

Objeto Virtual para fortalecer el aprendizaje de las Ciencias, Tecnologías y Matemáticas
(STEM) en grado décimo

Helmer Andrés Arenas Navas

Trabajo de Grado para Optar al Título de Magíster en Informática para la Educación

Director

David Alejandro Miranda Mercado, PhD.



Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Físico–Mecánicas
Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática
Maestría en informática para la educación
Bucaramanga

2024

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Detalles de la Investigación	18
1.1 Justificación	18
1.2 Objetivos	20
1.2.1 Objetivo General	20
1.2.2 Objetivos Específicos.....	20
2. Marco Referencial.....	21
2.1 Antecedentes de Investigación.....	21
2.1.1 Contexto Internacional.....	22
2.1.2 Contexto Nacional	25
2.2 Marco Teórico.....	26
2.2.1 Rúbrica de Complejidad de Preguntas	26
2.2.2 Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA).....	29
2.2.3 Cuestionarios Autocalificables en Moodle	30
2.2.4 Educación STEM.....	31
3. Detalles Metodológicos	38
3.1 Población Objetivo.....	38
3.2 Muestra y Método de Muestreo	39
3.3 Metodología	39
4. Implementación con la Fundación Colegio UIS.....	42
4.1 Plan de acción	42

4.1.1 Reunión con Personal Administrativo de la UIS y de los Colegios	42
4.1.2 Determinación de Necesidades Institucionales de la FCUIS.....	43
4.1.3 Definición de Temáticas de Física y Química	45
4.1.4 Caracterización de la Población de la FCUIS	46
4.2 Acción	50
4.2.1 Elaboración de Material	50
4.2.2 Componente Virtual del Ambiente de Aprendizaje B–Learning: OVA	51
4.2.3 Formulación e Implementación de un Banco de Preguntas	53
4.2.4 Programa de Capacitación Docente	55
4.2.5 Componente Físico del Ambiente de Aprendizaje B–Learning: Visita Estudiantil	56
4.2.6 Informes de Laboratorio	59
4.3 Observación	60
4.4 Reflexión del Primer Ciclo	62
4.4.1 Evaluación del Impacto de la Visita de los Estudiantes de la FCUIS	63
4.4.2 Evaluación de Competencias STEM en los Estudiantes de la FCUIS.....	69
4.4.2.1 Definición de competencias STEM	70
4.4.2.2 Características del enfoque STEM.....	72
4.4.2.3 Principios orientadores.....	74
4.4.2.4 Competencias que promueve	78
4.4.2.5 Marco de referencia: Dimensiones	91
5. Conclusiones	98
6. Trabajos Futuros	101
6.1 Segundo Ciclo: Implementación con el Colegio Bicentenario	101

6.1.1 Plan de acción	102
6.1.1.1 Reunión con Directores de Escuelas de Física, Química, Biología y Matemáticas	102
6.1.1.2 Determinación de Necesidades Institucionales del Colegio Bicentenario.....	102
6.1.1.3 Definición de Temáticas de Física, Química, Biología y Matemáticas	103
6.1.1.4 Caracterización de la Población del Colegio Bicentenario.....	103
6.1.2 Acción	103
6.1.2.1 Elaboración de Material	103
6.1.2.2 Secuencias Didácticas con PhET	105
6.1.2.3 Construcción y Programación de Robots Lego	106
6.1.2.4 Simulaciones en Tracker.....	108
6.1.2.5 Desarrollo de Ambientes de Aprendizaje	108
6.1.2.6 Programa de Capacitación Docente	108
6.1.2.7 Formulación e Implementación de un Banco de Preguntas.....	109
6.1.2.8 Visita de los Estudiantes del Colegio Bicentenario	110
6.2 Educación STEAM: Prueba Piloto con la IE Rural Vijagual	111
Referencias Bibliográficas	116
Apéndices.....	122

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Definición de competencias STEM según artículos y organismos gubernamentales</i>	31
Tabla 2 <i>Características del enfoque STEM</i>	33
Tabla 3 <i>Principios orientadores del enfoque STEM</i>	34
Tabla 4 <i>Competencias STEM promovidas por diferentes referentes</i>	36
Tabla 5 <i>Definición de cada competencia STEM promovida por el MEN</i>	37
Tabla 6 <i>Clasificación del nivel de complejidad de las preguntas del banco</i>	54
Tabla 7 <i>Cronograma de actividades de la visita de la FCUIS a la UIS</i>	57
Tabla 8 <i>Características del enfoque STEM</i>	73
Tabla 9 <i>Principio orientador relacionado con el aprendizaje flexible</i>	74
Tabla 10 <i>Principio orientador relacionado con el aprendizaje abierto</i>	75
Tabla 11 <i>Principio orientador relacionado con el aprendizaje en red</i>	76
Tabla 12 <i>Principio orientador relacionado con el aprendizaje ubicuo</i>	76
Tabla 13 <i>Principio orientador relacionado con el aprendizaje experiencial</i>	77
Tabla 14 <i>Principio orientador relacionado con el aprendizaje relevante</i>	78
Tabla 15 <i>Características de los aspectos clave de la competencia “conocimientos STEM”</i>	79
Tabla 16 <i>Evidencias de los aspectos clave de la competencia “conocimientos STEM”</i>	80
Tabla 17 <i>Características de los aspectos clave de la competencia “habilidades STEM”</i>	80
Tabla 18 <i>Evidencias de los aspectos clave de la competencia “habilidades STEM”</i>	82
Tabla 19 <i>Características de los aspectos clave de la competencia “actitudes y valores STEM”</i>	83
Tabla 20 <i>Evidencias de los aspectos clave de la competencia “actitudes y valores STEM”</i>	84
Tabla 21 <i>Características de los aspectos clave de la competencia “saber cómo”</i>	85

Tabla 22 <i>Evidencias de los aspectos clave de la competencia “saber cómo”</i>	85
Tabla 23 <i>Relación entre los aspectos clave de la competencia “conocimientos STEM” y el instrumento de evaluación “informes”</i>	86
Tabla 24 <i>Relación entre los aspectos clave de la competencia “conocimientos STEM” y el instrumento de evaluación “CPL”</i>	86
Tabla 25 <i>Relación entre los aspectos clave de la competencia “habilidades STEM” y el instrumento de evaluación “informes”</i>	87
Tabla 26 <i>Relación entre los aspectos clave de la competencia “habilidades STEM” y el instrumento de evaluación “CPL”</i>	87
Tabla 27 <i>Relación entre los aspectos clave de la competencia “saber cómo” y el instrumento de evaluación “informes”</i>	88
Tabla 28 <i>Relación entre los aspectos clave de la competencia “saber cómo” y el instrumento de evaluación “CPL”</i>	89
Tabla 29 <i>Dimensiones y atributos del enfoque STEM</i>	91
Tabla 30 <i>Cronograma de actividades de la visita de la IEM a la UIS</i>	111

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Rúbrica de complejidad de preguntas</i>	28
Figura 2 <i>Principios orientadores del enfoque STEM</i>	34
Figura 3 <i>Competencias STEM según el MEN</i>	35
Figura 4 <i>Espiral de ciclos de la investigación – acción</i>	39
Figura 5 <i>Pintura enriquecida sobre la situación actual de la institución FCUIS</i>	44
Figura 6 <i>Dispositivos tecnológicos utilizados, actividades realizadas y tiempo de uso</i>	47
Figura 7 <i>Aspectos destacados de las estrategias usadas en las actividades académicas en casa</i>	48
Figura 8 <i>Aula Virtual de Aprendizaje de Física, Química y Matemáticas en Moodle</i>	52
Figura 9 <i>Sección de Laboratorio de Física en el Aula Virtual de Aprendizaje en Moodle</i>	52
Figura 10 <i>Sección de Laboratorio de Química en el Aula Virtual de Aprendizaje en Moodle</i>	53
Figura 11 <i>Preguntas del CPL del proyecto de Física</i>	54
Figura 12 <i>Estrategia didáctica implementada en los Laboratorios</i>	55
Figura 13 <i>Profesores de la FCUIS en la sesión de apertura del proyecto</i>	56
Figura 14 <i>Visita de estudiantes a los laboratorios de la UIS</i>	58
Figura 15 <i>Visita de la FCUIS a las instalaciones de la UIS</i>	58
Figura 16 <i>Formato para el reporte de investigación del laboratorio</i>	59
Figura 17 <i>Noticia de la visita de la FCUIS a la UIS</i>	61
Figura 18 <i>Percepción de los estudiantes respecto al contenido de las prácticas</i>	63
Figura 19 <i>Percepción de los estudiantes respecto a los recursos empleados en la visita</i>	64
Figura 20 <i>Percepción de los estudiantes respecto al cumplimiento de compromisos planteados</i>	65
Figura 21 <i>Percepción de los estudiantes respecto a los proyectos y los docentes encargados</i>	66

Figura 22 <i>Percepción de los estudiantes respecto a su experiencia general en la visita</i>	67
Figura 23 <i>CPL para estudiantes de 10° y 11°</i>	90
Figura 24 <i>Presentación de robótica en el Primer Día de la Facultad de Ciencias de la UIS ...</i>	106
Figura 25 <i>Programa creado en el Software de Lego Mindstorms NXT.</i>	107
Figura 26 <i>Infografía para la formulación de preguntas usando el marco de French & Prather</i>	109
Figura 27 <i>Visita de la IE Rural Vijagual a las instalaciones de la UIS</i>	112
Figura 28 <i>Visita de estudiantes al laboratorio de Física de la UIS</i>	113
Figura 29 <i>Visita de estudiantes al laboratorio de Química de la UIS</i>	113
Figura 30 <i>Visita de estudiantes al museo de historia natural de la UIS</i>	114
Figura 31 <i>Visita de estudiantes a la zona de retos matemáticos de la UIS</i>	114
Figura 32 <i>Visita de estudiantes al laboratorio de Música de la UIS</i>	115

Lista de Apéndices

	pág.
Apéndice A. <i>Consentimiento y asentimiento informado</i>	122
Apéndice B. <i>Encuesta de caracterización de la población</i>	123
Apéndice C. <i>Documentos de los proyectos y las hojas de trabajo</i>	124
Apéndice D. <i>Clasificación de preguntas de los CPL según su nivel de complejidad</i>	128
Apéndice E. <i>Rúbrica de evaluación y lista de chequeo para entregar los informes de laboratorio</i>	131
Apéndice F. <i>Encuesta de satisfacción de la visita estudiantil</i>	132
Apéndice G. <i>Formato FEX.09 para educación no formal</i>	133

Resumen

Título: Objeto Virtual para fortalecer el aprendizaje de las Ciencias, Tecnologías y Matemáticas (STEM) en grado décimo*

Autor: Helmer Andrés Arenas Navas**

Palabras Clave: Objeto Virtual de Aprendizaje, Competencias STEM, Proyectos de investigación en laboratorios, Formación docente, Just in Time Teaching, Aprendizaje activo, Aprendizaje mediado, Cuestionarios autocalificables, Plataforma Moodle, Ambiente de aprendizaje b-learning.

Descripción: La educación con enfoque STEM se ha convertido en una de las principales estrategias para fomentar la motivación de los estudiantes por aprender Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, y ayudarlos a desarrollar competencias que les permitan enfrentarse a los desafíos propios del contexto en el que se desenvuelven.

En este proyecto se ejecutó un ciclo de investigación-acción participativa en el cual se implementó un ambiente *b-learning* con el objetivo de fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias, Tecnologías y Matemáticas – STEM en profesores y estudiantes de grado décimo y undécimo de la Fundación Colegio UIS – FCUIS en Floridablanca, Santander. Para ello, se desarrolló un Objeto Virtual de Aprendizaje – OVA con información, enlaces a material de estudio y cuestionarios en Moodle, y se realizó una visita práctica a laboratorios de Física y Química de la Universidad Industrial de Santander – UIS.

Como resultado del trabajo de investigación, se evidenció que la estructuración y presentación adecuada de información, recursos y actividades en el OVA (componente virtual del ambiente de aprendizaje *b-learning*) permitió a los estudiantes identificar sus vacíos conceptuales y preconcepciones erróneas, y los ayudó a adquirir nuevos conocimientos a través del establecimiento de hábitos de estudio y de la retroalimentación continua de los profesores. Por otro lado, el desarrollo de los proyectos y experimentos en los laboratorios de Física y Química (componente físico del ambiente de aprendizaje *b-learning*) ayudó a mejorar los procesos de enseñanza de los profesores, generó cambios significativos en la motivación de los estudiantes por aprender, fomentó el desarrollo de competencias STEM, e influyó en sus preferencias vocacionales hacia áreas enfocadas en ciencias e ingenierías.

Se recomienda implementar un nuevo ciclo que incluya proyectos y experimentos (además de simulaciones, programación y robótica) para Física, Química, Biología, Matemáticas y Artes (música) como una transición de educación STEM a educación STEAM.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. Maestría en informática para la educación. Director: David Alejandro Miranda Mercado. PhD.

Abstract

Title: Virtual object to strengthen the learning of Science, Technology and Mathematics (STEM) in tenth grade*

Author: Helmer Andrés Arenas Navas**

Key Words: Virtual Learning Object, STEM Competencies, Laboratory research projects, Teacher training, Just in Time Teaching, Active learning, Mediated learning, Self-graded quizzes, Moodle platform, B-learning environment.

Description: STEM education has become one of the main strategies to encourage students' motivation to learn Science, Technology, Engineering and Mathematics, and to help them develop competencies that allow them to face the challenges of the context in which they develop.

In this project, a cycle of participatory action research was executed in which a *b-learning* environment was implemented with the objective of strengthening the teaching and learning processes of Science, Technology and Mathematics – STEM in teachers and students of tenth and eleventh grade of the Fundación Colegio UIS – FCUIS in Floridablanca, Santander. For this purpose, a Virtual Learning Object – VLO was developed with information, links to study material and questionnaires in Moodle, and a practical visit was made to Physics and Chemistry laboratories of the Universidad Industrial de Santander – UIS.

As a result of the research work, it was evidenced that the adequate structuring and presentation of information, resources and activities in the VLO (virtual component of the *b-learning* environment) allowed students to identify their conceptual gaps and erroneous preconceptions, and helped them to acquire new knowledge through the establishment of study habits and continuous feedback from teachers. On the other hand, the development of the projects and experiments in the Physics and Chemistry laboratories (physical component of the *b-learning* environment) helped to improve the teachers' teaching processes, generated significant changes in the students' motivation to learn, fostered the development of STEM competencies, and influenced their vocational preferences towards areas focused on science and engineering.

It is recommended to implement a new cycle that includes projects and experiments (in addition to simulations, programming and robotics) for Physics, Chemistry, Biology, Mathematics and Arts (music) as a transition from STEM education to STEAM education.

* Degree Work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Systems Engineering and Informatics. Master in Informatics for Education. Director: David Alejandro Miranda Mercado. PhD.

Introducción

En los últimos años, la implementación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC en la educación ha aumentado significativamente, transformando la manera en la que se abordan e incorporan estrategias, información y recursos de calidad que impacten en la enseñanza de los profesores y el aprendizaje de los estudiantes en cualquier entorno o contexto. En este sentido, se hace necesario trabajar activamente en dos tópicos fundamentales que permiten esta educación mediada por TIC: los recursos tecnológicos y los recursos humanos.

Respecto al primero de ellos, es esencial que los recursos siempre estén actualizados y disponibles, que sean funcionales, de fácil acceso y manejo, que generen pensamiento autónomo, sociocrítico y reflexivo, que fomenten prácticas didácticas, dinámicas, participativas y colaborativas (con la mediación de recursos informáticos y no informáticos), que creen un ambiente de aprendizaje como un sistema conformado por profesores, estudiantes y otros actores (la familia, la sociedad y las instituciones educativas), que inculquen valores, principios y deberes, y que motiven a todos a su uso.

Por otro lado, es imprescindible que haya una redefinición del papel de los profesores y los estudiantes en estos nuevos contextos formativos: se debe garantizar su formación y capacitación a fin de desarrollar habilidades, actitudes, aptitudes y competencias tecnológicas, pedagógicas, comunicativas e investigativas vitales en la adaptación a los cambios educativos que se dan en la actualidad (como la reestructuración de prácticas tradicionales e inclusión de las TIC para la innovación y creación de nuevas prácticas, actividades de clase y evaluaciones).

Esto quiere decir que, para garantizar una educación de calidad, es imperativo que exista un verdadero compromiso y una motivación por parte de los profesores a utilizar los recursos TIC, de manera que se integre la innovación pedagógica con el saber hacer.

En concordancia con lo anterior, la FCUIS tenía la necesidad de hacer uso eficaz de los recursos disponibles, tanto humanos como tecnológicos, para preparar a sus estudiantes a enfrentar los desafíos y situaciones del mundo actual. En este sentido, la institución propuso la adopción de un modelo pedagógico fundamentado en una formación avanzada en Ciencias, Tecnología y Matemáticas (STEM), a través de la creación de escenarios apoyados en el desarrollo e implementación de proyectos integradores. Por lo cual, se planteó la pregunta orientadora del trabajo de investigación: ¿Cuál es el efecto, en el aprendizaje de las Ciencias, Tecnologías y Matemáticas (STEM), de un Objeto Virtual que incluye, entre otros recursos, cuestionarios autocalificables accesibles en línea?

Para dar solución al problema planteado se propusieron las siguientes hipótesis, basadas en la creación de un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA): (1) los cuestionarios autocalificables del OVA le permiten al estudiante determinar su nivel de comprensión a partir del resultado obtenido, (2) los resultados obtenidos por los estudiantes en los cuestionarios autocalificables del OVA le permiten al profesor mejorar el proceso de retroalimentación y clarificación de errores conceptuales de sus estudiantes, (3) al contar con la información organizada en el OVA, tanto de enlaces a material de estudio como a los cuestionarios autocalificables, se mejora el proceso de aprendizaje de los estudiantes, y (4) el OVA mejora la motivación de los estudiantes por aprender Ciencia, Tecnología y Matemáticas (STEM).

La validez de cada una de estas hipótesis se verificó a través del cumplimiento de los siguientes objetivos específicos: (1) definir las temáticas de Ciencia, Tecnología y Matemáticas (STEM) a incorporar en el Objeto Virtual de Aprendizaje, (2) diseñar preguntas cerradas de diferentes niveles cognitivos sobre las temáticas definidas, (3) implementar cuestionarios con las preguntas diseñadas, que permitan al estudiante determinar si su respuesta fue correcta, (4) construir un Objeto Virtual de Aprendizaje con enlaces a material de estudio y los cuestionarios implementados, y (5) estimar el impacto del Objeto Virtual de Aprendizaje con un grupo de estudiantes de décimo grado. A su vez, el cumplimiento de estos objetivos permitió verificar el cumplimiento del objetivo principal de la investigación: desarrollar un Objeto Virtual para fortalecer los procesos de aprendizaje de las Ciencias, Tecnologías y Matemáticas (STEM) en grado décimo.

