# 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.

# ABSTRACT

There are many challenges that arise in our century when thinking about learning physics, especially when it refers to the meaning and intent of practice, of passing physical phenomena through the body, of endowing the exchange of knowledge with meanings, to contemplate an experience beyond the traditional forms that have characterized it for years; and challenges oriented to teaching proposals that allow the construction of meanings about physics. The present work was developed with the objective of characterizing the criteria and elements related to the principles of Critical Significant Learning that teachers in training consider when constructing Potentially Significant Teaching Units to address practical laboratory work in physics, using virtual reality and augmented as technologies that enrich the sensory experience. The research is of a qualitative nature and is based on the instrumental case study. It arises from the need to investigate the conceptions that teachers in training have about the construction and development of laboratory practices in physics and proposes to rethink the traditional ways in which these learning spaces have been carried out. The main findings focus on how teachers in training create laboratory practices using Potentially Significant Teaching Units and base them on the principles of Critical Significant Learning; also in the transformations regarding the positions and conceptions about the purposes of the experimental practice.

**PALABRAS CLAVES**

Aprendizaje significativo crítico, realidad virtual, realidad aumentada, unidad de enseñanza potencialmente significativa, trabajo práctico de laboratorio.

**TABLA DE CONTENIDO**

[RESUMEN 8](#_Toc45144598)

[1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: 9](#_Toc45144599)

[1.1 Objetivos 21](#_Toc45144600)

[1.1.1 Objetivo general: 21](#_Toc45144601)

[1.1.2 Objetivos específicos: 21](#_Toc45144602)

[2 APROXIMACIONES TEÓRICAS 22](#_Toc45144603)

[2.1 Construcción de la revisión de literatura: 22](#_Toc45144604)

[2.2 El uso de Tecnologías emergentes en el trabajo práctico de laboratorio. 25](#_Toc45144605)

[2.2.1 Las tecnologías emergentes en la educación. 25](#_Toc45144606)

[2.2.2 El trabajo práctico de laboratorio en física. 28](#_Toc45144607)

[2.3 La implementación de Realidad virtual y Realidad aumentada en la enseñanza de la física 29](#_Toc45144608)

[2.4 Teoría de Aprendizaje Significativo y Aprendizaje Significativo Crítico 32](#_Toc45144609)

[3 CONSTRUCCIÓN DEL MARCO TEÓRICO 35](#_Toc45144611)

[3.1 El trabajo práctico de laboratorio: la experiencia. 35](#_Toc45144612)

[3.2 Tecnologías Emergentes para enriquecer la experiencia: Realidad Virtual y Realidad Aumentada. 40](#_Toc45144613)

[3.3 Aprendizaje significativo crítico y el valor de la experiencia: 50](#_Toc45144614)

[3.3.1 Principios conceptuales y disciplinares: 52](#_Toc45144615)

[3.3.2 Principios epistemológicos: 53](#_Toc45144616)

[3.3.3 Principios pedagógico-didácticos: 54](#_Toc45144617)

[4 DISEÑO METODOLÓGICO 56](#_Toc45144619)

[4.1 Paradigma y enfoque de investigación 56](#_Toc45144620)

[4.2 Contexto y participantes del estudio 57](#_Toc45144621)

[4.3 Sobre los instrumentos y técnicas para la recolección de información. 58](#_Toc45144622)

[4.3.1 El diario de campo 59](#_Toc45144623)

[4.3.2 La observación participante 59](#_Toc45144624)

[4.3.3 La entrevista semiestructurada 60](#_Toc45144625)

[4.3.1 Consideraciones éticas 61](#_Toc45144626)

[4.4 Propuesta de enseñanza: Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas (UEPS) 61](#_Toc45144627)

[4.4.1 Sesión 1 64](#_Toc45144628)

[4.4.2 Sesión 2 65](#_Toc45144629)

[4.4.3 Sesión 3 67](#_Toc45144630)

[4.4.4 Sesión 4 68](#_Toc45144631)

[4.5 Instrumentos y procedimientos para el análisis de información 68](#_Toc45144632)

[4.6 Proceso de construcción de las categorías para el análisis 70](#_Toc45144633)

[5 RESULTADOS Y ANÁLISIS 73](#_Toc45144635)

[5.1 Principios conceptuales y disciplinares 74](#_Toc45144636)

[5.1.1 Principio de la interacción social y del cuestionamiento 75](#_Toc45144637)

[5.1.2 Principio del aprendiz como perceptor/representador 79](#_Toc45144638)

[5.1.3 Principio del conocimiento como lenguaje 81](#_Toc45144639)

[5.2 Principios epistemológicos 84](#_Toc45144640)

[5.2.1 Principio de la conciencia semántica 85](#_Toc45144641)

[5.2.2 Principio del aprendizaje por error 88](#_Toc45144642)

[5.3 Principios pedagógico- didácticos 91](#_Toc45144643)

