formulación de preguntas en el aula de clase: una evidencia de aprendizaje significativo crítico. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(1), 117-132.
- Maiztegui, A. (2002). Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada. *Revista Iberoamericana de Educación*, 28, 129-155.
- Mantilla, S. M. M., & García, P. M. (2014). Hacia una convergencia entre las tecnologías emergentes y las pedagogías emergentes. *Revista de investigaciones UNAD*, 13(2), 79-93.
- Marchesi, Á. (2009). Las Metas Educativas 2021. Un proyecto iberoamericano para transformar la educación en la década de los bicentenarios. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, 4(12), 87-157.
- Martínez, F. J. P. (2011). Presente y Futuro de la Tecnología de la Realidad Virtual. *Creatividad y sociedad*, (16).
- Martínez, N. y Salgado, F. A. (2011). Valoración de los modelos más usados en la

- enseñanza de las ciencias basados en la analogía «el alumno como científico». enseñanza de las ciencias, 29(1), 0035-45.
- Masini, E.A.S. y Moreira, M.A. (2008) Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. São Paulo: Vetor Editora. 295p.
- Morales, E. Á., Bellezza, A., y Caggiano, V. (2016). Realidad aumentada: innovación en educación. Didasc@ lia: Didáctica y Educación, 7(1), 195-212.
- Moreira, M.A. (1999). Aprendizagem significativa. Brasília: Editora da UnB. 129p.
- Moreira, M.A. (2000). Aprendizaje significativo: teoría y práctica. Madrid: Visor. 100p.
- Moreira, M.A. (2005). Aprendizaje significativo crítico. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. 47p.
- Moreira, M.A. (2006). A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. Brasília: Editora da UnB. 185p.
- Moreira, M. A. (2011). UNIDADES DE ENSEÑANZA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS-UEPS (Potentially Meaningful Teaching Units–PMTU).
- Moreira, M.A. (2011). Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria da Física. 179p.
- Moreira, M.A. e Masini, E.A.S. (1982). Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel. São Paulo: Editora Moraes. 112p.
- Moreira, M.A. e Masini, E.A.S. (2006). Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel. São Paulo: Centauro. 2ª edição 111p.
- Ocete, G. V., Carrillo, J. A. O., y González, M. Á. B. (2003). La realidad virtual y sus posibilidades didácticas. Etic@ net, (2), 12.
- Perez, J. L., y Segura, A. (2010). Discusión acerca de la utilidad e importancia de los laboratorios de física en la enseñanza actual. Gondola: Enseñanza Aprendizaje de las Ciencias, 5(1), 43.
- Postman, P. N., y Weingartner, C. (1969). Teaching as a subversive activity. Delta.
- Prendes Espinosa, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación, 46, 187-203
- Ríos, S. Y. L. (2014). El aprendizaje significativo crítico. Cuadernos de pedagogía, (448), 58-59.
- Palmero, M. L. (2004). La teoría del aprendizaje significativo. La teoría del aprendizaje significativo, 1000-1039.

- Saavedra, C. E. (2018). La formación de maestros en el marco de apuestas tecnológicas emergentes. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (53), 2-17.
- Becker, Brown, Dahlstrom, Davis y otros. (2018). *NMC Horizon Report: Higher Education Edition*. Louisville, CO: EDUCAUSE.
- Samper, J. D. Z. (2013). El maestro y los desafíos a la educación en el siglo XXI. *REDIPE VIRTUAL* 825, Julio de 2013 ISSN 2256-1536, 1-17.
- Sandoval Casilimas, C. A. (1996). *Investigación cualitativa*.
- Santos, G., Bouciguez, M. J., Miranda, A., Cenich, G., Barbieri, S., & Abásolo Guerrero, M. J. (2014). Desafíos de las tecnologías emergentes y la alfabetización digital. In *XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.
- Sanz, C. V., Gibelli, T. I., Lovos, E., Suárez, P., Saldivia, Á., Condo, S., y Cuevas, V. (2018). Realidad aumentada y otras tecnologías emergentes en procesos de enseñanza y aprendizaje: aproximaciones metodológicas al diseño y evaluación de propuestas didácticas. In *XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2018, Universidad Nacional del Nordeste)*.
- Servicio Nacional de Aprendizaje (2015). *Tecno Academia*. En Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Recuperado de <http://www.sena.edu.co/es-co/formacion/Paginas/tecnoacademia.aspx>
- Tamayo, J. L. R., y Barrio, M. G. (2016). Realidad virtual (HMD) e Interacción desde la perspectiva de la construcción narrativa y la comunicación: propuesta taxonómica. *Icono14*, 14(2), 12.
- Taylor, S. J., y Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación* (Vol. 1). Barcelona: Paidós.
- Tonon, G. (2009). *Reflexiones latinoamericanas sobre investigación cualitativa*. Universidad Nacional de La Matanza-Prometeo. Buenos Aires.
- Veletsianos, G. (2010). A definition of emerging technologies for education. En Veletsianos, G.(ed.) *Emerging technologies in distance education* (pp. 3-22). Athabasca, CA: Athabasca University Press.