El desarrollo de las actividades asociadas a los objetivos planteados se realizó siguiendo la metodología de investigación acción participativa dividida en cuatro fases. En la primera fase (plan de acción) se realizó la selección de la muestra a través de una técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia (se seleccionaron 81 estudiantes de grado décimo, 74 estudiantes de grado undécimo y 6 profesores de *Física*, *Química* y *Matemáticas* en estos grados), se analizó e identificó una necesidad educativa de la FCUIS, y se plantearon hipótesis que buscaban posibles soluciones al problema detectado. En la segunda fase (acción) se ejecutó lo planeado, mientras se realizó la observación (tercera fase) de manera simultánea. En la cuarta fase (reflexión) se realizó un análisis investigativo con enfoque cualitativo, se interpretó la información y los resultados para evaluar el impacto de la implementación, y se sacaron conclusiones del primer ciclo para replantear la ejecución de un segundo ciclo.

Los resultados de la investigación mostraron que la implementación de proyectos y experimentos de laboratorio en la Universidad Industrial de Santander – UIS, que integraran la teoría con la componente práctica, fue una estrategia de alto impacto. Al contar con los recursos (lecturas, documentos, videos, actividades, evaluaciones y material complementario) y la información de los proyectos y experimentos centralizada y organizada en el OVA en Moodle (promoviendo la democratización del conocimiento), los estudiantes pudieron evaluar su estado académico actual (usando cuestionarios autocalificables que permitieron evidenciar sus vacíos conceptuales y preconceptos erróneos) y empezar un proceso de mejora continua a través del establecimiento de hábitos de estudio y de la retroalimentación continua de los profesores.

Además, la implementación de estrategias de enseñanza y aprendizaje basadas en las metodologías *Just in Time Teaching – JiTT*, el *blended learning*, el aprendizaje activo y el aprendizaje mediado, a través de experiencias prácticas en los laboratorios de la UIS, ayudaron a mejorar los procesos de enseñanza de los profesores de la FCUIS, fomentaron el desarrollo de competencias STEM por parte de los estudiantes y generaron un alto impacto en sus preferencias vocacionales hacia áreas enfocadas en ciencias e ingenierías.

Como trabajo futuro, se planteó la implementación de un nuevo ciclo, en el cual se tuvieron en cuenta las sugerencias dadas por los participantes del primer ciclo: incluir secuencias didácticas con PhET, robots Lego y simulaciones en tracker para realizar proyectos y experimentos de Física, Química, Biología y Matemáticas. Además, como una transición de educación STEM a educación STEAM, se realizó una prueba piloto con estudiantes de la IE rural Vijagual sede H, en la que se incluyó el Arte a través de conciertos y de una práctica en el Laboratorio de Música.

La estructura de este documento se presenta de la siguiente manera:

Inicialmente, se realiza una *introducción* al tema del trabajo y, posteriormente, en el *capítulo 1*, se presentan los detalles generales de la investigación (la justificación se da en la *sección 1.1* y los objetivos, en la *sección 1.2*).

El *capítulo 2* comprende una revisión de los antecedentes internacionales y nacionales relacionados con la investigación (*sección 2.1*) y un abordaje a los aspectos teóricos en los cuales se fundamenta el proyecto (*sección 2.2*): la *rúbrica* para evaluar la complejidad de las preguntas creadas en los *cuestionarios autocalificables* en Moodle; los *Objetos Virtuales de Aprendizaje* que se usan como repositorio de información, actividades y evaluaciones; y las principales características de la *Educación STEM*.

En el *capítulo 3* se enuncian las *características* de los participantes y los criterios de inclusión de las instituciones (*sección 3.1*), se describen las *técnicas* utilizadas para la selección de la *población objetivo* (*sección 3.2*), y se explican los *detalles metodológicos* asociados al desarrollo e implementación de la investigación (*sección 3.3*).

El *capítulo 4* explica de manera detallada las cuatro fases de la investigación–acción implementadas con la FCUIS: en la *sección 4.1*, correspondiente al *plan de acción*, se muestra cómo inicia el proceso de planeación del proyecto a través de *reuniones* con el personal administrativo de la UIS y de los colegios. A continuación, se describe cómo se determinan las *necesidades institucionales* de la FCUIS y cómo se *seleccionan las temáticas STEM* que se deben abordar. Por último, se realiza un *diagnóstico* sobre el uso de TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la población y sobre los aspectos pedagógicos implementados en las asignaturas STEM en la institución.

En la *sección 4.2*, correspondiente a la *acción*, se detalla el proceso ejecutado para cumplir con los objetivos planteados en la primera fase: se describe cómo se lleva a cabo la *elaboración del material* de estudio utilizado en los proyectos y experimentos de laboratorio, se establece cómo se desarrolla e implementa el componente virtual de un *ambiente de aprendizaje b-learning*, se enseña cómo se crean e implementan cuestionarios alimentados de un *banco de preguntas*, se explica en qué consiste el *programa de capacitación docente* y cuáles son sus estrategias de enseñanza y aprendizaje, se plantea el cronograma de las actividades que se desarrollan durante la *visita estudiantil* (componente físico del *ambiente de aprendizaje b-learning*), y se indican los detalles a tener en cuenta en la elaboración de los reportes de laboratorio.

En la *sección 4.3*, correspondiente a la *observación*, se mencionan las técnicas de recogida y organización de la información relacionada con la ejecución de la investigación.

En la *sección 4.4*, correspondiente a la *reflexión* del trabajo realizado, se evalúa el impacto de la visita estudiantil y su relación con el desarrollo y fortalecimiento de competencias STEM.

En el *capítulo 5* se presentan las *conclusiones* de la investigación.

Por último, el *capítulo 6* plantea la implementación de un nuevo ciclo mejorado en el que se complementan las estrategias usadas en el primer ciclo I (*sección 6.1*): se incluyen grupos de investigación de Física, Química, Biología y Matemáticas; secuencias didácticas en PhET; programación de robots Lego; y simulaciones en Tracker. Adicionalmente, se presenta el trabajo realizado con estudiantes de quinto grado de la Institución Educativa Rural Vijagual Sede H – Vereda El Nogal, Santander, en el cual se incluyen laboratorios de música para realizar un acercamiento a la educación STEAM y establecer un precedente para futuras implementaciones (*sección 6.2*).

1. Detalles de la Investigación

1.1 Justificación

En los últimos años, la educación con enfoque STEM ha ganado mucha relevancia a nivel global (Ferrada et al., 2019) (Li et al., 2020), convirtiéndose en una de las principales estrategias para fomentar la motivación de los estudiantes por aprender (Chittum et al., 2017) y desarrollar competencias que les permitan enfrentarse a los desafíos del mundo actual (Rodionov, 2015) (Albarracín Vanoy, 2022).

Para abordar este enfoque se han diseñado diferentes estrategias que se basan en la integración de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje y en la implementación de metodologías como el *Just in Time Teaching*, el aprendizaje activo y el aprendizaje mediado. Estas estrategias han demostrado mejoras significativas en el valor medio de las calificaciones (Miranda et al., 2023) y en la motivación de los estudiantes (Llanos et al., 2021).

Enfocado en esto, la Institución Educativa Fundación Colegio UIS de Floridablanca, Santander, identificó la necesidad de implementar un modelo pedagógico fundamentado en la inclusión de las TIC y de metodologías que permitan una formación avanzada en Ciencias, Tecnología y Matemáticas (STEM), a través de la creación de escenarios que estén apoyados en el desarrollo y ejecución de proyectos integradores que propicien el pensamiento científico e investigativo, el trabajo colaborativo, la adquisición y generación de conocimientos, la resolución de problemas y el desarrollo de competencias para la vida.

Para resolver la problemática, la FCUIS necesitaba determinar el efecto de un Objeto Virtual en el aprendizaje de las Ciencias, Tecnologías y Matemáticas. Este OVA debía incluir recursos y evaluaciones que ayudaran al estudiante a preparar sus clases y mejorar sus resultados.

En este sentido, el ambiente de aprendizaje *blended learning* surgió como una metodología que ayudó a cohesionar una componente virtual con una componente física, a través del desarrollo de un OVA que sirviera para preparar una visita a los laboratorios de la UIS. Se ha demostrado que la implementación de esta metodología permite obtener el máximo beneficio de las prácticas de laboratorio, ya que la presentación de la información, antes de la participación, mejora la relación de los estudiantes con los procedimientos teóricos y experimentales, conduce a mejores resultados y da una percepción de valor agregado sobre la experiencia de laboratorio en conjunto a todos los participantes (Gregory & Di Trapani, 2012) (Hinampas et al., 2018).

Los participantes del trabajo fueron: (1) los 6 profesores de Física, Química y Matemáticas que buscaban implementar programas educativos para mejorar sus prácticas pedagógicas, motivar a los estudiantes e influir en sus resultados académicos; (2) los 155 estudiantes de décimo y undécimo grado que buscaban darle un buen manejo a las TIC para poderlas integrar en sus procesos de aprendizaje y solucionar problemas relacionados con la falta de comprensión de las temáticas y los vacíos conceptuales (producto del poco material de estudio y repaso ubicado en un repositorio de información); y (3) la FCUIS que buscaba iniciar su proceso de transformación educativa hacia un enfoque STEM que permitiera relacionar la teoría con la práctica.

En consecuencia, la implementación de esta investigación influyó en los procesos de enseñanza de los profesores y en los resultados de aprendizaje de los estudiantes; fortaleció los procesos de evaluación (formativa y sumativa) y retroalimentación oportuna; potenció las habilidades para dar solución a problemas actuales; promovió el desarrollo de competencias STEM; motivó el aprendizaje de ciencias, tecnología y matemáticas; influyó en los gustos y las preferencias vocacionales hacia áreas enfocadas en ciencias e ingenierías; y brindó las bases para que la FCUIS adopte un enfoque STEM en toda la institución.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Desarrollar un Objeto Virtual para fortalecer los procesos de aprendizaje de las Ciencias, Tecnologías y Matemáticas (STEM) en grado décimo.

1.2.2 Objetivos Específicos

Definir las temáticas de Ciencia, Tecnología y Matemáticas (STEM) a incorporar en el Objeto Virtual de Aprendizaje.

Diseñar preguntas cerradas de diferentes niveles cognitivos sobre las temáticas definidas.

Implementar cuestionarios con las preguntas diseñadas, que permitan al estudiante determinar si su respuesta fue correcta.

Construir un Objeto Virtual de Aprendizaje con enlaces a material de estudio y los cuestionarios implementados.

Estimar el impacto del Objeto Virtual de Aprendizaje con un grupo de estudiantes de décimo grado.

2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes de Investigación

En el marco del desarrollo del presente trabajo de investigación, se llevó a cabo una etapa de búsqueda de los antecedentes relacionados, tomando como referencia algunos buscadores de información académica como Google académico y Springer; sitios Web-Libros como Educared; bibliotecas y bases de datos como Dialnet, Redalyc, ScienceDirect, SciELO y la base de datos de la UIS; y revistas científicas indexadas en Pubindex.

Para esto, se fijó el idioma (español e inglés) y el rango de la publicación desde el año 2004 hasta la actualidad, con el objetivo de tener en cuenta algunos referentes teóricos y desarrollos significativos, en cuanto a Objetos Virtuales de Aprendizaje y educación STEM se refiere, y para determinar cómo han ido evolucionando las estrategias de implementación de los OVA en la educación a lo largo de los años, de manera que se pudieran seleccionar las experiencias más relevantes y exitosas. Posteriormente, se definieron términos clave (“Review of STEM Education”, “Virtual Learning Object” y “Secondary Education”) que fueron combinados para realizar una búsqueda inicial.

Dada la amplia naturaleza conceptual de los términos buscados y al auge de los OVA y del enfoque STEM, se llevó a cabo una etapa de revisión preliminar de la información encontrada, teniendo en cuenta los siguientes criterios: los trabajos, las publicaciones e investigaciones contenían los términos clave en los idiomas seleccionados; eran análogos o cercanos al objeto de estudio; la fecha de publicación estaba en el rango de tiempo establecido; y se podía acceder al texto completo.

Los documentos seleccionados preliminarmente se sometieron a una segunda revisión, esta vez, teniendo en cuenta criterios de inclusión más rigurosos: los trabajos, las publicaciones e investigaciones contenían los términos de búsqueda y tópicos relevantes para la investigación; el título, los objetivos, el planteamiento del problema y la metodología estaban alineados con la investigación; presentaban referentes teóricos y procedimentales que fundamentaban los ejes temáticos de la investigación; eran relevantes, verificables y confiables; y tenían carácter de documento académico.

Finalmente, se organizó la información y se clasificó dependiendo del contexto.

2.1.1 Contexto Internacional

Para hablar del contexto internacional, se escogieron tres líneas base de publicaciones relacionadas con la educación STEM: la primera de ellas enfocada a revisiones sistemáticas de publicaciones, la cual aportó una mirada general del estado del arte de esta investigación; la segunda, enfocada en el concepto de STEM, retos y oportunidades, la cual generó una visión de qué es educación STEM, para qué sirve y cuáles son sus características, beneficios y desafíos; y la tercera, a la integración de STEM en la educación, la cual condujo a posibles estrategias, tanto pedagógicas como tecnológicas, de implementación de STEM en ámbitos educativos.

En primera instancia, en investigaciones desarrolladas por autores como Ferrada et al. (2019) y Li et al. (2020), se realizó una revisión sistemática y un análisis bibliométrico de artículos publicados en revistas, examinando, tanto cuantitativa como cualitativamente, el número de publicaciones, las revistas en las que se publicaron los artículos, el año de publicación, la nacionalidad de los autores, y los métodos de investigación a lo largo de los años, con el fin de obtener una descripción general sobre el estado del arte, las tendencias y los desarrollos en educación STEM de alto nivel y calidad.

Los resultados de estas investigaciones mostraron que “la investigación en educación STEM está ganando mayor importancia a nivel internacional”, tal como lo expresan Li et al. (2020), y que el “paulatino, sostenido y creciente aumento de productividad ubica la investigación en disciplinas STEM como un tema que adquiere importancia año tras año”, debido al rápido “aumento en el número de revistas de educación STEM y publicaciones académicas que apoyan el desarrollo del campo”, tal como lo concluyen Ferrada et al. (2019).

Por otro lado, en investigaciones desarrolladas por autores como White (2014) y Martín-Páez et al. (2019), se presentó un acercamiento a los aspectos históricos, desde los años 90, donde se sentaron las bases del STEM, hasta llegar a múltiples interpretaciones más actuales acerca de la educación STEM. Además, se realizó un abordaje teórico en el cual se definieron cada una de las disciplinas STEM que intervienen; se presentaron los posibles beneficios y las implicaciones de la educación STEM, así como los aspectos clave para el éxito de la intervención educativa por parte de los docentes e investigadores; se abordaron distintos retos que plantea su integración; y se expresaron las posibles oportunidades de mejora.

A pesar de esto, debido a la corta pero rápida historia de desarrollo de la educación STEM en comparación con otra educación basada en disciplinas, “existe una gran necesidad de que todas las partes interesadas lleguen a un acuerdo sobre qué es la educación STEM y cómo se realiza su integración en las instituciones educativas” (Martín-Páez et al., 2019), de manera que sea implementada en contextos reales y no se quede simplemente en teoría, tal como lo manifiestan:

Parece que hablar de educación STEM no implica que la educación STEM realmente se haya implementado, por lo que es común que no exista una conexión explícita entre los diferentes contenidos y las disciplinas STEM en las descripciones de las intervenciones educativas, de tal forma que comprender cómo se integran éstas puede resultar difícil.

Por último, en investigaciones desarrolladas por autores como Kennedy & Odell (2014), Kelley & Knowles (2016), Thibaut et al. (2018) y Margot & Kettler (2019), se analizaron enfoques para eliminar las barreras tradicionales entre Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, y enseñar conceptos en estas disciplinas, centrados en la innovación y el proceso aplicado de diseñar soluciones a problemas contextuales complejos utilizando herramientas y tecnologías actuales. Sin embargo, la implementación de este nuevo enfoque no es sencilla debido a la falta de consenso sobre las prácticas en STEM integrado y las percepciones de los profesores sobre la educación STEM.

En estas investigaciones primero se realizó un abordaje desde lo pedagógico, donde se estudiaron los desafíos relacionados con este enfoque: con el plan de estudios; con los estudiantes (el aprendizaje se realiza de manera aislada y disociada, sin conexiones ni conceptos transversales, y sin aplicaciones del mundo real); con las evaluaciones, y con los profesores (la falta de apoyo y capacitación docente). A partir de esto, se definieron los atributos necesarios de los programas STEM para involucrar a todos los estudiantes, y se desarrollaron una serie de recomendaciones e instrucciones para que los profesores estuvieran preparados y contaran con las bases para la integración de STEM en la educación.

Un segundo abordaje se realizó desde la implementación de las TIC, utilizando dos enfoques: el primero de ellos, entornos de aprendizaje basados en la realidad virtual (VLE) para enseñar diversas temáticas y mejorar las experiencias de aprendizaje de los estudiantes (Cecil et al., 2013), y el segundo de ellos, el aprendizaje basado en juegos móviles (Gao et al., 2020). Sin embargo, se reconoció “la necesidad de realizar más estudios rigurosos para determinar los efectos de la educación STEM integrada en los resultados del aprendizaje de los estudiantes” y decidir cuándo el aprendizaje basado en cualquiera de estos dos enfoques es apropiado y cuándo no lo es.

2.1.2 Contexto Nacional

Para hablar del contexto nacional, se escogieron publicaciones que complementaran la visión global de educación STEM y ayudaran a conocer la visión STEM en Colombia. Además, se escogieron publicaciones relacionadas con los OVA, las cuales aportaron una mirada general de su utilidad, características, beneficios y desafíos, y una guía para el diseño e implementación de los OVA en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En investigaciones realizadas por autores como Botero (2018) y Rojas et al. (2023), se realizó un acercamiento a los antecedentes, una posible definición y una mirada de la situación actual de la educación STEM en Colombia en comparación con otros países. Los resultados mostraron que “los estudiantes requieren desarrollar habilidades para una sociedad tecnológica y poder desenvolverse de forma competitiva en el nuevo mercado laboral”. Por lo cual, se evidenció la necesidad de incluir un nuevo modelo educativo centrado en las necesidades de los estudiantes, en el cual es “indispensable una adecuada capacitación docente”.

Por su parte, autores como Callejas et al. (2011), Morales et al. (2016), Cardeño et al. (2017) y Martínez-Palmera et al. (2018) presentaron una visión del concepto de OVA y sus características; determinaron las metodologías, los componentes y las etapas para su diseño y construcción (definición de componentes de contenido y tecnológicos, de las actividades de aprendizaje y de la estrategia pedagógica); establecieron una guía con las especificaciones para la creación de un OVA de calidad (estándares para la creación de objetos de contenido formativo); enunciaron las propiedades para determinar si un recurso educativo es o no un OVA; enumeraron los criterios para evaluar y determinar la calidad y el impacto del OVA; y, por último, realizaron un análisis de la situación actual de los OVA en el país y cómo ha sido su evolución a lo largo de los años.