[5.3.1 Diversidad de materiales y estrategias para la experimentación 93](#_Toc45144644)

[5.3.2 Diversidad de materiales y estrategias en la formación de maestros 97](#_Toc45144645)

[5.3.3 Principio de la no centralización del libro de texto 99](#_Toc45144646)

[5.3.4 Principio de la no utilización de la pizarra 100](#_Toc45144647)

[5.4 Percepciones de los maestros en formación sobre el uso de las UEPS para el trabajo práctico de laboratorio. 102](#_Toc45144648)

[6 CONSIDERACIONES FINALES 104](#_Toc45144650)

[6.1 Conclusiones. 104](#_Toc45144651)

[6.2 Recomendaciones y perspectivas para futuras investigaciones. 106](#_Toc45144652)

[7 BIBLIOGRAFÍA 108](#_Toc45144653)

[8 ANEXOS 113](#_Toc45144654)

**LISTA DE TABLAS**

[Tabla 1. Revistas y número artículos seleccionados para la revisión de literatura. 23](#_Toc45144803)

[Tabla 2. Categorías para la revisión de literatura 24](#_Toc45144804)

[Tabla 3. Descripción de las sesiones que corresponden a la fase de implementación 63](#_Toc45144805)

[Tabla 4. Categorías y subcategorías apriorísticas 70](#_Toc45144806)

[Tabla 5. Evidencias de los principios conceptuales y disciplinares. 74](#_Toc45144807)

[Tabla 6. Sobre el principio de la interacción social y del cuestionamiento. 75](#_Toc45144808)

[Tabla 7. Sobre el principio del aprendiz como receptor/representador. 79](#_Toc45144809)

[Tabla 8. Sobre el principio del conocimiento como lenguaje. 81](#_Toc45144810)

[Tabla 9. Evidencias de los principios epistemológicos. 85](#_Toc45144811)

[Tabla 10. Sobre el principio de la conciencia semántica. 86](#_Toc45144812)

[Tabla 11. Sobre el principio del aprendizaje por error. 88](#_Toc45144813)

[Tabla 13. Evidencias del principio de la diversidad de materiales y estrategias. 92](#_Toc45144814)

[Tabla 14. Sobre el principio de la diversidad de materiales y estrategias. 93](#_Toc45144815)

[Tabla 15. Sobre el principio de la diversidad de materiales y estrategias en la formación de maestros. 97](#_Toc45144816)

[Tabla 16. Sobre el principio de la no centralización del libro de texto. 99](#_Toc45144817)

[Tabla 17. Sobre el principio de la no utilización de la pizarra. 100](#_Toc45144818)

**LISTA DE FIGURAS**

[Figura 1. Realidad virtual en el aula de clase 49](#_Toc45144838)

[Figura 2. Realidad aumentada en el aula de clase 50](#_Toc45144839)

[Figura 3. Muro de recursos RV y RA. 65](#_Toc45144840)

[Figura 4. Visor de RV y auriculares 66](#_Toc45144841)

[Figura 5. Experiencia RV durante la sesión 2. 66](#_Toc45144842)

[Figura 6. Simulación RV 360°: Fuerza centrípeta, energía potencial. 67](#_Toc45144843)

[Figura 7. Experiencia RA durante la sesión 2. 67](#_Toc45144844)

[Figura 8. Actividad: “El mundo de las ideas”, M5 78](#_Toc45144845)

[Figura 9. Actividad “El mundo de las ideas”, M2 78](#_Toc45144846)

[Figura 10. Actividad “El mundo de las ideas”, M1 79](#_Toc45144847)

[Figura 11. Actividad: “El mundo de las ideas”, M5 88](#_Toc45144848)

[Figura 12. Simulación RV 360°, M2: Caída libre 95](#_Toc45144849)

[Figura 13. Simulación RV 360°, M3: Viaje al interior del cuerpo humano 96](#_Toc45144850)

[Figura 14. Simulación RV 360°, M3: Viaje al fondo del mar 96](#_Toc45144851)

[Figura 15. Simulación RA, M4: Cuerpos celestes 97](#_Toc45144852)

**ANEXOS**

[Anexo A: Consentimiento informado 113](#_Toc45137915)

[Anexo B: El mundo de las ideas 115](#_Toc45137916)

[Anexo C: Aula Socrática 115](#_Toc45137917)

[Anexo D: Guía para la construcción de UEPS en casa. 116](#_Toc45137918)

[Anexo E: Entrevista semiestructurada 1 118](#_Toc45137919)

[Anexo F: Muro de orientación 118](#_Toc45137920)

[Anexo G: Entrevista semiestructurada 2 118](#_Toc45137921)

[Anexo H. UEPS desarrollada por M1 119](#_Toc45137922)

[Anexo I. UEPS desarrollada por M5 125](#_Toc45137923)