ANEXOS

Anexo A: *Consentimiento informado*

PROTOCOLO DE COMPROMISO ÉTICO Y ACEPTACIÓN DE LOS Y LAS PARTICIPANTES EN LA INVESTIGACIÓN

Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas para la implementación de la Realidad Virtual y Aumentada en el trabajo práctico de laboratorio en física.

Investigadora: Manuela Mesa Flórez

La presente investigación tiene como propósito la formación y acompañamiento a los maestros en formación de la Licenciatura en Matemáticas y Física de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia en el proceso de creación de Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas utilizando Realidad Virtual y Realidad Aumentada en el trabajo práctico de laboratorio en física. En este sentido, la participación en la intervención tiene como beneficios para los maestros en formación de la Facultad de Educación, entre otras cosas, conocer tecnologías emergentes innovadoras para la práctica docente, aprender estrategias de enseñanza para potenciar el aprendizaje significativo crítico y reflexionar sobre el trabajo práctico de laboratorio; lo cual cumple con los requerimientos del Ministerio de Educación Nacional en cuanto a los componentes que deben ser desarrollados durante la formación inicial de los maestros.

El desarrollo de la investigación está contemplado durante el semestre 2020-1. La recolección de información dentro de la investigación requiere procedimientos propios de la metodología de investigación cualitativa, tales como la observación participante, la entrevista semiestructurada, el registro audiovisual (grabación de audios y fotografías) y el desarrollo de actividades propuestas para la intervención. Se espera que los participantes se

comprometan voluntariamente a aportar información verídica y pertinente para el desarrollo de la investigación.

Confidencialidad: entendemos como imperativo y deber, hacer uso adecuado y discrecional de la información recolectada en el marco de esta investigación, con el único fin de lograr los objetivos del estudio en cuestión. El uso discrecional y adecuado de la información recogida y de su análisis, implica que la misma sólo será utilizada para los propósitos enunciados en el marco de este trabajo investigativo; que se evitará la alusión a nombres propios y se valorarán con respeto y responsabilidad los aportes de cada uno de los participantes. Los análisis y resultados serán dados a conocer en primera instancia a los participantes. Desde esta perspectiva, la persona que firma este documento autoriza a los investigadores para que las fuentes de información como escritos, entrevistas, observaciones, fotos, grabaciones en audio y video, etc.; se constituyan en datos para dicha investigación, y puedan ser publicados en el informe final de investigación, así como en otros medios de divulgación propios de eventos académicos, publicación en revistas, entre otros. Gracias por su colaboración.

Aceptación de la participación:

Después de haber leído y comprendido completamente la información suministrada en este documento, y de que la investigadora ha resuelto mis inquietudes, voluntariamente doy mi consentimiento para participar de forma libre y autónoma en la investigación “el uso de sistemas de adquisición de datos en la enseñanza de la física: una apuesta por resignificar la actividad experimental y democratizar el conocimiento”.