Los resultados de estas investigaciones mostraron que “el aprendizaje del estudiante depende de cómo se le presentan los contenidos temáticos, de las actividades que refuerzan su aprendizaje y de la coherencia que exista entre el material presentado y sus necesidades educativas” (Callejas et al., 2011), de manera que la inclusión de un OVA como mediación didáctica podría mejorar la práctica pedagógica, pero todavía se requieren cambios radicales en las prácticas, dependiendo de las características de cada contexto.

Por último, es necesario mencionar posibles estrategias para integrar la educación STEM y los OVA: autores como Llanos et al. (2021) y Miranda et al. (2023) evidenciaron la detección de vacíos conceptuales y la mejora de los resultados de aprendizaje de estudiantes, a través de la implementación del JiTT y el aprendizaje activo en los laboratorios. Entre los principales resultados, destacaron el aumento en el valor medio de las calificaciones y un desplazamiento de la distribución de las calificaciones hacia valores más altos y, por consiguiente, en su motivación.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Rúbrica de Complejidad de Preguntas

La Rúbrica de Complejidad de Preguntas (QCR, por sus siglas en inglés), desarrollada por los profesores French y Prather (2020), clasifica el grado de complejidad conceptual y cognitiva de una pregunta y caracteriza la riqueza de la conversación que se pretende evocar entre los estudiantes que intentan explicar y defender el razonamiento detrás de sus respuestas.

Por lo tanto, para determinar el código QCR de una pregunta, se considera lo que se necesita para “hacer explícito el conocimiento y razonamiento necesario para desarrollar un nivel de compromiso intelectual y articular una narrativa que debería convencer a otro estudiante de que la respuesta escogida es correcta” (French & Prather, 2020). Luego se considera si hay varios conceptos que deben integrarse juntos mientras se razona a través de la pregunta.

Cada pregunta se codifica asignando un número, que va desde el 1 hasta el 4, a través del cual se determina su nivel de complejidad cognitiva.

Los niveles diseñados son: trivial, bajo, medio y alto.

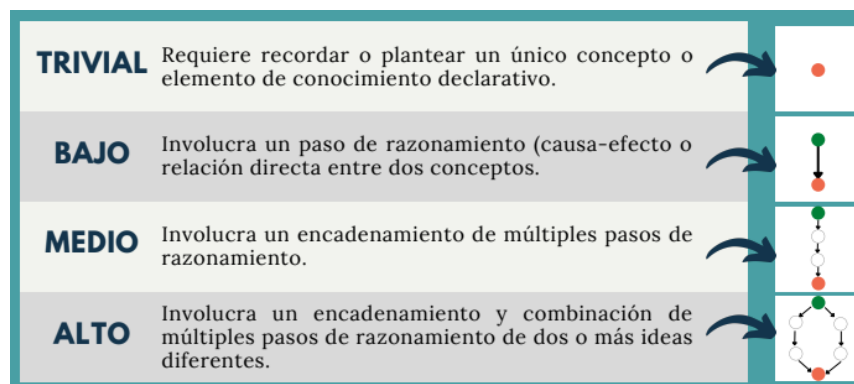
Preguntas de nivel de complejidad cognitiva trivial: Se formulan de manera tal que para que el estudiante pueda justificar la respuesta se requiera solo un conocimiento declarativo del tema. Generalmente están asociadas con la tarea intelectual de recordar, cuyo objetivo es determinar la apropiación de conceptos elementales.

Preguntas de nivel de complejidad cognitiva baja: Se formulan de manera tal que para que el estudiante pueda justificar la respuesta se requiera solo un paso cognitivo de razonamiento. Es decir, para llegar a la respuesta correcta, los estudiantes deben hacer una transición de una tarea intelectual a otra.

Preguntas de nivel de complejidad cognitiva media: Se formulan de manera tal que para que el estudiante pueda justificar la respuesta se requieran múltiples pasos cognitivos secuenciales de razonamiento. Es decir, para llegar a la respuesta correcta, los estudiantes deben hacer una transición entre varias tareas intelectuales.

Preguntas de nivel de complejidad cognitiva alta: Se formulan de manera tal que para que el estudiante pueda justificar la respuesta se requieran múltiples caminos (relacionados con los modos de representación) enlazados con múltiples pasos cognitivos secuenciales de razonamiento, integrando dos o más conceptos. Es decir, para llegar a la respuesta correcta, los estudiantes deben tomar múltiples caminos complementarios.

La *figura 1* muestra la rúbrica de complejidad de preguntas utilizada para codificar el nivel de complejidad cognitiva de una pregunta.

Figura 1*Rúbrica de complejidad de preguntas*

Nota. Adaptado de From a systematic investigation of faculty-produced Think-Pair-Share questions to frameworks for characterizing and developing fluency-inspiring activities, por French & Prather, 2020.

Los modos de representación son formas de transmitir información y pueden ser: palabras (escritas o habladas), imágenes (fotografías o bosquejos), gráficos y figuras, tablas, formalismos matemáticos (ecuaciones u otras expresiones matemáticas), números, animaciones (no permite el cambio de parámetros o variables), simulaciones (permite mecanismos de interacción con el usuario y el cambio de parámetros), grabaciones (audios o videos), gestos (expresiones faciales o movimientos corporales), algoritmos (pseudocódigo o código en algún lenguaje específico), y diagramas de flujo.

Por otro lado, las tareas intelectuales son ejercicios cognitivos específicos que se realizan para llegar a la respuesta a una pregunta y justificarla. Estas pueden ser: visualizar, dibujar o bosquejar, modelar, comparar, identificar, predecir, extrapolar, contar o enumerar, clasificar o categorizar, ordenar, emparejar o relacionar, razonar cuantitativamente, calcular, aplicar y analizar, y escribir o redactar.

Se debe tener en cuenta que, para facilitar la formulación de preguntas bajo el marco propuesto, se desarrolló una [plantilla de formulación de preguntas](#).

2.2.2 Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA)

Según el Ministerio de Educación Nacional de Colombia – MEN (2006), un Objeto Virtual de Aprendizaje – OVA se define como:

Todo material estructurado de una forma significativa, asociado a un propósito educativo (en este caso para la educación media) y que corresponde a un recurso o contenido de carácter digital que pueda ser distribuido y consultado a través del Internet: cursos, cuadros, fotografías, películas, vídeos y documentos que posean objetivos claros en la educación, entre otros.

Estos recursos digitales están constituidos por 4 componentes clave: objetivos de aprendizaje, contenidos, actividades de aprendizaje y evaluaciones.

Como lo describe Latorre (2008), algunas de sus características más relevantes son:

Educatividad: Capacidad para generar aprendizaje.

Atemporalidad: Capacidad para permanecer vigentes en el tiempo.

Accesibilidad: Facilidad para ser identificados, buscados y encontrados.

Adaptabilidad: Capacidad para adecuarse a los diferentes estilos de aprendizaje.

Flexibilidad: Capacidad para usarse en múltiples contextos y en diversas áreas del saber, debido a su facilidad de actualización, gestión de contenido y accesibilidad.

Interoperabilidad: Capacidad para integrarse en diferentes plataformas.

Durabilidad: Buena vigencia de la información, sin necesidad de nuevos diseños.

Reutilización: Capacidad para ser usado en contextos y propósitos educativos diferentes, pudiendo combinarse dentro de nuevas secuencias formativas.

Usabilidad: Facilidad para ser usado intuitivamente.

Didáctica: Responde a qué, para qué, con qué y quién aprende.

2.2.3 Cuestionarios Autocalificables en Moodle

La actividad “cuestionario” en Moodle permite diseñar y crear evaluaciones con preguntas tipo opción múltiple, verdadero/falso, emparejamiento, respuesta corta, respuesta numérica, ensayo, arrastrar y soltar, calculada, emparejamiento, fórmulas, respuestas anidadas (tipo cloze), y descripción.

El cuestionario permite la edición de diferentes variables: asignarle un nombre y una descripción (con texto, imágenes, tablas, enlaces, código, entre otros recursos), fijar parámetros relacionados con la temporalización (la fecha de apertura y cierre del cuestionario, y el tiempo límite para resolverlo), controlar el método de calificación (promedio de todos los intentos o la calificación más alta) y la cantidad de intentos permitidos, mostrar retroalimentaciones de todo tipo, y configurar opciones de revisión (si se muestran los resultados, la retroalimentación y las respuestas correctas).

Además, permite configurar la evaluación con preguntas seleccionadas aleatoriamente o con preguntas del banco de preguntas.

Cada intento hecho por los estudiantes se califica automáticamente (con excepción de las preguntas de tipo descripción o ensayo), y los resultados se guardan en la matriz de calificaciones. En este sentido, Moodle permite descargar los datos de las calificaciones, de las respuestas y de diferentes estadísticas del cuestionario.

Según la plataforma Moodle (2023), los cuestionarios pueden usarse para hacer:

Evaluaciones del curso.

Test para tareas de lectura o al final de un tema.

Exámenes de práctica con preguntas de exámenes anteriores.

Auto-evaluación (ofrecer información inmediata sobre el rendimiento).

2.2.4 Educación STEM

La educación STEM (por sus siglas en inglés) es un plan de estudios basado en la educación de los estudiantes en cuatro disciplinas específicas: Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, en un enfoque científico integrado, interdisciplinario y aplicado, donde los elementos interactúan y se afectan unos a otros. En lugar de enseñar las cuatro disciplinas como materias separadas y discretas, STEM “las integra en un paradigma de aprendizaje cohesivo basado en aplicaciones del mundo real” (Live Science, 2014).

Este enfoque “requiere el uso de métodos innovadores y alternativos de enseñanza y aprendizaje, tales como proyectos, simulaciones, herramientas tecnológicas” (Arduino, 2014).

Para clarificar este enfoque en Colombia, el MEN (2022) sirvió como el referente más importante. Este ministerio definió STEM como “un enfoque educativo que brinda oportunidades para que los estudiantes vivan experiencias de aprendizaje activo, integren diversas áreas de conocimiento, desarrollen competencias para la vida, y se conecten con las dinámicas y desafíos del contexto”.

En este sentido, el significado del enfoque STEM debía complementarse con la definición de competencias STEM. Para esto, se incluyeron definiciones dadas en artículos académicos y por organismos gubernamentales nacionales e internacionales.

En la *tabla 1* se resumió la información asociada con la definición de competencias STEM.

Tabla 1

Definición de competencias STEM según artículos y organismos gubernamentales

Fuente	Definición de Competencias STEM
MEN (2004).	Conjunto de conocimientos, actitudes, disposiciones y habilidades (cognitivas, socio–afectivas y comunicativas), relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible y con sentido de una actividad en

Fuente	Definición de Competencias STEM
Jang (2015).	contextos relativamente nuevos y retadores. Implica conocer, ser y saber hacer. Habilidades, conocimientos y actividades de trabajo necesarias que deben adquirirse o desarrollarse, a través de la experiencia y educación, para prepararse mejor para el éxito en la carrera, el lugar de trabajo y la vida.
OCDE (2017).	Conjunto de conocimientos, habilidades y destrezas que pueden aprenderse, permiten a los individuos realizar una actividad o tarea de manera adecuada y sistemática, y que pueden adquirirse y ampliarse a través del aprendizaje. Incluye toda la gama de competencias cognitivas, técnicas y socioemocionales.
UNESCO y OIE (2019).	Capacidades de un individuo para aplicar el conocimiento, las habilidades y las actitudes de manera apropiada en su vida diaria, entorno profesional o contexto educativo.
Hu & Guo (2021).	Habilidades clave para satisfacer las necesidades de desarrollo personal y social, que se forman gradualmente en el proceso de aprendizaje.
Arikan, Erktin & Pesen (2022).	Conjunto de dominios y subdominios que involucran la solución de problemas y la ejecución de actividades relacionadas con Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas.
MEN, OEI y Parque Explora (2022).	Las competencias cubren tanto el ‘saber qué’ (el conocimiento, las actitudes y los valores asociados con las distintas áreas del conocimiento) como el ‘saber hacer’ (las habilidades para aplicar ese conocimiento, teniendo en cuenta las actitudes y valores éticos, con el fin de actuar de manera apropiada y efectiva, en un contexto dado).

Como resultado de esta revisión bibliográfica, se seleccionaron las características más importantes y comunes del enfoque STEM y se destacaron aquellas que se alinean con las políticas educativas dadas por el MEN en Colombia.

En la *tabla 2* se resumió la información asociada con la definición de las características del enfoque STEM.

Tabla 2

Características del enfoque STEM

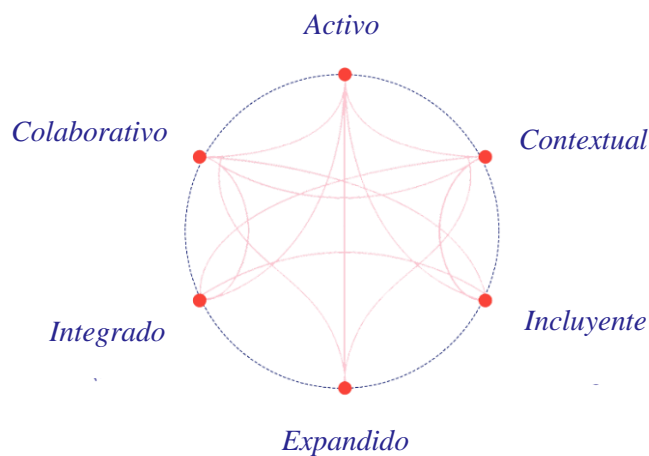
Características	Definición según el MEN
Metodologías activas.	Conjunto de estrategias, técnicas y métodos que provienen de un modelo educativo innovador que se centra en el aprendizaje activo y situado del estudiante, que fomenta el trabajo en equipo, el espíritu crítico, la resolución de problemas y la creación de proyectos pertinentes en la vida real.
Presencia de varias disciplinas.	Dentro de los fenómenos que se abordan en una experiencia educativa o un proyecto de investigación escolar, siempre están presentes múltiples áreas.
Análisis de problemas de la vida real.	Diseño de soluciones a problemas de la vida real, utilizando herramientas y tecnologías actuales, y desarrollando actividades de formación situada.
Alianzas.	Creación de alianzas entre el sistema educativo, el sector productivo, el público y otras instituciones no gubernamentales vinculadas con la ciencia, la tecnología y la innovación.
Formación docente.	Modificar las prácticas de los maestros en el aula y estimular a los docentes hacia la implementación de metodologías activas, la integración curricular y las competencias del siglo XXI.
Vocaciones.	Influir en la orientación vocacional de los estudiantes, y estimular en ellos la decisión por carreras profesionales vinculadas con las áreas propias de esta propuesta.
Reformas educativas.	Exige a las instituciones educativas modificar los planes de estudio o planes educativos institucionales para la implementación del enfoque STEM.

Por otro lado, se definió un conjunto de principios orientadores que describen los elementos indispensables a tenerse en cuenta en la implementación del enfoque STEM. Estos principios representan un derrotero para desarrollar cualquier propuesta educativa.

La *figura 2* muestra los principios orientadores del enfoque STEM.

Figura 2

Principios orientadores del enfoque STEM



Nota. Tomado y adaptado de *Visión STEM+: Educación expandida para la vida*, por MEN (2022).

En la *tabla 3* se resumió la información asociada con la definición de los principios orientadores del enfoque STEM.

Tabla 3

Principios orientadores del enfoque STEM

Principio Orientador	Definición según el MEN
Integrado (Aprendizaje flexible).	Implementa estrategias didácticas, metodológicas y pedagógicas flexibles, para que los estudiantes interactúen con las áreas de conocimiento de forma interconectada.
Incluyente (Aprendizaje abierto).	Promueve la diversidad, la inclusión y la participación de niñas y niños, mediada con recursos y experiencias de aprendizaje que reconocen los saberes, intereses y contextos de las comunidades.
Colaborativo (Aprendizaje en red).	Se materializa desde la pluralidad, el respeto hacia la diferencia, la complementariedad de pensamientos e ideas, y la construcción colectiva entre los estudiantes, las familias y los demás actores del ecosistema educativo.

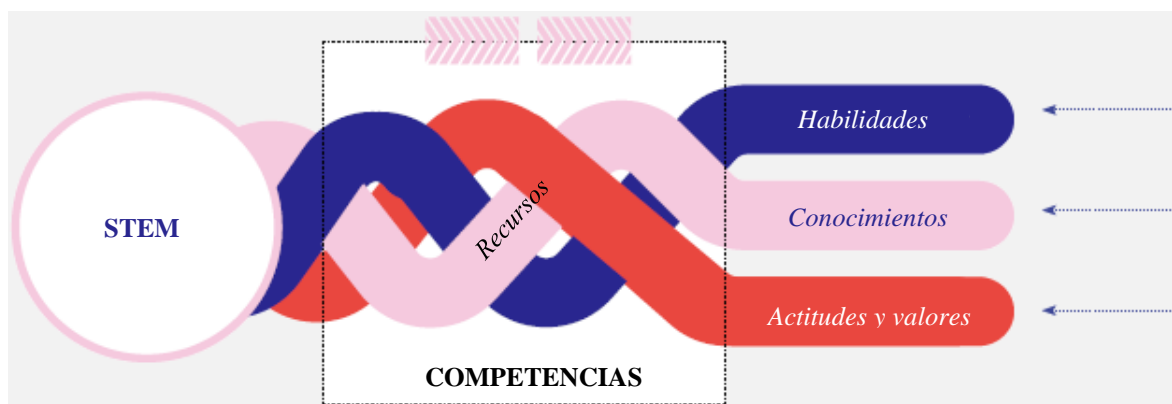
Principio Orientador	Definición según el MEN
Expandido (Aprendizaje ubicuo).	La escuela se entiende como parte de un ecosistema que traspasa fronteras para expandirse continuamente. La experiencia de aprendizaje se busca en todos los momentos y lugares.
Activo (Aprendizaje experiencial).	Propicia las condiciones para que cada persona se responsabilice de su propio aprendizaje, lo construya y le dé sentido, de manera que se convierta en un aprendiz permanente y autónomo.
Contextual (Aprendizaje relevante).	Aborda situaciones reales que favorecen la comprensión y aplicabilidad de los conocimientos adquiridos a problemas de diferente índole, y reconocen las diferencias, necesidades y convergencias del contexto.

Por último, se definieron las competencias que deben desarrollarse con la implementación del enfoque STEM. La formulación e incorporación de competencias en la investigación se realizó con el fin de “lograr transformaciones en el sistema educativo que preparen a las niñas, niños y jóvenes para una vida sostenible, plena y saludable en el siglo XXI”.

Las competencias STEM (ver *figura 3*) involucraron las habilidades, los conocimientos, las actitudes y los valores, y un factor (los recursos) que ayudó a entrelazar las competencias.

Figura 3

Competencias STEM según el MEN



Nota. Tomado y adaptado de *Visión STEM+: Educación expandida para la vida*, por MEN (2022).

Adicionalmente, como complemento, se realizó una comparación entre las competencias promovidas por el MEN y otras competencias promovidas por diferentes autores en artículos académicos (ver *tabla 4*).