FIRMA DEL PARTICIPANTE

FECHA

Anexo B: *El mundo de las ideas*

Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas para la implementación de la Realidad virtual y aumentada en el trabajo práctico de laboratorio en física. Manuela Mesa Flórez		 UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA Facultad de Educación
Sesión:	Anexo:	Actividad:
1	1	Reflexiones sobre el trabajo práctico de laboratorio.
Materiales:	Tiempo de realización:	
Documentos, herramientas Computacionales, hoja de trabajo.	20 minutos.	
Nombre estudiante:		
Actividad 1: El mundo de las ideas.		
En acuerdo con la exposición sobre la concepción de trabajo práctico de laboratorio para Caamaño, realiza un esquema en donde relaciones los siguientes elementos:		
<ul style="list-style-type: none"> Experiencia, experimento, ejercicio práctico, ejercicio investigativo. (Incluya definiciones, reflexiones, posturas, posibilidades de cambio, experiencias personales, entre otras).		

Anexo C: *Aula Socrática*

Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas para la implementación de la Realidad virtual y aumentada en el trabajo práctico de laboratorio en física. Manuela Mesa Flórez		 UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA Facultad de Educación
Sesión:	Anexo:	Actividad:
1	2	UEPS para el trabajo práctico de laboratorio.
Materiales:	Tiempo de realización:	

Documentos, herramientas Computacionales, hoja de trabajo.	40 minutos	
Nombre estudiante:		
Actividad 2: Aula Socrática		
<p>1- Realizar la lectura de la Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa “Propuesta de UEPS para enseñar el modelo estándar de la física de partículas” (Anexo 2.1)</p> <p>2- Identifica las fases de la UEPS propuestas por Moreira (2011)</p> <p>Debate y discusión en torno a la pregunta: ¿Por qué la UEPS podría ser potencial para el trabajo práctico de laboratorio?</p>		



Anexo D: *Guía para la construcción de UEPS en casa.*

UNIDAD DE ENSEÑANZA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA- UEPS

Nombre de la UEPS

Apellido 1, Apellido 2, Nombres, Correo electrónico

Programa académico, Universidad

Ciudad, País, Año.

Objetivo:

Población:

Tema de física:

Duración en horas:

Secuencia didáctica

Fase 1: (Definir el tema específico: ¿por qué ese tema? ¿por qué experimentar sobre ese tema? ¿cuáles serían las dificultades en la experimentación tradicional sobre ese tema?)

Fase 2: (Situaciones problema nivel 1: Proponer situaciones problema que permitan identificar lo que el estudiante sabe, realizar preguntas orientadoras hacia el tema que se enseñará, proponer actividades iniciales como mapas mentales, cuestionarios, entre otros)

Fase 3: (Situaciones problema nivel 2: Proponer situaciones problema que se puedan conectar con las simulaciones de realidad virtual o realidad aumentada, describir por qué o cuál es la finalidad de utilizar esa simulación)

Fase 4: (Presentar el conocimiento a enseñar: Describir de qué manera presentarías el aporte teórico del tema a los estudiantes)

Fase 5: (Preparar al estudiante para la fase experimental: Describir de qué manera presentarías la conexión entre lo teórico y lo práctico sobre el tema en cuestión. Describir el trabajo práctico de laboratorio en ambiente convencional o no convencional)

Fase 6: (Presentación final del tema: Describir la forma en que se concluiría el tema, cuáles reflexiones propones a los estudiantes, preguntas finales, evaluaciones, discusiones, entre otros)

Fase 7: (Evaluación del aprendizaje: Describir cómo evaluarías los procesos de los estudiantes, desde la evaluación formativa, es decir, durante toda la secuencia y desde la evaluación sumativa, al final de la secuencia)

Recursos utilizados: (Link de los recursos computacionales utilizados)

Anexo E: *Entrevista semiestructurada 1*

<p>Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas para la implementación de la Realidad virtual y aumentada en el trabajo práctico de laboratorio en física. Manuela Mesa Flórez</p>	
<p>Entrevista semiestructurada:</p>	
<p>¿Cuál ha sido su experiencia con la creación de UEPS para el trabajo práctico de laboratorio?</p> <p>¿Cuál ha sido su experiencia con el uso de la RV o RA? (fortalezas y debilidades)</p> <p>¿Cuáles tecnologías utilizaría para acompañar la experimentación en el trabajo práctico de laboratorio de física? ¿por qué?</p> <p>¿Qué diferencias encuentra entre las actividades realizadas (UEPS con RV y RA para el trabajo práctico de laboratorio) y sus experiencias anteriores?</p> <p>¿Cómo valora su proceso de formación como maestro a través de la propuesta?</p> <p>¿Cuál es su percepción sobre el trabajo práctico de laboratorio?</p> <p>¿Qué otras estrategias utilizarías para favorecer el trabajo práctico de laboratorio?</p>	

Anexo F: Muro de orientación

https://padlet.com/manuela_mesaf/13a315gcue0x

Anexo G: *Entrevista semiestructurada 2*

- ¿Por qué crees que se vincula el conocimiento previo (lo que el estudiante ya sabe) durante la UEPS?

- ¿Cómo interpretas la presencia del error (que el estudiante se equivoque) durante el trabajo práctico de laboratorio?
- ¿Cuál es el valor de las situaciones problema para apoyar el trabajo práctico de laboratorio?

Anexo H. *UEPS desarrollada por M1*

UNIDAD DE ENSEÑANZA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA- UEPS

UEPS para la enseñanza de la Entropía de forma no convencional.

M1

Licenciatura en Matemáticas y Física, Universidad de Antioquia

Medellín, Colombia, 2020.

Objetivo: Identificar las fallas de los estudiantes frente al tema de física a tratar, con el fin de utilizar nuevas metodologías donde se sientan más identificados dentro de los que la enseñanza virtual y la no convencional.

Población: Estudiantes de últimos grados de bachillerato

Tema de física: Entropía

Duración en horas: 6 horas

Secuencia didáctica

Fase 1: (Definir el tema específico: ¿por qué ese tema? ¿por qué experimentar sobre ese tema? ¿cuáles serían las dificultades en la experimentación tradicional sobre ese tema?)

A causa de mi trasegar tanto en el colegio como en la formación docente en la Licenciatura en Matemáticas y Física (Universidad de Antioquia), desde una perspectiva

tanto educativa como cultural, social y pedagógica, me planteó un interrogante que ha sido problematizado por muchos críticos de la enseñanza, en un caso específico en las ciencias naturales-física, se trata de la enseñanza de los conceptos de una manera intangible y la no conjunción de varias disciplinas (interdisciplinariedad); además se abordan los conceptos a través de una interpretación meramente matemático y no se tiene en cuenta el entorno social de los inmersos de manera directa en el proceso aprendizaje-enseñanza, los estudiantes, se explican fenómenos desvinculados de la naturaleza e interpretados sólo a partir de fórmulas, quedando en meras abstracciones y reduciéndose en gran medida a procesos inductivos basados en experimentación mental por parte de los educandos, es decir, estos deben imaginar los fenómenos, o a partir de uno explicado, deducir todos los otros, matematizando los sucesos y dejando de lado la realidad empírica.

En este sentido, puedo decir que nos están enseñando a resolver problemas de manera mecánica, lo cual ocasiona que los alumnos no interioricemos conceptos, no comprendamos con claridad, sin potenciar las habilidades tanto los razonamientos como de creatividad y resiliencia, además de que estos los podemos aplicar en nuestro diario vivir. Por ello un tema como el que nos compete en este escrito, la entropía, en muchas ocasiones no es profundizado ni enseñado a cabalidad, hasta tal punto que un alumno después de haber pasado por un curso de termodinámica en la Universidad no queda claro, ahora qué se puede decir de un alumno de bachillerato, al cual le alcanzan a enseñar mera teoría del movimiento a partir de la realización de experimentos y ejercicios, dejando de lado otras temáticas de la física, concernientes a nuestro entorno, inclusive en nuestro interior.

Teniendo en cuenta lo anterior, me surge la siguiente inquietud **¿Por qué enseñar la entropía desde enfoques tanto externos (entorno) como internos (a sí mismo)?**, ésta será la base sobre la cual estará edificada esta Secuencia Didáctica, es fruto de mi trasegar como estudiante tanto de Universidad como Colegio, ya que he evidenciado que a pesar de que pasa el tiempo y los avances en la física siguen evolucionando, la educación no da cuenta de dicha transformación de la sociedad, sino que se queda estancada en el modelo tradicional, basado en clases tradicionales, donde el alumno y los contenidos están aislados de la sociedad, se rigen entonces, por la mera teoría y las abstracciones, por parte de los estudiantes, de cada concepto abordado en el aula.