Tabla 4

Competencias STEM promovidas por diferentes referentes

Competencias según el MEN	Competencias según Jang (2015)	Competencias según Hu (2021)	Competencias según Arikán (2022)
Conocimientos.	–	Conceptos científicos.	Conceptos y principios.
		Pensamiento científico.	Alfabetización científica
		Práctica de investigación.	Argumentación.
Habilidades.	Habilidades para resolver problemas (Resolución de problemas).	–	Pensamiento algorítmico.
		–	Reconocimiento de patrones.
		–	Modelado.
Actitudes y valores.	Habilidades de comunicación en contexto social (Trabajar con personas). Habilidades de sistemas (Trabajar con un sistema organizacional).	Actitudes y responsabilidad.	–
	Habilidades tecnológicas y de ingeniería (Trabajar con tecnología).	–	Problemas tecnológicos y de ingeniería.
Saber cómo.	Habilidades para la gestión del tiempo, los recursos y el conocimiento (Trabajar con recursos).	Alfabetización informacional.	Codificación.
			–

Ya que las competencias STEM promovidas por estos referentes están implícitas en las competencias propuestas por el MEN, en la *tabla 5* solo se resumió la definición de competencias STEM según el MEN.

Tabla 5

Definición de cada competencia STEM promovida por el MEN

Competencias según el MEN	Definición de la competencia STEM
Conocimientos.	Conocimiento que construyen las personas a partir de las teorías, los conceptos, los saberes locales, los procedimientos y las técnicas provenientes de distintas disciplinas que se superponen e interrelacionan.
Habilidades.	Capacidades que tienen las personas para aplicar el conocimiento, teniendo en cuenta las actitudes y valores éticos, con el fin de actuar de manera apropiada y efectiva en un contexto dado.
Actitudes y valores.	Comportamientos y actitudes de las personas y la manera en que resuelven dilemas y determinan el mejor curso de acción frente a opciones conflictivas. Las actitudes están relacionadas con la motivación de los estudiantes que predispone su accionar hacia determinadas metas y objetivos.
Saber cómo.	Conjunto de procedimientos que permiten a las personas aprender a gestionar el tiempo, los recursos, la información, los macrodatos y la tecnología (así como su relación con ella), con el objetivo de ayudarlos a desarrollar conocimientos y habilidades.

3. Detalles Metodológicos

3.1 Población Objetivo

La elección de la **Institución Educativa Fundación Colegio UIS – FCUIS** se realizó teniendo en cuenta que cumplieran con los criterios de selección establecidos: (1) estrategias que empleaban los profesores de ciencias de la institución en sus prácticas pedagógicas, (2) recursos de enseñanza y aprendizaje usados por los profesores, (3) resultados académicos de los estudiantes en cada asignatura, (4) presaberes de los estudiantes, (5) plan de estudios de cada una de las asignaturas que se intervinieron en el grado de décimo.

Durante el *primer ciclo*, la implementación se realizó con la *FCUIS*, una institución privada del sector urbano ubicada en el municipio de Floridablanca, Santander. La población con la cual se realizó la actividad de campo correspondió con 81 estudiantes de grado décimo, 74 estudiantes de grado undécimo y 6 profesores que orientaban *Física*, *Química* y *Matemáticas* en estos grados.

Los estudiantes seleccionados presentaban las siguientes características:

- a. Mujeres y hombres con edades comprendidas entre los 14 y 17 años.
- b. Estudiantes mentalmente sanos.
- c. Estudiantes cuyo lugar de residencia se encontraba ubicado en estratos socioeconómicos que oscilan entre 4 (medio) y 6 (alto).
- d. Las principales actividades económicas que realizaban los padres de familia eran trabajos profesionales.
- e. Estudiantes que, a pesar de tener buen acceso a herramientas tecnológicas, recursos y condiciones de vida dignas, estaban poco motivados y comprometidos por aprender Ciencias y Matemáticas.

3.2 Muestra y Método de Muestreo

La muestra seleccionada para el trabajo de investigación y el análisis del impacto de la implementación del OVA y de la actividad realizada en los laboratorios de la UIS correspondió con 155 estudiantes en total y 6 profesores que orientaban Física, Química y Matemáticas. En este sentido, todos los estudiantes y padres de familia o responsables firmaron los formatos en los que dieron su consentimiento para participar en la investigación (ver *apéndice A*).

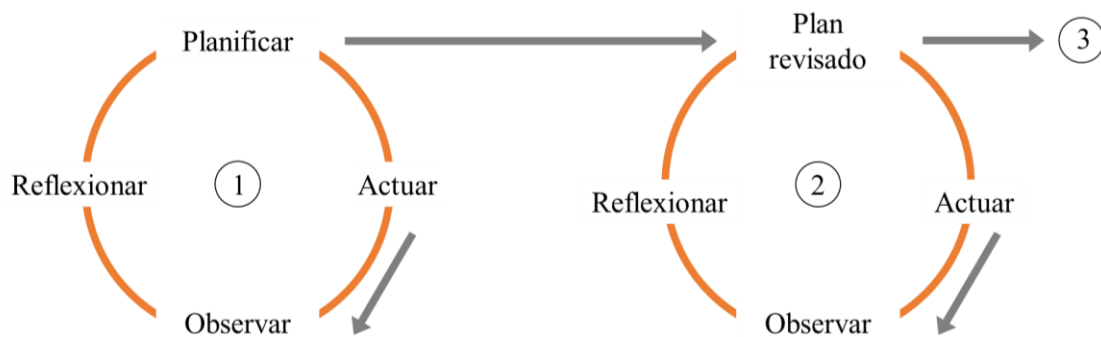
La selección de esta muestra se realizó a través de una técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia, teniendo en cuenta el interés de la universidad por incluir a la FCUIS en la implementación y la cercanía del investigador con algunos docentes de la institución escogida, lo que se tradujo en la facilidad de acceso, disponibilidad y proximidad de la población de interés con el investigador.

3.3 Metodología

Para el desarrollo de la investigación, se ejecutaron las cuatro fases de la investigación–acción propuestas por Antonio Latorre en su espiral de ciclos: plan de acción, acción, observación y reflexión (ver *figura 4*).

Figura 4

Espiral de ciclos de la investigación – acción



Nota. Tomado y adaptado de *La investigación–acción: Conocer y cambiar la práctica educativa*, por Latorre (2005).

En la primera fase se realizó la selección de la población objetivo en la FCUIS, se analizó e identificó una necesidad educativa de la FCUIS (diagnóstico de la situación actual de la institución), y se plantearon hipótesis, en forma de sentencias directrices, que buscaban posibles soluciones al problema detectado y orientaban en forma general algunos aspectos estudiados:

Hipótesis 1 (H₁): Los cuestionarios autocalificables del OVA le permiten al estudiante determinar su nivel de comprensión a partir del resultado obtenido.

Para verificar la validez de la hipótesis 1, se diseñaron Cuestionarios de Preparación del Laboratorio – CPL con preguntas de diferentes niveles de complejidad cognitiva (implementando el marco de creación de preguntas de French&Prather) que ayudaron a determinar el nivel de apropiación de la información (trivial, bajo, medio o alto). Los CPL del OVA se configuraron para que mostraran las calificaciones una vez terminada la prueba, de manera que cada estudiante pudo verificar si sus respuestas fueron correctas o no, identificar sus vacíos conceptuales y preconceptos erróneos, y recibir una retroalimentación inicial desde la plataforma Moodle (ver la sección “4.2.3 Formulación e Implementación de un Banco de Preguntas”). Por lo tanto, se aceptó la hipótesis 1.

Hipótesis 2 (H₂): Los resultados obtenidos por los estudiantes en los cuestionarios autocalificables del OVA le permiten al profesor mejorar el proceso de retroalimentación y clarificación de errores conceptuales de sus estudiantes.

Inicialmente, los profesores no destinaban el tiempo ni los recursos tecnológicos para dar retroalimentaciones a los estudiantes. Es por esto que, para verificar la validez de la hipótesis 2, se dio acceso a los profesores a las respuestas de los CPL del OVA, de manera que antes de la clase identificaron los errores más comunes y enfocaron la sesión en la clarificación conceptual y retroalimentación oportuna, a través de Moodle y durante el desarrollo de los laboratorios (ver la sección “4.2.4 Programa de Capacitación Docente”). Por lo tanto, se aceptó la hipótesis 2.

Hipótesis 3 (H₃): Al contar con la información organizada en el OVA, tanto de enlaces a material de estudio como a los cuestionarios autocalificables, se mejora el proceso de aprendizaje.

Para verificar la validez de la hipótesis 3, se ubicó tanto el material de estudio como los cuestionarios en el OVA en Moodle, de manera que los estudiantes pudieron estudiarlo fácil y ordenadamente, y responder las preguntas antes de la sesión sincrónica. Una vez apropiada la información, los estudiantes pudieron preparar la sesión práctica y, posteriormente, presentaron informes que validaron la corrección de preconceptos erróneos, el establecimiento de nuevos saberes y el desarrollo de competencias STEM (ver la sección “4.2.2 Componente Virtual del Ambiente de Aprendizaje B-Learning: OVA”). Por lo tanto, se aceptó la hipótesis 3.

Hipótesis 4 (H₄): El OVA mejora la motivación de los estudiantes por aprender Ciencia, Tecnología y Matemáticas (STEM).

Para verificar la validez de la hipótesis 4, se aplicaron encuestas antes y después de la implementación, de manera que se evidenció un cambio en el gusto y la motivación por aprender temáticas de ciencias e ingenierías (ver las secciones “4.1.4 Caracterización de la Población de la FCUIS” y “4.4.1 Evaluación del Impacto de la Visita”). Por lo tanto, se aceptó la hipótesis 4.

Esta primera fase se dividió en 4 etapas: reunión con personal administrativo de la UIS y de los colegios; determinación de necesidades institucionales; definición de temáticas de Física y Química; y caracterización de la población.

En la segunda fase se ejecutó lo planeado. Esta fase se dividió en 6 etapas: Elaboración de material, desarrollo e implementación del Objeto Virtual de Aprendizaje en la plataforma Moodle (componente virtual del ambiente de aprendizaje *b-learning*), programa de capacitación docente, formulación e implementación de un banco de preguntas, visita estudiantil (componente físico del ambiente de aprendizaje *b-learning*), y elaboración de informes de laboratorio.

En la tercera fase se supervisó y documentó la investigación a través de las diferentes técnicas de recogida de información utilizadas.

En la cuarta fase se analizaron los datos, se interpretó la información y los resultados, y se sacaron conclusiones del primer ciclo para replantear la acción en un segundo ciclo. Esta fase se dividió en 2 etapas: Evaluación del impacto del ambiente de aprendizaje *b-learning* (tanto en su componente virtual como en su componente físico) y evaluación de competencias STEM en los estudiantes de la FCUIS.

El análisis y las conclusiones de la implementación del primer ciclo con la FCUIS sirvieron para determinar los aspectos a tener en cuenta en la ejecución de un segundo ciclo ajustado. Este ciclo se planteó para el colegio Bicentenario.

4. Implementación con la Fundación Colegio UIS

4.1 Plan de acción

4.1.1 Reunión con Personal Administrativo de la UIS y de los Colegios

Una parte fundamental de la planeación y ejecución de la investigación correspondió con las reuniones realizadas con el personal administrativo de la UIS y de los colegios, así como con los profesores que harían parte del proyecto.

Inicialmente, se estableció contacto con profesores y rectores de diferentes instituciones educativas de toda Colombia, en especial, de Santander. En estas reuniones se presentaron las generalidades, el propósito y la población objetivo del proyecto; se analizó que cumplieran con los criterios de selección establecidos; y se indagó acerca del interés y la disposición de participar en el proyecto.

Adicionalmente, se realizaron reuniones con un miembro de la secretaría de educación de Girón, Santander, para establecer otros criterios de inclusión para instituciones educativas de ese municipio: (1) estar ubicadas en zonas rurales, en especial, aquellas con difícil acceso, (2) bajo rendimiento académico, (3) bajo rendimiento en las pruebas Saber 11.

Una vez finalizadas las reuniones con dichas instituciones, se realizaron reuniones con los directores de las escuelas de Física y Química de la UIS: se presentaron los objetivos del proyecto, la población interesada, los detalles metodológicos y presupuestales, y los resultados esperados, de manera que se pudiera realizar un análisis preliminar de la viabilidad de la implementación.

Posteriormente, por solicitud de los directores de escuela, fue necesario realizar reuniones con profesores ocasionales de la UIS para planear la creación de material y con los profesionales de los laboratorios para planear la ejecución de las prácticas y los experimentos. A continuación, la propuesta se presentó ante el decano de la Facultad de Ciencias, donde se obtuvo el aval.

Después de obtener el aval, se analizó cada institución y se seleccionó a la FCUIS para la implementación. Por lo cual, también se realizó una visita con el rector de la FCUIS.

Por último, se realizó la solicitud ante la Vicerrectoría de Investigación y Extensión – VIE de la UIS para que el proyecto quedara registrado como un proyecto de extensión solidaria.

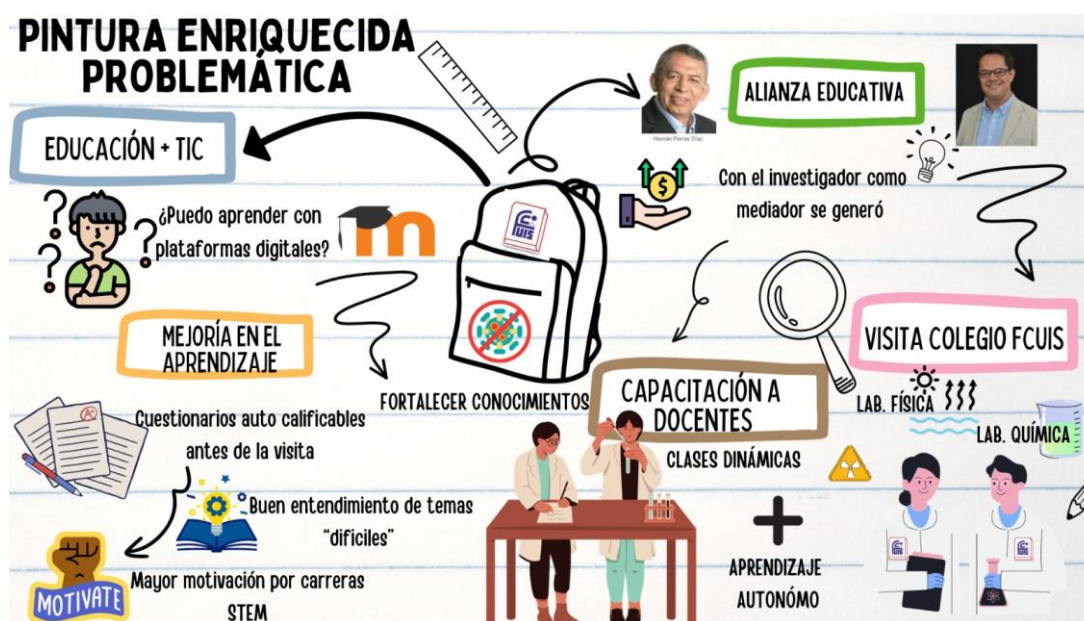
4.1.2 Determinación de Necesidades Institucionales de la FCUIS

Una vez se escogió a la FCUIS, se procedió a determinar sus necesidades: La FCUIS cuenta con una certificación con el Sello de Calidad ICONTEC que garantiza que sus procesos y servicios cumplen con un reglamento de calidad, eficacia y confiabilidad. Sin embargo, la institución aún tiene la responsabilidad de solucionar una dificultad relacionada con el aprovechamiento de los recursos disponibles, tanto humanos como tecnológicos, que ayuden a preparar a sus estudiantes para enfrentarse a las situaciones y los retos que plantea el mundo en la actualidad.

Para visualizar la situación actual descrita para la institución FCUIS se elaboró una pintura enriquecida (ver figura 5).

Figura 5

Pintura enriquecida sobre la situación actual de la institución FCUIS



Por tal motivo, se organizaron reuniones entre el rector de la FCUIS, los coordinadores académicos y el investigador para proponer estrategias de solución a las distintas necesidades institucionales encontradas. En este sentido, la FCUIS fijó como objetivo para los próximos años la adopción de un modelo pedagógico fundamentado en una formación avanzada en Ciencias, Tecnología y Matemáticas (STEM), a través de la creación de escenarios que estén apoyados en el desarrollo e implementación de proyectos integradores que propicien el pensamiento científico e investigativo, el trabajo colaborativo, la adquisición y generación de conocimientos, la resolución de problemas y el desarrollo de competencias para la vida.

La formulación de esta problemática permitió plantear una pregunta a resolver: *¿Cuál es el efecto, en el aprendizaje de las Ciencias, Tecnologías y Matemáticas (STEM), de un Objeto Virtual que incluye, entre otros recursos, cuestionarios autocalificables accesibles en línea?*

4.1.3 Definición de Temáticas de Física y Química

El MEN se encarga de establecer los lineamientos para que la institución ajuste los planes de área, teniendo en cuenta los estándares básicos de competencias y los derechos básicos de aprendizaje. Sin embargo, el currículo de cada asignatura se sigue diseñando de manera desarticulada, lo cual obliga a los profesores a desarrollar sus estrategias pedagógicas de manera tradicional y a dejar de lado el contexto en el que se encuentran los estudiantes.

Dicho esto, establecer temáticas adecuadas en el diseño curricular es fundamental para cumplir con los objetivos trazados en el proceso de enseñanza–aprendizaje, ya que estas pueden: tener en cuenta las necesidades y el contexto para estimular la motivación de los estudiantes; servir como eje estructural y organizacional de lecciones y sus contenidos; relacionar e integrar diferentes áreas del conocimiento; facilitar la planeación y ejecución de actividades y evaluaciones; y capacitar a los estudiantes para solucionar diferentes problemáticas que enfrenta su comunidad.

Por lo tanto, para iniciar con la articulación que requería el enfoque STEM se realizaron reuniones de planeación con los profesores del colegio, en las cuales se analizó cada currículo, teniendo en cuenta las temáticas definidas en los planes de área de Física, Química y Matemáticas del Proyecto Educativo de la FCUIS, para determinar cuáles eran las temáticas (de los lineamientos curriculares del *primer semestre* del año) que representaban mayores dificultades, conceptos erróneos y vacíos conceptuales para los estudiantes, y hacia cuáles de ellas tenían menos afinidad.

El análisis y selección de estas temáticas se realizó en diferentes entrevistas entre los profesores de la FCUIS y el investigador. Las temáticas debían relacionarse con conceptos físicos y matemáticos (gráficas y cálculo de errores) a través de proyectos de Laboratorio de Física que se pudieran realizar en la UIS (por lo cual se eligió MRU y MRUA), y químicos, a través de experimentos (por lo cual se eligieron reacciones de óxido – reducción y ácidos, bases y sales).