Fase 2: (Situaciones problema nivel 1: Proponer situaciones problema que permitan identificar lo que el estudiante sabe, realizar preguntas orientadoras hacia el tema que se enseñará, proponer actividades iniciales como mapas mentales, cuestionarios, entre otros)

En este primer momento rescatare el análisis de las ideas previas de los estudiantes mediante un test, este será enviado previamente a la sesión por formulario google, donde se presentan preguntas que den cuenta de lo que saben acerca del tema, debido a que lo han visto. Esta idea del primer momento parte con la necesidad de que los educandos plasmen o reorganicen sus experiencias vividas relacionadas con el tema, que den evidencia de aquellas aproximaciones que han tenido con éste, sucesos que están inmersos en su diario vivir pero que no analizamos o muy pocos lo hacemos; se trata pues, de que a partir de estas experiencias propias y de los lenguajes que utilizamos para contarlas, comunicarlas, inclusive a nosotros mismos, nos valgamos de ellas para reconstruir este conocimiento.

Este cuestionario inicial, se encuentra en la siguiente página:
<https://forms.gle/mfK8RduUKVpFzBi16>

Fase 3: (Situaciones problema nivel 2: Proponer situaciones problema que se puedan conectar con las simulaciones de realidad virtual o realidad aumentada, describir por qué o cuál es la finalidad de utilizar esa simulación).

La idea es que los estudiantes se puedan enfrentar a situaciones que conducen a lo virtual por medio de simulaciones que permitan reforzar los temas a tratar; en este sentido, tomo 4 fuentes en las cuales los alumnos deben hacerse cargo de ellas y empezar a resolver problemas que tengan a su alcance. Es de resaltar que la idea es que la relación entre el educando y el simulador genere muchas dudas acerca del concepto, para que así puedan generar más discusiones en el aula y además puedan vivenciar y tratar de solucionar dichas inquietudes mediante las prácticas experimentales presenciales y de allí puedan obtener resultados que para ellos sean concisos o no.

Los simuladores son:

RV: <https://www.with.in/experiences/all>

<https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/physics/heat-and-thermodynamics>
<https://www.educaplus.org/games/termodinamica>

<https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=es>

https://www.cienytec.com/edu2_software_fisica_laboratorio_virtual.htm

Fase 4: (Presentar el conocimiento a enseñar: Describir de qué manera presentarías el aporte teórico del tema a los estudiantes)

Se trata de una actividad de contextualización, ambientación e introducción en la temática a través de un texto, el cual servirá de ayuda para que los estudiantes comprendan un poco más del tema, reafirmen o refuten lo que saben, mediante el análisis, la investigación y la discusión con los demás participantes del seminario. Es un taller de profundización en las experiencias que cada uno ha vivido, ya que estas han sido permeadas directamente por el entorno social donde está inmerso; a causa de ésta, se pretende incitar a discurrir y juzgar acerca de todo lo relacionado con este fenómeno, que aunque no sabemos si lo que observamos es entropía, el texto nos mueve a pensarnos y darnos cuenta que está presente en nuestra cotidianidad. Posterior a esto, se realiza un debate donde van a plasmar lo que piensan desde su entorno y si es posible como se encontraría en ellos mismos este fenómeno. El texto se encuentra en el siguiente enlace: <http://lambdasigmaetapi.blogspot.com/2009/12/la-entropia-y-la-generacion-de-entropia.html>

Fase 5: (Preparar al estudiante para la fase experimental: Describir de qué manera presentarías la conexión entre lo teórico y lo práctico sobre el tema en cuestión. Describir el trabajo práctico de laboratorio en ambiente convencional o no convencional)

En esta fase de la Unidad didáctica, se llevarán a cabo prácticas experimentales donde incite a los alumnos a mostrar la capacidad de innovación, resiliencia y comunicación asertiva entre ellos, con la idea principal de construir el concepto tanto de forma individual como grupal, a partir de la interacción con los materiales que pondré en escena, los cuales permitirán que coaccionen entre sí todos los sentidos de los participantes; la idea no solo es utilizar la lectura ni teoría, sino analizar las relaciones que evidenciaron con los objetos, cómo cobrará relevancia todo lo que sienten, asociándolo con lo que quieren plasmar y con las experiencias vividas anterior a la unidad didáctica o las ideas que fueron surgiendo en el transcurso de ésta.

En este orden de ideas, lo vivenciado en esta fase permite reconstruir el conocimiento por parte de los educandos del concepto de entropía, entendiéndolo y observando cómo esas ideas que vamos creando son fruto de lo que sentimos, de lo que hasta el momento conocemos y que tratamos de relacionar, puntos de vista que salen a flote, gracias al análisis grupal e individual, del mismo modo como lo han hecho todas las personas en la historia, a partir de experiencias, razonamientos, errores, aciertos y demás, han creado teorías, vivencias que a partir de lo sensorial despertaron interés y el anhelo constante de tratar de explicarlas.

Experimento 1.

- Calentar agua hasta punto de ebullición poner en un recipiente.
- Tomar agua de la llave a temperatura ambiente en otro recipiente.
- Con hielo enfriar agua y ponerla en otro recipiente.
- Agregar un cubo de alka seltzer a cada uno de los tres vasos.

Observar lo sucedido.

Experimento 2.

- Calentar agua y ponerla en un recipiente.
- Tomar agua a temperatura ambiente y ponerla en otro recipiente.
- Agregar una gota de tinta a cada sistema.

Experimento 3.

- Tomar un plato de porcelana y adherirle una vela en el centro del plato
- Agregar al plato cantidad suficiente de agua con una gota de tinta.
- Encender la vela, y con un vaso de vidrio taparla.

Observar lo sucedido.

Experimento 4.

- Tomar dos bombas, una de ellas llenarla con aire y la otra con agua, exponerlas a una llama de vela, observar lo sucedido.

Fase 6: (Presentación final del tema: Describir la forma en que se concluiría el tema, cuáles reflexiones propones a los estudiantes, preguntas finales, evaluaciones, discusiones, entre otros)

Experimento 1: Responda: ¿Desde la entropía y la segunda ley de la termodinámica explique qué sucede?

Experimento 2: Responda: ¿Explique claramente lo que sucede?

Experimento 3: Dar una explicación teniendo en cuenta la segunda ley de la termodinámica.

Experimento 4: Explique desde la termodinámica y la entropía.

Además del análisis particular de cada uno de los experimentos, se les presenta a los educandos las siguientes inquietudes, a través de las cuales haré un análisis más detallado, a) ¿Si para ellos la idea de entropía coincide con lo que están observando o no? b) ¿Si la concepción que tenían sigue igual o cambia y esto referente al tema trabajado? c) Si dispusieran de los materiales que fueran ¿Qué otro experimento propondrían para a través de la práctica los educandos construyeran el conocimiento del concepto de entropía?

Claro está, que dentro de los debates, que surgen a lo largo de la implementación de la unidad didáctica, se irán resolviendo dudas las cuales se pueden resolver o no mediante los ejercicios de experimentación, teniendo presente que una comprensión y construcción del conocimiento de esta temática depende de la participación activa y eficiencia por parte de los educandos, al afrontar cada una de las problemáticas que surjan a lo largo del proceso.

Fase 7: (Evaluación del aprendizaje: Describir cómo evaluarías los procesos de los estudiantes, desde la evaluación formativa, es decir, durante toda la secuencia y desde la evaluación sumativa, al final de la secuencia)

Para esta última fase es necesario tener presente todo el proceso del estudiante,

El análisis evaluativo, estará centrado en el proceso tanto grupal como individual de los estudiantes, tendré presente desde aspectos actitudinales hasta el manejo y evolución presentada desde el test inicial hasta la evaluación final, factores que serán determinantes son:

- Disposición para realizar cada una de las actividades
- Respeto por los puntos de vista
- Participación activa
- Coherencia en la exposición de las ideas finales acerca del concepto
- Innovación
- Manejo de los conceptos
- Cuestionario final

Cabe resaltar, que previa a esta evaluación final, se realizará un diálogo con los participantes haciendo una comparación de las ideas previas a la unidad y las posteriores a ella, además, se aclaran dudas durante toda la unidad y se establecerá una comunicación multidireccional para que tanto los participantes como el docente, en este caso yo, generando así un ambiente de confianza para que puedan aprender y enseñar unos a otros, constantemente.