4.1.4 Caracterización de la Población de la FCUIS

Aunque la FCUIS se caracteriza por formar estudiantes con altas capacidades y excelente desempeño académico, la adaptación a un nuevo modelo pedagógico fundamentado en STEM exige la reestructuración de prácticas tradicionales y la inclusión de las TIC para la creación de nuevas prácticas y proyectos innovadores que tengan en cuenta el ejercicio de los 3 momentos de la clase (antes, durante y después) y la evaluación de esta.

A su vez, el enfoque STEM en la FCUIS requiere la formulación e implementación de estrategias que transformen la actitud, los intereses, los gustos y las motivaciones de los estudiantes hacia las herramientas tecnológicas aplicadas en la educación (especialmente en asignaturas como Ciencias, Física, Tecnología y Matemáticas) y las conviertan en algo atractivo y útil para su vida.

En consecuencia, se hizo necesario determinar los factores que podían influir en la educación de los estudiantes y en la implementación de un ambiente de aprendizaje *b-learning*. Para esto, se formuló la [encuesta](#) (ver *apéndice B*) en la cual cada estudiante opinó acerca de 3 aspectos principales: las TIC aplicadas en su proceso de enseñanza y aprendizaje (diagnóstico sobre la disposición y el uso de TIC), las asignaturas orientadas en la FCUIS, y los aspectos pedagógicos implementados en las asignaturas STEM en el colegio. Adicionalmente, se investigó acerca de algunos aspectos asociados con sus preferencias por las asignaturas.

Respecto al primer aspecto de la evaluación (las *TIC implementadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje*), se indagó sobre 6 elementos principales: los dispositivos tecnológicos utilizados en el tiempo libre, las actividades realizadas con estos dispositivos, el tiempo dedicado a cada actividad, las estrategias utilizadas para realizar las actividades académicas en casa, y los aspectos positivos y negativos destacados de la implementación de las TIC en actividades académicas.

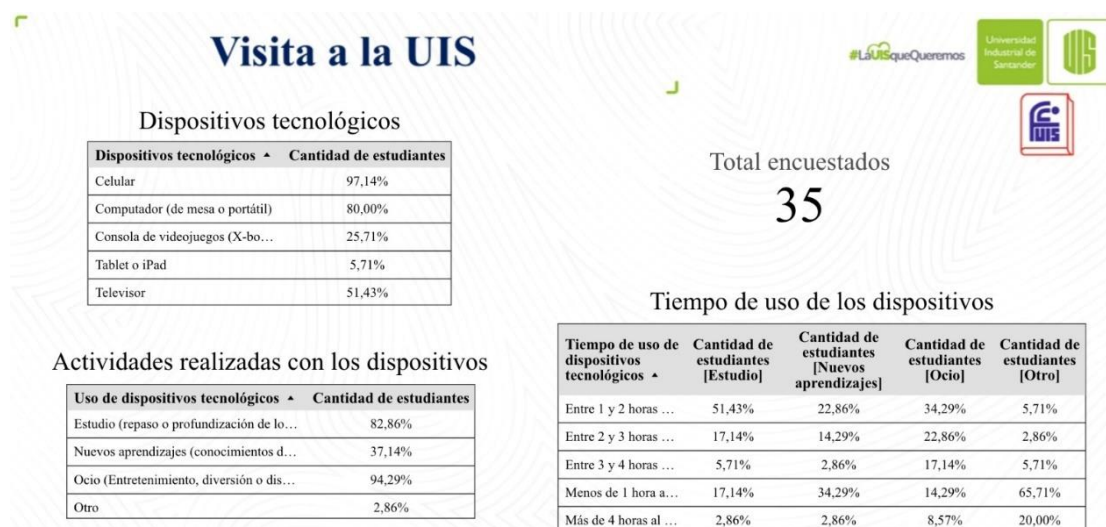
Según lo manifestado por los estudiantes, los *dispositivos tecnológicos más utilizados* en su tiempo libre eran el celular (97,14 %) y el computador (80 %); mientras que los menos utilizados eran las consolas de videojuegos (25,71 %) y las tabletas o iPad (5,71 %). Los estudiantes *utilizaban estos dispositivos* para realizar actividades de ocio (94,29 %), estudio o profundización de las temáticas vistas en el colegio (82,86 %) y adquirir nuevos aprendizajes que incluyeran información diferente a la recibida en el colegio (37,14 %).

En cuanto al *tiempo de uso de dispositivos* para estas actividades, se puede destacar que el 34,29 % de los estudiantes manifestó que dedicaba entre 1 y 2 horas al día para realizar actividades de ocio. En relación con el tiempo usado para repasar o profundizar en las temáticas vistas en clase, el 14,29 % de los estudiantes manifestó que dedicaba menos de 1 hora al día, el 51,43 % dedicaba entre 1 y 2 horas al día y el 8,57 % dedicaba más de 4 horas al día. Por último, el 34,29 % de los estudiantes manifestó que dedicaba menos de 1 hora al día para adquirir nuevos aprendizajes, el 22,86 % dedicaba entre 1 y 2 horas al día y solo el 2,86 % dedicaba más de 4 horas al día.

En la *figura 6* se muestran los resultados obtenidos para estos elementos.

Figura 6

Dispositivos tecnológicos utilizados, actividades realizadas y tiempo de uso



Por otro lado, el 80 % de los estudiantes manifestó que los cuadernos, las guías y los videos eran las *estrategias* más utilizadas *para realizar sus actividades académicas en casa*, seguidas por la lectura de libros (digitales o físicos) como método para estudiar en casa (el 42,86 % expresó su uso). Sin embargo, solo el 14,29 % dijo que implementaba estrategias más innovadoras como el uso de simuladores.

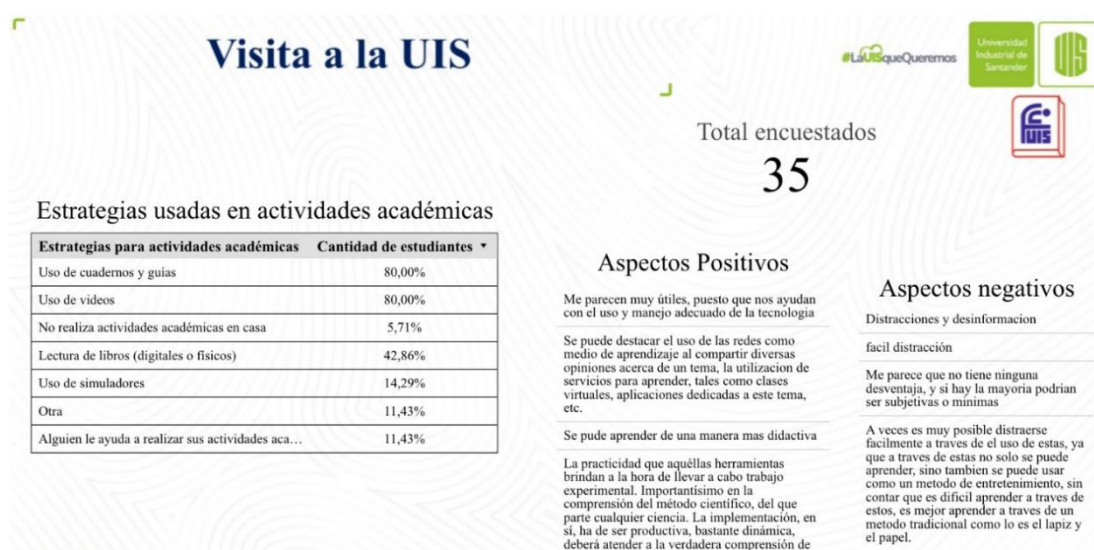
Adicionalmente, también se evaluaron los *aspectos positivos y negativos destacados del uso de las TIC en actividades académicas*. Entre los aspectos positivos, los estudiantes destacaron que eran didácticas, dinámicas, interactivas e innovadoras; existían más fuentes de información para consultar y era fácil acceder a ellas.

Por el contrario, los estudiantes destacaron que las TIC podían ser fuente de distracción, podían ser utilizadas solo para actividades de ocio, se corría el riesgo de que la información fuera errónea, y se les podía dar un mal manejo debido a la dificultad en su uso. Es decir, existía el reto de darle buen manejo a las TIC para poderlas integrar en los procesos de enseñanza–aprendizaje.

En la *figura 7* se muestran los resultados obtenidos para estos elementos.

Figura 7

Aspectos destacados de las estrategias usadas en las actividades académicas en casa



Respecto al segundo aspecto de evaluación (*asignaturas orientadas en la FCUIS*), se indagó sobre 5 elementos: el gusto de los estudiantes por cada asignatura orientada en el colegio, así como su percepción, fortalezas y debilidades acerca del aprendizaje de las asignaturas STEM.

Entre las respuestas que más mencionaron los estudiantes, se puede destacar que las asignaturas STEM se *percibían* como útiles, interesantes y fundamentales dentro de la malla curricular. Sin embargo, manifestaron que las temáticas tenían una alta complejidad, eran aburridas, densas y no tenían aplicación en su vida, lo cual se vio reflejado en el *bajo gusto de asignaturas* como Ciencias, Física y Tecnología.

El bajo gusto por estas asignaturas estaba relacionado con algunas *debilidades en su aprendizaje*, como la falta de comprensión de los fenómenos detrás de las temáticas, los conceptos previos erróneos y los vacíos conceptuales derivados del poco material de estudio y repaso, y la falta de relación entre la teoría y la práctica.

En cuanto al tercer aspecto de evaluación (*aspectos pedagógicos involucrados en el proceso de enseñanza–aprendizaje de las asignaturas de Ciencias, Física, Química, Informática y Matemáticas*), se valoraron las estrategias utilizadas por el profesor para desarrollar las clases, resolver las dudas y enfrentar las dificultades que se presentaban. En este sentido, los estudiantes coincidieron en que el uso de guías y videos debía complementarse con otras actividades y estrategias más didácticas, como la implementación de simulaciones, experimentos y laboratorios.

Por último, se indagaron aspectos relacionados con la *motivación* para aprender las asignaturas STEM y las *expectativas de estudios futuros*. Se encontró que, en promedio, los estudiantes calificaron con aproximadamente 4,08 (en escala Likert de 1 a 5) su motivación por el estudio de Ciencias, Física, Química, Informática y Matemáticas. Sin embargo, la mayoría manifestó poca claridad respecto a la carrera universitaria que le gustaría estudiar.

4.2 Acción

4.2.1 Elaboración de Material

Teniendo en cuenta que el JiTT se enfoca en que cada estudiante complete un proceso de estudio y trabajo previo a la sesión sincrónica, la información y el material de estudio desarrollado y compartido en el OVA (componente virtual del ambiente de aprendizaje *b-learning*) debía estar muy bien estructurado y organizado. Por tal razón, el desarrollo del material didáctico se consideró como una herramienta para la formación de profesores en TIC y estrategias de enseñanza y aprendizaje que facilitarían la elaboración de módulos de aprendizaje para los estudiantes. En este sentido, las reuniones de planeación y definición de temáticas realizadas con los profesores de la FCUIS fueron fundamentales para iniciar con el proceso de planteamiento, estructuración y elaboración de posibles proyectos y experimentos de laboratorio asociados con las temáticas.

Para esto, las Escuelas de Física y Química de la UIS pusieron a disposición de la investigación un equipo de trabajo conformado por profesores ocasionales de ciclo común y profesionales de laboratorio con conocimiento en montaje de equipos. Los profesores, junto con el investigador, se encargaron de la búsqueda, selección, organización y elaboración del material requerido. A su vez, los encargados de los laboratorios realizaron el montaje y la supervisión de los proyectos y experimentos.

Para el laboratorio de Física, se compartió el banco de proyectos existente (elaborados con la estructura de un proyecto de investigación), se escogió el [i1.v3. Determinación de la velocidad instantánea](#) y se actualizó; mientras que para Química se plantearon experimentos, se analizó su viabilidad, se determinó la disponibilidad de recursos y se desarrollaron los siguientes: [Ácidos y bases](#), [Bebidas Carbonatadas](#), [Celdas Electrolíticas](#), [Cinética Química](#) y [Oxido-reducción](#).

En el *apéndice C* se muestran los documentos de los proyectos y las hojas de trabajo.

Vale la pena mencionar que cada uno de estos documentos se enfocó hacia la formación para la investigación, a partir de una integración colegio–universidad que promoviera prácticas enfocadas en el cumplimiento del modelo pedagógico de la UIS, tal como lo establece el Proyecto Institucional: “con el liderazgo de los profesores y la disponibilidad de recursos institucionales, los estudiantes participan en procesos de investigación y generación de conocimiento por medio de los cuales se fortalecerá el aprendizaje autónomo, la comunicación efectiva, el trabajo en equipo y la perspicacia para reconocer, formular, investigar y resolver problemas”.

4.2.2 Componente Virtual del Ambiente de Aprendizaje B–Learning: OVA

Con el fin de centralizar recursos e información asociada a los proyectos, el componente virtual del ambiente de aprendizaje *b–learning* se desarrolló e implementó en la plataforma [Moodle](#) del colegio. Para cada uno de los laboratorios, se creó una sección que contenía enlaces a videos explicativos que permitieron orientar la lectura de los estudiantes previo a la sesión, apoyarlos en la preparación de la metodología seguida para la ejecución del proyecto y brindarles herramientas y recursos de apoyo necesarios para responder el CPL (presentado entre 36 y 12 horas antes).

En relación con esto, Moodle cuenta con un conjunto de herramientas que ayudaron al profesor con el seguimiento y la evaluación de los resultados: cada profesor tuvo acceso a la plataforma, *antes de la clase*, para conocer las respuestas de los estudiantes y, con este insumo, ajustar y desarrollar la sesión sincrónica en el laboratorio, retroalimentando sobre las fortalezas y debilidades, teniendo en cuenta las necesidades detectadas con el CPL.

A su vez, se puso a disposición el documento del proyecto de investigación (con la metodología para su ejecución) y la guía de trabajo (que contenía tablas para la toma de datos) como recursos utilizados *durante la clase* en el laboratorio, y el formato para elaborar el informe (partes del informe) *después de la clase*, así como material complementario.

Figura 10

Sección de Laboratorio de Química en el Aula Virtual de Aprendizaje en Moodle

The screenshot displays a Moodle interface for a chemistry laboratory. At the top, it says 'Laboratorio de Química' and 'Reglamento del Laboratorio'. Below this, there are four experiment cards. The first card, 'Experimento #1', is expanded to show its content. The content is a document titled 'PROCESOS DE ÓXIDO-REDUCCIÓN' from the 'Escuela de Química' at the 'Laboratorio de Química, Edificio: Facultad de Ciencias Exactas'. The document includes the following sections:

- 1. OBJETIVO GENERAL:**
 - Comprender el concepto de oxidación-reducción a partir de experimentos de laboratorio.
- 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**
 - Identificar en cada reacción experimental la especie oxidada, reducida y los agentes oxidantes-reductores.
 - Relacionar el proceso de oxidación-reducción con la obtención de metales y combustibles generados.
 - Comparar la ley de la conservación de la materia a partir de las reacciones químicas propuestas en el laboratorio.
- 3. MARCO TEÓRICO:**

¿Sabes que la energía que necesitamos para calentar nuestras actividades durante la afternoon de una reacción de oxidación-reducción? Estas reacciones son muy útiles e importantes en nuestra vida cotidiana, ya que se utilizan en diferentes procesos tanto biológicos como industriales. Por ejemplo, la producción de aluminio a partir de energía eléctrica, el funcionamiento y elaboración de dispositivos tecnológicos como celulares, computadores, etc. En otros casos como la transferencia de electrones de una semicelda a otra, que le da origen a la fuerza de potencial oxidante y generancia (reducción) de electrones. (Figura 1. de [\[1\]](#)).

d4.2.3 Formulación e Implementación de un Banco de Preguntas

Los proyectos de laboratorio se complementaron con la creación de cuestionarios, cuyo objetivo principal estuvo fundamentado en que el estudiante preparara sus clases al relacionar la teoría con los laboratorios, identificara sus vacíos conceptuales y preconceptos erróneos, y tomara medidas preventivas y correctivas (formulando dudas durante la clase) para mejorar los resultados de su proceso de aprendizaje al desarrollar los proyectos de laboratorio.

El cuestionario asociado con el laboratorio de Física: *il.v3. Determinación de la velocidad instantánea* contaba con una serie de preguntas diseñadas por profesores de Física de la UIS para evaluar los conceptos detrás de los fenómenos físicos estudiados en clase (sección de teoría) y su relación con la experimentación (sección de laboratorio). La sección de teoría tenía 15 preguntas cerradas; mientras que la sección de laboratorio tenía 14 preguntas en total (13 cerradas y 1 abierta). Estas preguntas fueron revisadas, corregidas y actualizadas por parte del investigador antes de su aplicación.

El cuestionario se configuró en Moodle de la misma manera en la que se configuran los cuestionarios aplicados a los estudiantes de Laboratorio de Física de la UIS: cada estudiante tuvo múltiples intentos para resolver la evaluación, cuyo método de calificación fue el promedio de la puntuación de todos los intentos. El cuestionario incluyó 2 preguntas aleatorias de la sección de teoría y 4 aleatorias de la sección de laboratorio (3 cerradas y 1 abierta). Además, incluyó una pregunta tipo ensayo en la cual cada estudiante podía formular preguntas al profesor y a los compañeros del grupo acerca de las temáticas relacionadas con los proyectos (ver *figura 11*).

Figura 11

Preguntas del CPL del proyecto de Física

i	Sección teoría	1,00
1	Aleatorio (I01.v3. Teoría y ...)	1,00
2	Aleatorio (I01.v3. Teoría y ...)	1,00
Página 3		
i	Sección laboratorio	1,00
3	Aleatorio (I01.v3. Cerrada...	1,00
4	Aleatorio (I01.v3. Cerrada...	1,00
5	Aleatorio (I01.v3. Cerrada...	1,00
6	Aleatorio (I01.v3. Abiertas ...)	0,00
Página 4		
7	T00.00_FormulaciónPreguntas En e...	0,00

Cada una de las preguntas creadas para los CPL se analizó y clasificó (ver *tabla 6*) haciendo uso de la plantilla de formulación de preguntas diseñada bajo el marco de nivel de complejidad de French & Prather (ver la sección “2.2.1 Rúbrica de Complejidad de Preguntas”).

Tabla 6

Clasificación del nivel de complejidad de las preguntas del banco

Nivel de complejidad	Cantidad de preguntas
Trivial	8
Bajo	19
Medio	1

En el *apéndice D* se muestra la clasificación de preguntas según su nivel de complejidad.

Vale la pena mencionar que los CPL se aplicaron como evaluaciones formativas.

4.2.4 Programa de Capacitación Docente

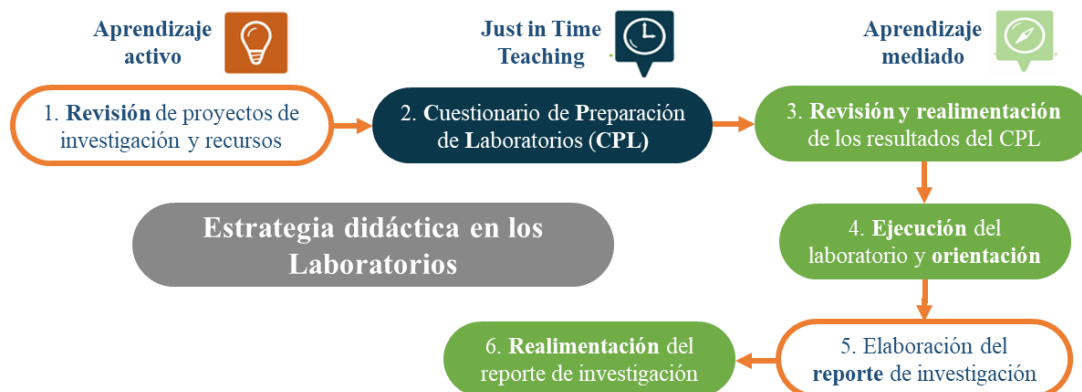
Con el objetivo de aportar al mejoramiento académico de la FCUIS, también se contempló una etapa de formación docente: Tomando como referencia la Escuela de Formadores llevada a cabo con profesores de la UIS, se realizaron sesiones de discusión, construcción colectiva y capacitación con los profesores de Física, Química y Matemáticas de la FCUIS. Estas capacitaciones fueron claves para garantizar la calidad y el éxito del proceso, asegurar el perfeccionamiento de las prácticas de enseñanza, y adaptarse a las necesidades de los estudiantes.

En las capacitaciones realizadas se abordaron las diferentes teorías y estrategias de enseñanza y aprendizaje (centradas en los componentes pedagógicos, tecnológicos, didácticos y prácticos), que definieron las metodologías a incorporar e implementar en el desarrollo de las asignaturas en las aulas de clase y en los laboratorios (*JiTT*, *aprendizaje activo*, *aprendizaje mediado*), así como la creación de recursos didácticos, la administración y el uso del aula virtual, y el seguimiento, la evaluación y la retroalimentación del proceso de aprendizaje.

En la *figura 12* se muestra la estrategia didáctica tomada como referencia en las capacitaciones y adoptada por los estudiantes y los profesores en los laboratorios:

Figura 12

Estrategia didáctica implementada en los Laboratorios



Durante la jornada de trabajo práctico con los profesores de la FCUIS, se realizó un taller sobre los proyectos a desarrollar por los estudiantes en su visita a los laboratorios de la UIS, de manera que los mismos profesores fueran los encargados de ejecutar los proyectos con los estudiantes, orientarlos en la metodología desarrollada, explicarles los fenómenos físicos y químicos detrás de las experiencias, y guiarlos en la elaboración del reporte de investigación.

Para esto, los profesores también tuvieron acceso a toda la información asociada a los proyectos, que se cargó en las aulas virtuales del colegio previo al encuentro. Una vez apropiada la información, cada uno de los profesores de Física y Matemáticas realizaron el proyecto de Laboratorio de Física; mientras que los profesores de Química realizaron cada uno de los 4 laboratorios de Química desarrollados (ver *figura 13*).

Figura 13

Profesores de la FCUIS en la sesión de apertura del proyecto



4.2.5 Componente Físico del Ambiente de Aprendizaje B-Learning: Visita Estudiantil

La planeación de la visita inició con una reunión entre el rector y los coordinadores de la FCUIS, el profesor David Miranda y el investigador. Se presentaron las generalidades, los objetivos, las estrategias, la metodología, los requerimientos, los beneficios y los riesgos del proyecto. Posteriormente, se realizó la solicitud formal para su ejecución. Una vez se consiguió el aval de los responsables, se efectuó una reunión informativa con los estudiantes para que dieran su asentimiento y con sus familiares responsables para que dieran su consentimiento informado.

La visita de los estudiantes a la UIS se realizó el 7 y 8 de marzo (estudiantes de 10° y 11°, respectivamente). Todos los participantes llegaron al campus a las 6:30 am, donde los esperaron el investigador y 2 auxiliares estudiantiles encargados de la organización. Posteriormente, se les dio la bienvenida a la UIS y las instrucciones de la visita.

Para el recorrido por los diferentes laboratorios de Física y Química, se formaron **6 grupos** ($G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6$), de entre **12 y 15 estudiantes** cada uno, que estuvieron rotando por los laboratorios, según el cronograma de actividades, tal como se muestra en la *tabla 7*:

Tabla 7

Cronograma de actividades de la visita de la FCUIS a la UIS

Horario	Lab. Física		Lab. Química			
	310	311	213	215	217	219
6:30 a 6:55	Bienvenida al campus					
7:00 a 7:55	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6
8:00 a 8:55			G_4	G_3	G_6	G_5
9:00 a 9:55	G_3	G_4	G_5	G_6	G_1	G_2
9:55 a 10:25	Descanso (plaza del Edificio Camilo Torres)					
10:25 a 11:15	G_3	G_4	G_6	G_5	G_2	G_1
11:20 a 12:15	G_5	G_6	G_1	G_2	G_3	G_4
12:20 a 13:15			G_2	G_1	G_4	G_3
13:20 a 13:45	Recorrido por la UIS					
13:45 a 15:00	Almuerzo y Salida del campus					

Cada sesión de laboratorio de Física duró 2 horas (las sesiones en el laboratorio 310 fueron dirigidas por el investigador); mientras que las de Química duraron 1 hora cada una. En total, cada uno de los 6 grupos realizó 5 proyectos durante la visita. Vale la pena destacar que los estudiantes de la FCUIS realizaron proyectos similares a los que los estudiantes del Ciclo de Ciencias Básicas de Ingenierías de la UIS realizan en sus primeros semestres en la universidad.

Al finalizar el recorrido por las estaciones, los estudiantes fueron guiados por diferentes edificios y lugares representativos de la UIS y, por último, hasta la salida donde fueron recogidos por el transporte escolar.

A continuación, se muestran algunas fotografías de los estudiantes en los laboratorios (ver *figura 14*) y de la visita a las instalaciones de la UIS (ver *figura 15*):

Figura 14

Visita de estudiantes a los laboratorios de la UIS



Figura 15

Visita de la FCUIS a las instalaciones de la UIS



4.2.6 Informes de Laboratorio

Después de la visita, cada subgrupo de estudiantes debía elaborar un informe detallado de lo realizado en cada laboratorio de Física y Química. Para esto, debían hacer uso del mismo formato, utilizado por los estudiantes de laboratorio de la UIS, para la elaboración del reporte de investigación de los proyectos de laboratorio (ver *figura 16*). Este reporte lo debían presentar en Word en un formato de tipo artículo, con un máximo de 8 páginas de contenido, y debían adjuntar las hojas de datos en la sección de anexos del informe final.

Figura 16

Formato para el reporte de investigación del laboratorio

Universidad Industrial de Santander

Formación para la Investigación
Escuela de Física, Facultad de Ciencias
Universidad Industrial de Santander
Construimos Futuro

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN¹

Nombres y Apellidos del Autor 1. Estudiante - Programa.

Nombres y Apellidos del Autor 2. Estudiante - Programa.

Nombres y Apellidos del Autor 3. Estudiante - Programa.

Frase célebre: Seleccionar una frase que para los autores sea significativa con relación al trabajo que realizaron e incluir el nombre del autor. Por ejemplo:
Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo.
Albert Einstein

Este documento es la plantilla para la elaboración del reporte de investigación de los proyectos de investigación de los laboratorios de física. El reporte de investigación se presenta en un formato de tipo artículo, con un máximo de 8 páginas de contenido, además de las referencias y la hoja de trabajo. El documento se debe entregar en formato Word.

Resumen
En el resumen se debe describir brevemente la experiencia y la principal conclusión del mismo, acorde con los objetivos del proyecto de investigación, con máximo de 300 palabras. En el resumen se plantea el problema y los principales resultados obtenidos. Es importante evitar la repetición de texto en el reporte de investigación, es decir, cada descripción debe aparecer en una sola parte de este documento.

INTRODUCCIÓN
En la introducción se amplía el planteamiento del problema, los objetivos, la pregunta de investigación o las hipótesis asociadas a la investigación, el estado del arte, una breve descripción del marco teórico, mencionando los principales conceptos con sus respectivas referencias. Con respecto a los aspectos de forma, la redacción se debe realizar en *tercera persona*, singular o plural según corresponda.

¹ Reporte de Investigación del subgrupo R, grupo XI, presentado al profesor NOMBRES APELLIDOS en la asignatura de Laboratorio de XXXX. Fecha: FECHA DE ENTREGA DEL REPORTE.

Universidad Industrial de Santander

Formación para la Investigación
Escuela de Física, Facultad de Ciencias
Universidad Industrial de Santander
Construimos Futuro

Como último párrafo de la introducción, se describen los componentes del documento. Por ejemplo, para el caso de esta plantilla, se describiría que el documento está organizado en 6 componentes fundamentales: Metodología y Equipo, Tratamiento de datos, Análisis de resultados, Conclusiones y Referencias, además de incluirse una breve descripción de cada uno de ellos.

METODOLOGÍA
La metodología responde a la pregunta: ¿cómo se hizo la investigación? En esta parte del reporte de investigación se presenta una descripción detallada del procedimiento específico realizado en el desarrollo del proyecto de investigación mencionando los equipos utilizados. Se debe incluir un gráfico, dibujo o foto del montaje realizado en el desarrollo del experimento, titulado como se muestra al final de este documento.

TRATAMIENTO DE DATOS.
En esta sección se incluye la tabla de datos, un cálculo tipo y una tabla donde se resuman los resultados con los cálculos realizados, además del cálculo del error, en caso que sea necesario.

ANÁLISIS DE RESULTADOS.
En esta sección se explican los resultados obtenidos y la comparación de dichos datos con los obtenidos por otros investigadores o los datos esperados (estos deben referenciarse), además, en lo posible, se deben incluir gráficos de análisis que muestren la relación entre las variables que hacen parte de la investigación. Se recomienda primero comentar con la identificación de las relaciones que los resultados indican. Posteriormente, señalar los casos en los cuales no se encuentre correlación entre las variables. De igual manera, se deben establecer los aspectos que no se pudieron resolver con el desarrollo de la experiencia, explicando las razones por las cuales se presentaron. En este aspecto es importante no ocultar, alterar o forzar los datos, sino reconocer las limitaciones de los datos, de los instrumentos de medición y los posibles errores en el procedimiento de medición.
Finalmente, se recomienda exponer las consecuencias teóricas de la investigación y las posibles aplicaciones de la misma. El análisis de resultado guía el planteamiento de las conclusiones, pero no repite textualmente.

Con respecto a las normas para la presentación de las gráficas deben ir centradas en el documento con su correspondiente título ubicado en la parte superior de la gráfica y en la parte inferior la fuente de la gráfica incluida. Un ejemplo se puede observar en la figura 1.

Para el caso de las tablas, de igual manera se deben incluir centradas en línea con el texto, se debe seguir el formato que se muestra a continuación, que incluye título de la tabla y fuente de la misma. En caso de que los autores de la tabla o gráfica sean los mismos autores del documento, se debe identificar en la Fuente: Autor(es) del reporte de investigación, manteniendo los tipos de letra y demás aspectos gráficos proporcionados en el ejemplo.

Además, debían revisar los parámetros que contenía la rúbrica y la lista de chequeo para entregar informes en las asignaturas de laboratorio (ver *apéndice E*). Esta rúbrica detallaba ítems de evaluación relacionados con la presentación, la metodología, el tratamiento de datos, el análisis de datos y gráficas, y las conclusiones del informe. Una vez calificados los informes, las rúbricas se utilizaron para dar una retroalimentación oportuna que les permitiera a los estudiantes identificar sus errores y aspectos por mejorar.

4.3 Observación

La fase de observación se fue realizando en paralelo con el plan de acción (fase 1) y la acción (fase 2), con el objetivo de recoger toda la información relacionada con la práctica de investigación, organizarla para reflexionar acerca de las consecuencias de la implementación, y dejar todo el proceso documentado. Por lo tanto, para determinar los factores que podían influir en el proceso de enseñanza de los profesores, de aprendizaje de los estudiantes y en la implementación de la investigación, se utilizaron algunas de las técnicas de recogida de información propuestas por Latorre (2005).

La técnica clave de recogida de información que se utilizó para la investigación fue la *observación participante*. Esta técnica se seleccionó para establecer un mayor acercamiento a la realidad y formar un vínculo más estrecho entre el investigador, los estudiantes, los profesores, la comunidad UIS y la comunidad de la FCUIS.

En relación con esto, el investigador recolectó información a través de diversas *entrevistas* y *reuniones* con el rector, los coordinadores académicos, los profesores y algunos estudiantes de la FCUIS y obtuvo información que le permitió una comprensión profunda de las necesidades de la institución para una posterior participación activa de alto impacto en todas las actividades realizadas con los profesores y los estudiantes (incluyendo el trabajo en uno de los laboratorios de Física) en la visita a la UIS.

Por otro lado, se utilizaron otras técnicas de recogida de información centradas en la conversación como el *cuestionario*. Para esto, se diseñaron y aplicaron una serie de preguntas, tanto cerradas como abiertas, con las cuales se indagó acerca de los gustos, intereses, pasatiempos y dificultades de los estudiantes, con el fin de realizar un diagnóstico sobre el problema, y se determinó con qué artefactos, recursos y herramientas contaban y cuál era su relación con ellas.

Adicionalmente, se recolectó información a través de *evaluaciones* (la plataforma Moodle permitió recoger estadísticas sobre las preguntas, las respuestas y los resultados de los CPL) y documentos escritos (los informes de laboratorio se entregaron tanto en físico como en digital en la plataforma de la FCUIS) para identificar el nivel de apropiación de los estudiantes acerca de la teoría detrás de los fenómenos estudiados.

Por último, durante todo el proceso, el investigador fue registrando la información a través de *fotos* y *videos* que permitían evidenciar el trabajo de los profesores y los estudiantes en los laboratorios. Adicionalmente, la división de comunicaciones UIS realizó algunas [entrevistas](#) a los participantes y publicó una [noticia](#) sobre la visita (ver *figura 17*).

Figura 17

Noticia de la visita de la FCUIS a la UIS

Estudiantes de la Fundación Colegio UIS vivieron una experiencia investigativa en el campus

Para motivar en los jóvenes la investigación, a través de prácticas educativas de laboratorio, y aproximarlos a una experiencia universitaria, la Universidad Industrial de Santander (UIS) recibió en el campus central a estudiantes de décimo y undécimo grado de la Fundación Colegio UIS (FCUIS).



Los estudiantes realizaron un recorrido por diversas instalaciones y realizaron una experiencia académica en los laboratorios de Física 1 y Química, ubicados en el edificio de la Facultad de Ciencias.

"Es una experiencia muy interesante y significativa para un estudiante, una oportunidad muy linda. Los docentes están muy pendientes y son respetuosos, intentan ser muy explicativos y son empáticos con el estudiante", dijo Juan Sebastián Ortiz Vega, estudiante de décimo grado de la Fundación Colegio UIS.

4.4 Reflexión del Primer Ciclo

Tomando como referencia los datos que aportaron las evaluaciones, los informes y las encuestas realizadas a los profesores y estudiantes, se realizó un análisis investigativo con enfoque cualitativo que reveló variables relacionadas con el impacto de la implementación de los instrumentos de evaluación (los CPL y los informes) y de las estrategias ejecutadas durante la visita en pro de consolidar un saber alrededor de los procesos de enseñanza que utilizaban los profesores y del mejoramiento de los procesos de aprendizaje de los estudiantes de la FCUIS a partir del desarrollo de competencias STEM.

Para el procesamiento de datos asociados con las respuestas obtenidas, se creó un sistema de codificación en el cual cada participante fue identificado con el código E_n , donde n representaba un número desde 1 hasta el 115, de acuerdo con el orden cronológico de la entrevista realizada. Esto es: El primer estudiante fue identificado con el código E_1 , el segundo estudiante fue identificado con el código E_2 , el estudiante 3 fue identificado con el código E_3, \dots , el estudiante 115 fue identificado con el código E_{115} .

Para el análisis cuantitativo se realizó un estudio de la cantidad de respuestas, asociadas a los aspectos fundamentales de la visita de la FCUIS a la UIS, obtenidas para cada categoría de la escala Likert (siendo 1, aceptable y 5, excelente).

Por otro lado, para el análisis categorial se realizó la selección de citas textuales; a continuación, se organizó la información; posteriormente se codificó la información usando códigos de primer nivel (etiquetas que definieron las citas textuales) y de segundo nivel (nuevos códigos producto de asociaciones de códigos de primer nivel); por último, se realizó la construcción de categorías centrales a partir de un análisis categorial: aspectos por mejorar en la visita y aspectos positivos.

4.4.1 Evaluación del Impacto de la Visita de los Estudiantes de la FCUIS

Para evaluar la percepción de los partícipes del proyecto, respecto a 3 aspectos clave (la visita a la UIS, los laboratorios realizados y los profesores que acompañaron el proceso y la experiencia), se formuló una [encuesta de satisfacción](#) (ver *apéndice F*) que debía seguir los lineamientos propuestos en el formato FEX.09 (ver *apéndice G*) para educación no formal.

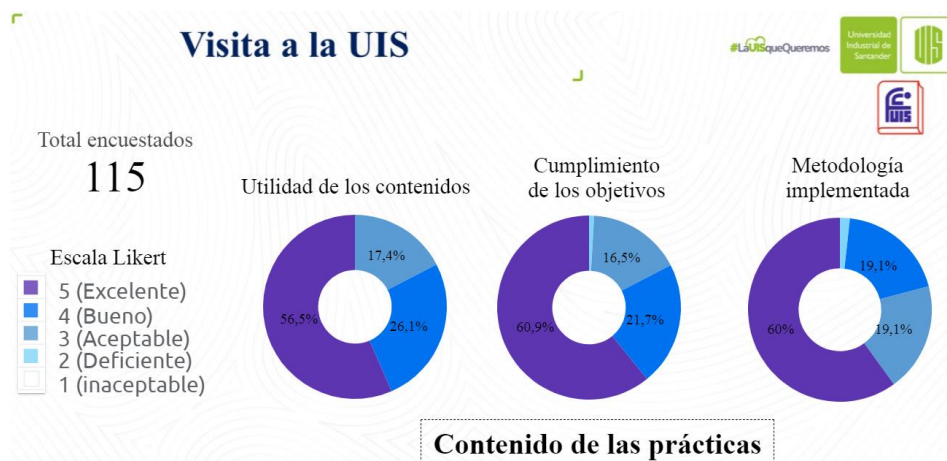
En total se obtuvieron **115 respuestas de los participantes** a la encuesta realizada.

Respecto al primer aspecto de la evaluación (*visita a la UIS*), se tuvieron en cuenta 3 elementos principales: el contenido de las prácticas, los recursos empleados y el cumplimiento de los compromisos.