Además de lo anterior, la evaluación, aunque al final tendrá una nota, estará basada en observaciones y aspectos cualitativos, fruto del proceso de cada grupo y, si es necesario, de participantes en particular.

Recursos utilizados:

Realidad virtual: <https://www.with.in/experiences/all>

<https://forms.gle/mfK8RduUKVpFzBi16>

<https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/physics/heat-and-thermodynamics>

<https://www.educaplus.org/games/termodinamica>

<https://www.vacak.cz/physicsanimations.php?l=es>

https://www.cienytec.com/edu2_software_fisica_laboratorio_virtual.htm

<http://lambdasigmaetapi.blogspot.com/2009/12/la-entropia-y-la-generacion-de-entropia.html>

Anexo I. *UEPS desarrollada por M5*

UNIDAD DE ENSEÑANZA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA- UEPS

Atracción Gravitacional

M5

Licenciatura en Matemáticas y Física, Universidad de Antioquia

Medellín, Colombia, 2020.

Objetivo: acercar a los estudiantes del grado 10° a una visualización en 3D de los cuerpos que orbitan alrededor del sol y desde dicha observación motivar la solución del problema que tiene que ver con la forma en que orbitan los planetas en el sistema solar.

Población: Grado 10°

Tema de física: Atracción gravitacional

Duración en horas: 10 horas.

Secuencia didáctica

Fase 1:

Atracción gravitacional. Se ha elegido este tema, ya que la atracción entre cuerpos por acción de la gravedad es un tema interesante, que puede captar la atención de los estudiantes, pues no es tan simple entender, por ejemplo, que un cuerpo tan masivo como la tierra se mantenga en órbita alrededor del sol. Más que experimentar sobre el tema, la idea de usar la app Átomos AR es aproximar a los estudiantes a una visualización en 3D de los cuerpos que orbitan alrededor del sol y desde dicha observación poder vincular la temática elegida.

¿Cuáles serían las dificultades en la experimentación tradicional sobre ese tema?

Como se ha mencionado, la visualización de los planetas de nuestro sistema solar se usará como elemento e instrumento para provocar la curiosidad e interés en los estudiantes. La idea de trabajar con la atracción gravitacional entre cuerpos es lograr un acercamiento a la

conceptualización de la fuerza de gravedad, en la que están inmersos conceptos como masa y fuerza. No es fácil mostrar cómo es que se comporta el sistema solar, principalmente porque para mí es un problema que no me he resuelto, aunque también reconozco la dificultad para presentar en forma experimental la fuerza gravitatoria (es una fuerza débil, no perceptible para los humanos, quizás con artefactos). Recorro a experimentos que permitan algún tipo de relación o analogía para obtener algún tipo de acercamiento conceptual y experimental.

Fase 2: Situaciones problema nivel 1.

Situación Problema: Vamos a pensar en nuestro sistema solar, en la forma cómo orbitan los planetas alrededor del sol. Sabemos que estos cuerpos rodean al sol y que se mueven con una velocidad determinada con un período determinado. ¿Qué mantiene a estos cuerpos rodeando un cuerpo como el sol?, ¿Qué crees que influye en los planetas para que estos se mantengan alrededor de este?.

A través de un mapa conceptual, explica desde lo que conozcas o imagines, qué es lo que está influyendo en dichos cuerpos para que estos orbiten y no salgan despedidos por el espacio.

Fase 3: Situaciones problema nivel 2.

Situación problema: Para conectar la actividad que hemos realizado con anterioridad vamos a observar a algunos planetas en la app Átomos AR. Pensemos que si bien son de tamaños variables hay algo que comparten y es que poseen una masa o material del cual se componen. ¿Qué otras características poseen estos cuerpos?