En cuanto al *contenido de las prácticas*, aproximadamente el 59 % de los encuestados encontró una excelente utilidad en los recursos desarrollados y utilizados en los laboratorios, opinó que la metodología implementada en el proyecto fue excelente y concluyó que los objetivos de las prácticas se habían cumplido en su totalidad. Además, el 40 % afirmó que el contenido de las prácticas fue bueno o aceptable (22 % y 18 %, respectivamente), mientras que 1 % restante afirmó que era deficiente (ver *figura 18*).

Figura 18

Percepción de los estudiantes respecto al contenido de las prácticas

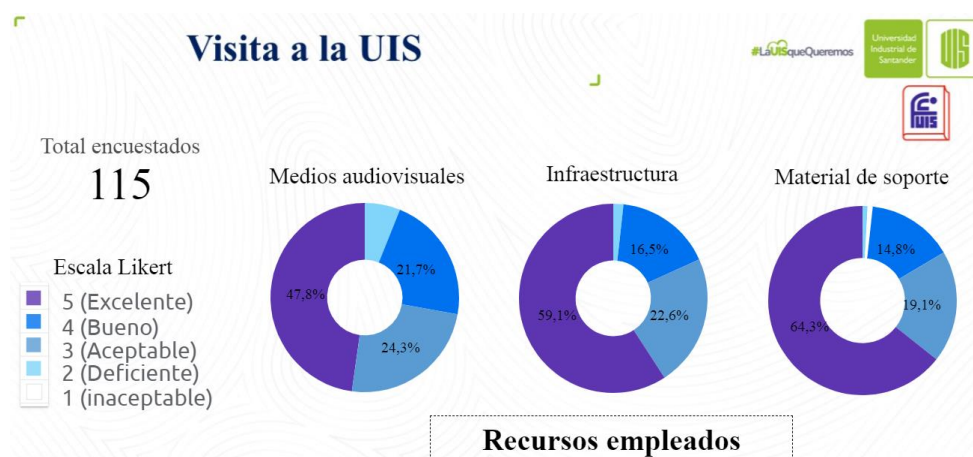


Esto se debió a que todos los proyectos y experimentos se planearon considerando las necesidades de aprendizaje de los estudiantes y el impacto que los contenidos pudieran generar en el ejercicio de su práctica estudiantil, tal como lo expresó el estudiante E_{114} : “Me gustó la práctica y pude aprender”. Además, se involucraron metodologías innovadoras que ayudaron a despertar el interés de los estudiantes por aprender, tal como lo manifestó el estudiante E_1 : “Prácticas interesantes e innovadoras. Muy buena organización de todas las actividades” y el estudiante E_{25} : “Lo práctico hace que el aprendizaje sea más divertido”.

Referente a los *recursos empleados en la visita*, el 48,2 % de los encuestados manifestó que los medios audiovisuales utilizados en las presentaciones fueron excelentes, el 64,9 % creyó que el material de soporte utilizado en las Aulas Virtuales de Aprendizaje no tuvo ningún inconveniente y el 58,8 % observó que la infraestructura de los laboratorios se encontraba en perfecto estado. Así mismo, entre el 14 % y el 21 % de las respuestas obtenidas estuvieron asociadas a un buen manejo de los recursos. Sin embargo, un gran porcentaje (entre el 20 % y 25 %) de los encuestados evaluó como aceptables los recursos empleados en la visita a la UIS y cerca del 3 % los evaluaron como deficientes (ver *figura 19*).

Figura 19

Percepción de los estudiantes respecto a los recursos empleados en la visita

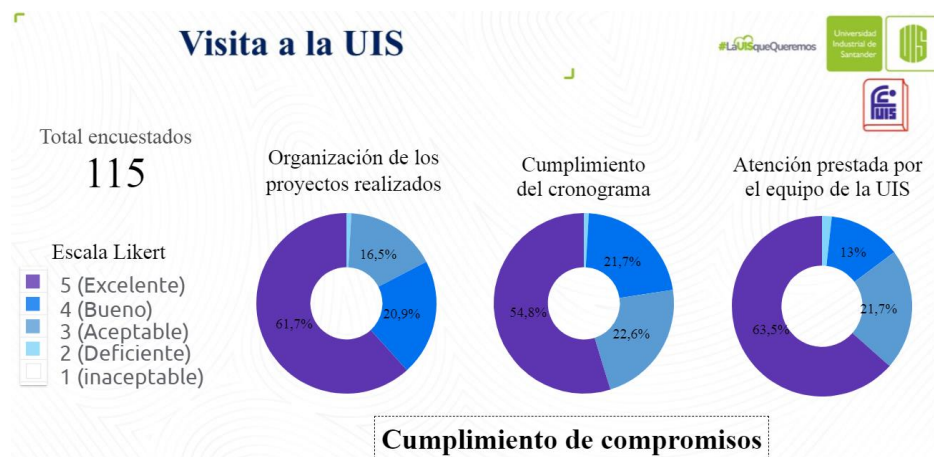


Esto fue posible porque la UIS cuenta con una planta física adecuada para recibir una gran cantidad de estudiantes e instalaciones acondicionadas con equipos, elementos, materiales y recursos de alta calidad para el desarrollo de los proyectos y experimentos. Además, antes de la visita se realizó la revisión y el mantenimiento preventivo de los elementos del laboratorio para garantizar las condiciones que necesitaban los estudiantes para aprender y desarrollar diferentes competencias. Así lo comentó el estudiante E_{50} : “Instalaciones muy preparadas y con todo tipo de materiales” y el estudiante E_{96} : “Tiene un muy buen ambiente para desarrollar diferentes competencias y una excelente infraestructura”.

Con relación al *cumplimiento de los compromisos planteados* en la visita, el 62,3 % del total de los encuestados concluyó que la organización de los proyectos de laboratorio realizados fue excelente, el 55,3 % manifestó que el cronograma de actividades se cumplió a cabalidad y sin ningún contratiempo, y el 63,2 % percibió que la atención prestada por todo el equipo de la UIS (entre ellos, el investigador) fue la mejor posible. A pesar de ello, el 21,9 % afirmó que el cumplimiento del cronograma y la atención prestada estuvo aceptable y podía ser mejorada (ver *figura 20*).

Figura 20

Percepción de los estudiantes respecto al cumplimiento de compromisos planteados



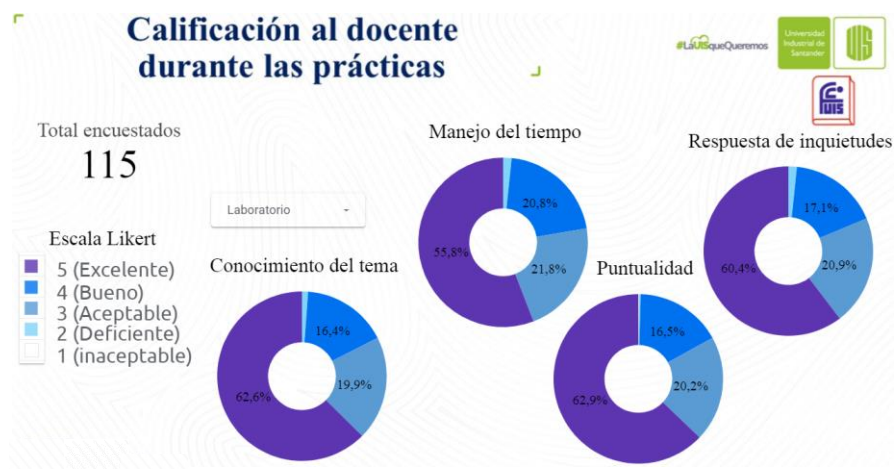
Por otro lado, respecto al segundo aspecto de evaluación (*laboratorios realizados y docentes encargados*), se tuvieron en cuenta 4 elementos: el conocimiento del tema por parte de los docentes y laboratoristas, el manejo del tiempo en cada una de las sesiones, la puntualidad para iniciar y terminar los proyectos, y la respuesta a las inquietudes presentadas por los estudiantes en el laboratorio.

De manera general, teniendo en cuenta la visita a todos los laboratorios, el 62,6 % creyó que los docentes y los laboratoristas tenían un excelente dominio de las temáticas, el 55,8 % percibió que el manejo del tiempo fue el adecuado, el 62,9 % no tuvo ningún retraso en el cronograma, y el 60,4 % manifestó que todas sus inquietudes se respondieron en el momento requerido (ver *figura 21*). Además, entre el 16 % y el 21 % calificaron como bueno el conocimiento del tema, la puntualidad, la respuesta de inquietudes y el conocimiento del tema por parte de los docentes durante las prácticas. No obstante, cerca de un 20 % calificaron como aceptables estos aspectos evaluados.

Vale la pena aclarar que el análisis realizado para cada laboratorio se puede consultar en las [respuestas de los participantes](#).

Figura 21

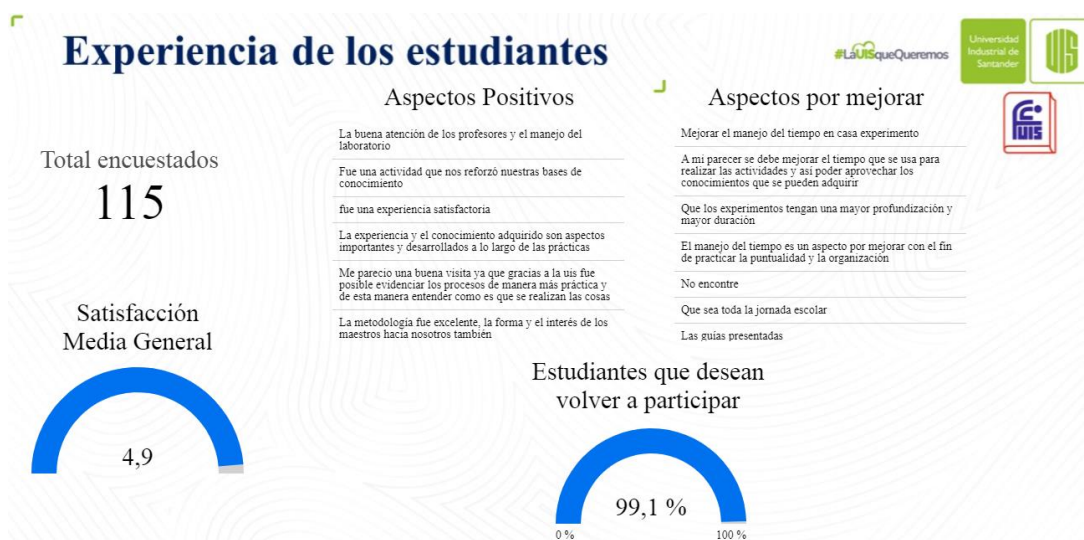
Percepción de los estudiantes respecto a los proyectos y los docentes encargados



Por último, respecto al tercer aspecto de evaluación (*experiencia en la visita*), se tuvo en cuenta la experiencia general en la visita y la posibilidad de volver a participar en el proyecto. Además, como preguntas opcionales, se evaluaron los aspectos positivos y aspectos por mejorar para una próxima visita. (ver *figura 22*).

Figura 22

Percepción de los estudiantes respecto a su experiencia general en la visita



Entre los *aspectos por mejorar en la visita*, los encuestados mencionaron que existen algunos relacionados con la cantidad, duración y profundización de los proyectos implementados. Así lo expresó el estudiante E_{11} : “Que los experimentos tengan una mayor profundización y mayor duración”, el estudiante E_{17} : “A mi parecer se debe mejorar el tiempo que se usa para realizar las actividades y así poder aprovechar los conocimientos que se pueden adquirir”, y el estudiante E_{55} : “Implementar mayor gama de laboratorios en el caso de física”.

Además, mencionaron la importancia de poner a disposición un mapa de la universidad para evitar inconvenientes dentro del campus y conocer la ruta de evacuación. En este sentido, el estudiante E_{50} sugirió “Darnos un mapa o indicaciones para no perdernos en las instalaciones” y el estudiante E_{51} pidió “Ser más claros con los espacios que podemos usar en la visita a la UIS”.

Por otro lado, entre los *aspectos positivos*, se destacaron aquellos relacionados con el fortalecimiento de conocimientos previos y la adquisición de nuevos conocimientos para el futuro a través de la puesta en práctica de la teoría vista en clases, tal como lo manifestó el estudiante E_{11} : “permite aprender y reforzar temas mediante experimentos entretenidos y productivos”, el estudiante E_{45} : “Los conocimientos aprendidos fueron aplicados en materia y la asimilación a través de los sentidos facilita la comprensión de los diversos experimentos y su respectiva teoría”, y el estudiante E_{87} : “Aprendimos práctica y didácticamente temas importantes. Estas prácticas experimentales me ayudaron a entender mejor los temas vistos”.

Esto fue posible gracias a la excelente calidad de los profesores (buen manejo del tema, buena pedagogía y actitud acorde al evento), a la infraestructura ideal para implementar los laboratorios en la UIS y al material utilizado para apoyar los proyectos. Referente a esto, el estudiante E_{12} opinó que “La organización fue la mejor, los profesores estaban dispuestos a enseñar los temas de una manera didáctica, las prácticas fueron increíbles al igual que su atención”, y el estudiante E_{71} manifestó que “Esta experiencia me sirvió puesto que conocí una nueva instalación con mejores implementos de un laboratorio. Asimismo, la explicación y el desarrollo de estas actividades no las había tenido, dándonos un buen aprendizaje a todos”.

Además, uno de los aspectos positivos más relevantes estuvo relacionado con la ampliación del espectro de oportunidades al momento de escoger una carrera y su motivación por aprender. Así lo afirmó el estudiante E_{81} : “Poder ver de cerca la experimentación es muy bueno porque abrió mi campo de visión para escoger carrera” y el estudiante E_{52} : “Me encantó que los estudiantes salgan más seguido del colegio. Se deberían implementar más actividades tanto educativas como lúdicas fuera del colegio para así motivar al estudiante a querer aprender, dado que solamente se realizan clases en salones y se escriben en el tablero, lo cual a mi parecer desmotiva al estudiante”.

4.4.2 Evaluación de Competencias STEM en los Estudiantes de la FCUIS

La creciente necesidad de construir y adaptarse a políticas educativas, que permitan la articulación de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas para la formación de fuerza de trabajo con las condiciones necesarias para ser productiva y competitiva a nivel mundial, ha generado que los principales organismos internacionales que ejercen influencia en la educación de países latinoamericanos (tal como el Banco Mundial, la UNESCO, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos – OCDE y el Banco Interamericano de Desarrollo – BID) se enfoquen en la educación STEM.

Sin embargo, aunque el MEN está realizando un trabajo articulado con diferentes entidades que buscan garantizar un proceso continuo de transformación de prácticas pedagógicas y metodológicas, las investigaciones muestran que la implementación y valoración de este enfoque requiere mayor tiempo de seguimiento y esfuerzo para lograr su éxito (MEN, 2022).

En sintonía con lo anterior, se hizo necesario definir un sistema de referencia para evaluar las competencias STEM promovidas en los estudiantes de la FCUIS, así como la transformación educativa de la institución hacia el enfoque STEM. Para esto, se escogió como marco conceptual y metodológico el documento *Visión STEM+: Educación expandida para la vida*, creado por el MEN, la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) y el Parque Explora, en el cual se definieron rúbricas (a través de tablas en las que se evalúa el cumplimiento en la implementación) y lineamientos para aplicar estrategias y políticas de país que se ajusten al contexto educativo colombiano.

Además, se complementó con las competencias del siglo XXI propuestas por la UNESCO (2019) y por Jang (2015), el marco de evaluación de competencias STEM desarrollado y validado por Arikan (2022), y las dimensiones de las competencias STEM propuestas por Hu (2021).

De este modo, la evaluación de competencias STEM se desarrolló analizando los siguientes aspectos propuestos por el MEN: (1) Definición de competencias STEM, (2) Características del enfoque STEM, (3) Principios orientadores, (4) Competencias que promueve, (5) Marco de implementación: Dimensiones.

4.4.2.1 Definición de competencias STEM. En la definición de STEM (ver la sección “2.2.4 Educación STEM”) es muy importante destacar algunos elementos que se relacionaron de manera directa con lo realizado en esta investigación:

Incluye experiencias de metodologías activas (JiTT para promover el aprendizaje activo y centrado en el estudiante): Una de las estrategias utilizadas durante la ejecución de la investigación fue el Aprendizaje Basado en Proyectos de Laboratorio, en los cuales cada estudiante ingresó a su aula virtual, revisó el material y la información asociada al proyecto, presentó el CPL para identificar sus vacíos conceptuales antes de la sesión, planteó sus preguntas al profesor y al grupo durante la sesión, realizó el montaje de equipos y experimentos de Física y Química (guiado por el profesor y en equipo con los compañeros de trabajo), ejecutó la metodología planteada, investigó sobre los fenómenos que se observaron en los laboratorios, analizó la información obtenida, presentó un informe de resultados y sacó conclusiones del proceso.

Esto significó que el aprendizaje estuvo centrado en la autonomía, independencia y capacidad que tenía el estudiante para resolver los problemas planteados en los proyectos, es decir, cada estudiante fue protagonista y responsable de su propio aprendizaje, pero sin desconocer el papel fundamental del profesor. Vale la pena destacar que los profesores, al estar inicialmente en el rol del estudiante, desarrollaron las herramientas necesarias para desempeñar su papel como mediadores del aprendizaje de los estudiantes.

Integra diversas áreas de conocimiento: Todos los proyectos y experimentos de laboratorio requirieron un enfoque multidisciplinar e interdisciplinar en el que los estudiantes debían asociar conocimientos científicos (centrados en la explicación de fenómenos físicos y químicos), informáticos y tecnológicos (que involucraron la gestión de recursos a través de la plataforma de aprendizaje que manejaba la institución), matemáticos (relacionados con cálculos, gráficas y manejo de errores), y de ingeniería (enfocados en la aplicación y resolución de problemas) para cumplir con los objetivos trazados en la visita.

Ayuda a desarrollar competencias para la vida y conectar con las dinámicas y desafíos del contexto: Los proyectos de laboratorio se construyeron teniendo en cuenta el contexto y las necesidades educativas de los estudiantes y se basaron en situaciones y problemas reales (haciendo uso de diferentes materiales de laboratorio, reactivos y materiales de uso común) con los cuales los estudiantes se encontrarán en su futura vida universitaria (se desarrollaron proyectos similares a los que realizan los estudiantes de primeros semestres de la UIS) y posterior vida profesional (lo cual se confirmó con las opiniones de los estudiantes).

A partir de estos aspectos clave asociados al significado del enfoque STEM, se elaboró una definición propia de competencias STEM (basada en las definiciones dadas por otros autores):

Las competencias STEM son el conjunto de condiciones necesarias para que un individuo incorpore el ‘saber qué’ (el conocimiento, las actitudes y los valores asociados con las distintas áreas del conocimiento), el ‘saber hacer’ (las habilidades y capacidades para aplicar ese conocimiento, teniendo en cuenta las actitudes y los valores éticos), y el ‘saber cómo’ (usando el tiempo, los recursos, la información, los datos y la tecnología) en la resolución de problemas reales que involucren situaciones nuevas y retadoras de su vida cotidiana, entorno profesional o contexto educativo, que le permitan satisfacer sus necesidades de desarrollo integral.