La intención de articular la visualización de los planetas en 3D con esta secuencia, es motivar e incentivar la reflexión sobre objetos de tan grandes dimensiones. Es importante que el estudiante no sólo imagine, sino que proyecte eso que le suscita la observación de los cuerpos en la App para la solución del problema, que es precisamente una explicación para la forma en que estos interactúan, en donde pueden surgir explicaciones que no necesariamente son correctas.

Fase 4: Presentar el conocimiento a enseñar

La fuerza gravitatoria

Voy a usar una analogía para la enseñanza y más que dar un aporte teórico, pretendo dejar algunas preguntas sobre el tema.

Para comenzar vamos a revisar el concepto de fuerza. ¿Qué es fuerza? Es usual que en la cotidianidad vinculemos la idea de fuerza con la capacidad de ejercer algún trabajo, pues bien, en el estudio de la física también aparece la acepción de fuerza.

Para acercarnos a la temática vamos a observar el comportamiento de dos imanes en los cuales vemos que hay una reacción de atracción o “rechazo”. Análogamente vamos a pensar en los planetas, en los cuales hay una fuerza presente: la fuerza de gravedad. No es usual para nosotros observar un objeto que “levite” o se mantenga más arriba de la superficie terrestre sino es por la acción de algo que le permita mantenerse en tal posición como en el caso de un secador, el cual puede ser usado para mostrar como aparentemente una esfera levita sobre este (hay que tener en cuenta que hay varios factores que influyen en este montaje como el peso de la esfera), también podemos traer a colación el caso de un dron que “levita sobre el suelo”. ¿Qué es lo que hace que tanto la esfera como el dron se mantengan en tales posiciones? Ahora bien, supongamos que además de que estos cuerpos “levitan”, estos están girando alrededor de un punto. Algo similar pasa con nuestro sistema solar, en el que confluye una fuerza como la de la gravedad, una fuerza que une la materia por medio de un enlace invisible y que nos hace pensar en la acción que esta tiene en el comportamiento mismo del sistema solar; ¿Es la fuerza de gravedad la única que influye en dicho comportamiento? ¿Cuáles son los elementos o factores que influyen en la forma en que se comportan estos cuerpos? Para estas preguntas y para la discusión del tema se permitirá la participación por grupos de estudio.

Fase 5: Preparar al estudiante para la fase experimental

Es algo complejo poder hacer un enlace teórico con lo práctico, sin embargo, nos podemos valer de la experiencia del dron y de la esfera (reproducibles en un laboratorio) para intentar introducir la temática. Además, es importante incorporar a través de estos dos experimentos los conceptos o acepciones de fuerza, equilibrio, movimiento y velocidad, claves para

aproximar a los estudiantes a lo que es fuerza de gravedad, una interacción en la materia invisible a nuestros ojos y no perceptible. Para percibir una fuerza, el imán puede dar luces al respecto; quizás eso es lo que esté ocurriendo entre los planetas, estos mantienen una fuerza de atracción y repulsión que les permite mantenerse como una red de araña, con la diferencia de que los planetas se mueven y no por telarañas sino en órbitas elípticas.

Fase 6: Presentación final del tema.

Como parte final del proceso, se pide previamente a los alumnos mostrar en forma de proyecto la solución dada al problema, así solo sea una aproximación a esta. Antes de presentar los resultados se les sugiere involucrar las indagaciones previas y luego recurrir de forma preliminar a la actividad final, las consultas que les permita confrontar las indagaciones mismas. El objetivo es que se pueda comparar el trabajo realizado con las explicaciones científicas y en la medida de lo posible extraer conclusiones de este desarrollo.

Es posible que no se puedan responder todas las preguntas, por tanto, es importante que se registren aquellas cuestiones que se deriven de este trabajo.

Fase 7: Evaluación del aprendizaje.

Evaluación formativa: Tendría en cuenta el proceso de conceptualización de los muchachos, es decir, evaluaría el proceso desde el inicio hasta el final, teniendo en cuenta la participación, argumentación y avance en el desarrollo del problema.

Evaluación Sumativa: evaluación de la presentación final del miniproyecto propuesto.

Recursos utilizados: (app Átomo AR)