4.4.2.2 Características del enfoque STEM. Se analizaron cada una de las características asociadas al enfoque STEM (ver la sección “2.2.4 Educación STEM”) y se compararon con los resultados de esta implementación.

A continuación, se explican las estrategias implementadas para garantizar la presencia de cada una de las características STEM en esta investigación:

Metodologías activas, presencia de varias disciplinas y análisis de problemas de la vida real (ver la sección “4.4.2.1 Definición de competencias STEM”).

Alianzas: Para la implementación de esta investigación, se hizo necesario crear alianzas entre la UIS y la FCUIS (además de otras instituciones, para la implementación de un segundo ciclo) a través de proyectos institucionales de extensión solidaria como *ExperTIC* y *Spachovsky* (con los cuales el investigador trabaja creando estrategias didácticas que permitan generar alianzas con otras IEM de todo el país), así como de diferentes semilleros de investigación.

Formación docente: Una de las etapas metodológicas desarrolladas durante la investigación estuvo relacionada con la capacitación de los profesores de la FCUIS (ver la sección “4.2.4 Programa de Capacitación Docente”) acerca de las estrategias que debían implementar en sus aulas, así como en los componentes disciplinares detrás de los proyectos y experimentos de laboratorio. En relación con esto, gran parte del éxito de este enfoque recayó en su adaptación al nuevo paradigma educativo centrado en el estudiante, que incidiera en el desarrollo de sus competencias STEM.

Vocaciones: Uno de los objetivos más importantes del enfoque STEM es influir en la orientación vocacional de los estudiantes y en sus gustos por carreras que vinculen Ciencia, Tecnología, Ingeniería o Matemáticas. Con respecto a esto, la implementación de proyectos y experimentos similares a los realizados por estudiantes de la UIS jugó un papel fundamental:

Inicialmente, la mayoría de los estudiantes no tenían claridad sobre la carrera que les gustaría estudiar (algunos de ellos manifestaron que no habían decidido entre las opciones que tenían y otros, que no sabían qué estudiar) o querían estudiar algo poco relacionado con las áreas STEM. Sin embargo, una vez se realizó la implementación, algunos estudiantes manifestaron preferencias por carreras que involucraran las áreas STEM (ver la sección “4.4.1 Evaluación del Impacto de la Visita Estudiantil”), lo cual implicó un impacto significativo en su orientación vocacional.

Reformas educativas: La FCUIS inició su proceso de transformación educativa, desde un modelo tradicional hacia un modelo pedagógico enfocado en STEM (ver la sección “4.1.2 Determinación de Necesidades Institucionales”), con el análisis y la posterior modificación de los planes de estudio de las asignaturas de la institución. A partir de esto, se propuso la creación de un ambiente de aprendizaje *b-learning* en el que primara la elaboración de material y recursos, y la implementación de nuevas estrategias basadas en el desarrollo de proyectos integradores.

En la *tabla 8* se evalúa el cumplimiento de las características del enfoque STEM en la investigación.

Tabla 8

Características del enfoque STEM

Características	Cumplimiento
Metodologías activas.	☑
Presencia de varias disciplinas.	☑
Análisis de problemas de la vida real.	☑
Alianzas.	☑
Formación docente.	☑
Vocaciones.	☑
Reformas educativas.	☑

4.4.2.3 Principios orientadores. La definición, las características y los principios orientadores debían tenerse en cuenta en el diseño de los lineamientos, las estrategias educativas o las actividades desarrolladas e implementadas en la investigación. En consecuencia, se hizo necesario analizar cada principio orientador y evaluar su cumplimiento en la investigación.

Integrado: El enfoque de la investigación requirió la articulación de esfuerzos para iniciar la adaptación de un nuevo currículo cimentado en diferentes estrategias (metodológicas y pedagógicas), disciplinas, conocimientos y procesos simultáneos que permitieran la comprensión de fenómenos presentes en su vida cotidiana y el desarrollo de competencias para la vida.

En la *tabla 9* se presentan las ideas clave de este principio orientador, relacionado con el aprendizaje flexible, y se evaluó su cumplimiento.

Tabla 9

Principio orientador relacionado con el aprendizaje flexible

Ideas clave	Cumplimiento
Disciplinar, multidisciplinar e interdisciplinar.	☑
Los conocimientos y procesos son simultáneos.	☑
Currículo integrado.	☑
Comprensión profunda, flexible y coherente.	☑

Incluyente: Se coordinaron esfuerzos, trazaron planes de acción e implementaron estrategias, junto con empleados administrativos (el decano de la facultad de ciencias, directores de escuelas de Física y Química, secretarías, entre otros), para generar un alto impacto institucional que contribuyera, no solo a mejorar la calidad de la educación regular de la FCUIS con uso de TIC, sino a una educación inclusiva que permitiera la participación de todos los estudiantes de grados décimo y undécimo de la institución, sin distinción de género, edad, condición física o estrato socioeconómico (de acuerdo con la Política de Educación Inclusiva de la UIS).

Asimismo, se organizaron reuniones con rectores y coordinadores de diversas IEM de carácter oficial (especialmente de zonas rurales, con poco acceso a las TIC y con bajo rendimiento académico) de diversos municipios de Colombia, con el fin de concretar la estrategia para un nuevo trabajo que siga creando las bases de una sociedad más justa en la que se bajen las tasas de deserción estudiantil y se facilite el acceso a la educación superior.

En la *tabla 10* se presentan las ideas clave de este principio orientador, relacionado con el aprendizaje abierto, y se evaluó su cumplimiento.

Tabla 10

Principio orientador relacionado con el aprendizaje abierto

Ideas clave	Cumplimiento
Sociedad justa.	✓
Papel significativo de cada miembro.	✓
Diversidad e inclusión.	✓

Colaborativo: Uno de los aspectos clave del trabajo en conjunto radicó en la creación de espacios que ayudaran a reforzar, tanto en los estudiantes como en los profesores, las capacidades para desenvolverse en equipos de trabajo (cada uno como un miembro activo y contribuyente) y desarrollar habilidades vitales en el manejo de relaciones sociales que les permitieran una adecuada interacción e intercambio de información con los demás compañeros (mediante la discusión y elaboración de los informes de laboratorio), en pro de alcanzar objetivos comunes.

Adicionalmente, es importante mencionar que el crecimiento personal desarrollado por los estudiantes mediante el trabajo colaborativo es indispensable para la vida profesional de estos, ya que se fundamenta en la toma de actitudes correctas frente a situaciones de alta exigencia, así como en la aplicación de valores éticos como la responsabilidad, la disciplina, el respeto y la capacidad de escucha, entendiendo que el ritmo y las estrategias de aprendizaje son diferentes para cada uno.

En la *tabla 11* se presentan las ideas clave de este principio orientador, relacionado con el aprendizaje en red, y se evaluó su cumplimiento.

Tabla 11

Principio orientador relacionado con el aprendizaje en red

Ideas clave	Cumplimiento
Equipos de estudiantes.	<input checked="" type="checkbox"/>
Miembros activos y contribuyentes.	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajo en conjunto.	<input checked="" type="checkbox"/>
Intercambio de ideas.	<input checked="" type="checkbox"/>
Resolución de retos y problemas.	<input checked="" type="checkbox"/>

Expandido: El aprendizaje ubicuo se relacionó con la masiva participación de los estudiantes en las actividades extracurriculares planteadas en la visita. Para esto, se incluyó un ambiente de aprendizaje *b-learning* en diversos contextos mediados por TIC y en diferentes momentos temporales (antes, durante y después de la sesión). Sin embargo, este principio orientador fue el que presentó mayores carencias dentro de la investigación, ya que se incluyeron pocos aspectos de la educación informal y del edumentreimiento. Además, se necesita propiciar entornos familiares que ayuden al estudiante a motivarse por participar en actividades STEM.

En la *tabla 12* se presentan las ideas clave de este principio orientador, relacionado con el aprendizaje ubicuo, y se evaluó su cumplimiento.

Tabla 12

Principio orientador relacionado con el aprendizaje ubicuo

Ideas clave	Cumplimiento
Educación informal.	<input type="checkbox"/>
Conversaciones en entornos familiares.	<input type="checkbox"/>
Actividades extra.	<input checked="" type="checkbox"/>

Activo: La aplicación de la teoría en los proyectos y experimentos de laboratorio favoreció el aprendizaje experiencial (a través del uso de recursos, instrumentos y tecnologías nuevas), es decir, se llevó a la práctica aquella información recibida en el aula de clase. Este proceso se centró en la autonomía y capacidad del estudiante para adquirir hábitos de estudio adecuados según sus necesidades de aprendizaje, de manera que desarrollara métodos, estrategias y técnicas para mejorar sus resultados académicos de forma independiente (metacognición).

A medida que el estudiante investigaba y se preparaba para responder los cuestionarios de preparación de su sesión de clase y realizar los informes de lo realizado en los laboratorios, podía: (1) evaluar su estado de comprensión actual (a través de la retroalimentación continua y oportuna por parte del profesor), (2) hacer una reflexión y trabajar sobre aspectos por mejorar que identificó en el proceso (metaaprendizaje).

En la *tabla 13* se presentan las ideas clave de este principio orientador, relacionado con el aprendizaje experiencial, y se evaluó su cumplimiento.

Tabla 13

Principio orientador relacionado con el aprendizaje experiencial

Ideas clave	Cumplimiento
Metodologías activas.	✓
Enseñanza experiencial.	✓
Metacognición o metaaprendizaje.	✓
Conocimientos, experiencias e intereses previos.	✓
Experimentación con herramientas, objetos o tecnologías.	✓
Retroalimentación continua.	✓

Contextual: Se establecieron unos criterios para la selección de las instituciones educativas que hicieron parte de la investigación. Además, se caracterizó la población estudiantil con el fin de determinar los factores que podrían incidir en la implementación de la propuesta.

Una vez se analizaron las condiciones de los estudiantes, se plantearon estrategias que involucraron el desarrollo de proyectos de laboratorio en los cuales se escogieron y utilizaron recursos de uso cotidiano, de manera que los estudiantes pudieran llevar a cabo procesos mentales para relacionar conocimientos y prácticas disciplinares mediante la solución de problemas complejos de su contexto real.

En la *tabla 14* se presentaron las ideas clave del principio orientador, relacionado con el aprendizaje relevante, y se evaluó su cumplimiento.

Tabla 14

Principio orientador relacionado con el aprendizaje relevante

Ideas clave	Cumplimiento
Conceptos y prácticas disciplinares junto con aplicaciones al mundo real.	✓
Situaciones cotidianas.	✓
Relevancia social.	✓
Condiciones del entorno.	✓
Contextos culturales, sociales, históricos y académicos junto con currículo, pedagogía, políticas, estudiantes y profesores.	✓

4.4.2.4 Competencias que promueve. El enfoque de educación STEM exige considerar y evaluar las competencias que los estudiantes deben desarrollar para enfrentarse con éxito a los desafíos del siglo XXI que les permitan ser ciudadanos responsables y competentes a lo largo de su vida cotidiana, laboral y social.

Tomando como referencia las definiciones de las competencias explicadas en la *tabla 4*, se puede evidenciar que los conceptos y principios científicos se relacionaron con los conocimientos STEM. A su vez, la alfabetización científica en Física, Química y Biología (pensamiento científico), la argumentación (práctica investigativa), el modelado, el pensamiento algorítmico y el reconocimiento de patrones se relacionaron con las habilidades para resolver problemas.

Por otro lado, las habilidades de comunicación en contexto social y de trabajo con un sistema organizacional requieren inteligencia interpersonal. Por lo cual, se relacionaron con las actitudes y valores STEM. Por último, la alfabetización informacional (trabajar con recursos), la capacidad de resolución de problemas tecnológicos y de ingeniería, y la codificación se relacionaron con el saber cómo.

En cuanto a la competencia *conocimientos STEM*, se plantearon tres aspectos esenciales de caracterización: las prácticas, las ideas disciplinares centrales y los conceptos transversales (ver *tabla 15*).

Tabla 15

Características de los aspectos clave de la competencia “conocimientos STEM”

Conocimientos STEM	Características	Cumplimiento
Prácticas.	Mezcla conocimientos y habilidades.	☑
	Incluye procesos prácticos o participativos dentro o fuera del aula.	☑
	Permite el aprendizaje significativo y profundo.	☑
Ideas disciplinares centrales.	Permite la comprensión de los distintos campos de conocimiento STEM.	☑
	Facilita la resolución de problemas.	☑
	Integra intereses y experiencias de vida.	☑
Conceptos transversales.	Existen preocupaciones sociales o personales.	☑
	Hay conexiones entre campos de conocimiento.	☑

En la *tabla 16* se resumieron las evidencias que permitieron evaluar el cumplimiento (o la necesidad, en una nueva implementación, en caso de no cumplirse) de cada uno de los aspectos esenciales asociados con la competencia “conocimientos STEM”. Vale la pena mencionar que no existen referentes creados por el MEN para este fin. Sin embargo, para esta investigación, se plantearon evidencias alineadas con las propuestas en las pruebas Saber 11.

Tabla 16

Evidencias de los aspectos clave de la competencia “conocimientos STEM”

Conocimientos STEM	Evidencias
Prácticas.	Relaciona la información teórica con la práctica fuera del aula. Utiliza sus conocimientos para el desarrollo de proyectos y experimentos.
Ideas disciplinares centrales.	Comprende los fundamentos de la Física que permiten describir la cinemática de una partícula. Comprende los fundamentos de la Química que permiten identificar los conceptos relacionados con distintas situaciones cotidianas. Comprende y explica la información presentada en ecuaciones, gráficas y tablas. Establece relaciones entre diferentes disciplinas para dar solución a los problemas planteados en los proyectos y experimentos.
Conceptos transversales.	Identifica, entiende, reflexiona y evalúa el contenido de un texto. Establece relaciones entre las diferentes perspectivas dadas por los individuos para solucionar los problemas planteados en los proyectos y experimentos.

Por otro lado, en relación con las *habilidades STEM*, se plantearon 10 habilidades clave: el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad, la comunicación, la colaboración, la alfabetización de datos, el pensamiento computacional, la alfabetización científica (en Física, Química y Biología), la práctica de investigación, y el modelado (ver *tabla 17*).

Tabla 17

Características de los aspectos clave de la competencia “habilidades STEM”

Habilidades STEM	Características	Cumplimiento
Resolución de problemas.	Identifica, analiza, genera y evalúa soluciones a problemas y escenarios complejos.	☑

Habilidades STEM	Características	Cumplimiento
Pensamiento crítico.	Presenta múltiples fuentes de información, evidencia y material primario.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Incluye material apropiado para apoyar los argumentos.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Elabora críticas y diferencia la evidencia de la inferencia o de la opinión	<input checked="" type="checkbox"/>
Colaboración.	Hay participación en la planificación, organización y ejecución de actividades en equipo.	<input checked="" type="checkbox"/>
Comunicación.	La comunicación es clara, precisa y persuasiva sobre diversos temas.	<input checked="" type="checkbox"/>
Creatividad.	Aborda problemas desde diferentes perspectivas.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Permite soluciones novedosas.	<input checked="" type="checkbox"/>
Alfabetización de datos.	Emplea datos cualitativos y cuantitativos como parte del análisis, la resolución de problemas, y la investigación.	<input checked="" type="checkbox"/>
Pensamiento computacional.	Permite el razonamiento lógico.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Permite el reconocimiento de patrones.	<input type="checkbox"/>
	Permite la abstracción y diseño de algoritmos.	<input checked="" type="checkbox"/>
Alfabetización científica (pensamiento en Física, Química y Biología).	Facilita la resolución de problemas relacionados con conceptos de Física, Química y Biología.	<input checked="" type="checkbox"/>
Práctica investigativa (argumentación).	Evalúa matemáticamente una afirmación.	<input checked="" type="checkbox"/>
Modelado.	Se produce la traducción de escenarios de la vida real a expresiones matemáticas.	<input checked="" type="checkbox"/>

En la *tabla 18* se resumieron las evidencias que permitieron evaluar el cumplimiento de cada uno de los aspectos clave asociados con la competencia “habilidades STEM”.

Tabla 18*Evidencias de los aspectos clave de la competencia “habilidades STEM”*

Habilidades STEM	Evidencias
Resolución de problemas.	Diseña estrategias para la solución de los problemas planteados en los proyectos y experimentos. Ejecuta un plan de acción para la solución de los problemas planteados en los proyectos y experimentos.
Pensamiento crítico.	Selecciona y evalúa fuentes de información para apoyar argumentos. Identifica las partes del problema para darle una solución. Analiza la información obtenida en los CPL y los proyectos y experimentos de laboratorio para sacar conclusiones. Identifica fortalezas y debilidades de su proceso de aprendizaje.
Colaboración.	Participa en grupos y subgrupos de trabajo. Trabaja en conjunto para resolver los problemas planteados en los proyectos y experimentos. Elabora informes de investigación con un equipo de trabajo.
Comunicación.	Analiza las diferentes perspectivas de un equipo de trabajo. Presenta de manera escrita informes de investigación. Presenta de manera oral los resultados de un proyecto.
Creatividad.	Soluciona problemas desde diferentes perspectivas. Utiliza tablas y gráficas para presentar datos recolectados.
Alfabetización de datos.	Procesa datos para resolver un problema. Analiza tablas y gráficas a la luz de modelos teóricos.
Pensamiento computacional.	Utiliza principios y reglas para analizar y evaluar argumentos. Relaciona patrones en los datos para encontrar predicciones. Comprende y ejecuta instrucciones para resolver los problemas planteados en los proyectos y experimentos.
Alfabetización científica (pensamiento en Física, Química y Biología).	Comprende los conceptos de Física, Química y Matemáticas detrás de los problemas planteados en los CPL y en los proyectos y experimentos de laboratorio.

Habilidades STEM	Evidencias
Práctica investigativa (argumentación).	Utiliza el método científico para desarrollar proyectos y experimentos de laboratorio. Formula preguntas y concluye con base en argumentos teóricos. Argumenta acerca del procedimiento para resolver los problemas planteados en los proyectos y experimentos.
Modelado.	Usa modelos físicos para traducir escenarios de la vida real a expresiones matemáticas. Usa modelos químicos para comprender fenómenos particulares de la vida cotidiana.

En cuanto a *las actitudes y los valores STEM*, se plantearon 2 comportamientos y actitudes clave para motivar a los estudiantes hacia el cumplimiento de objetivos, sin perder de vista aspectos éticos: las habilidades de comunicación en contexto social (lo cual implica trabajar con personas) y las habilidades de sistemas organizacionales (ver *tabla 19*).

Tabla 19

Características de los aspectos clave de la competencia “actitudes y valores STEM”

Actitudes y valores STEM	Características	Cumplimiento
Habilidades de comunicación en contexto social (Trabajar con personas).	Busca el bien común.	✓
	Permite el pensamiento independiente.	✓
	Aboga por la accesibilidad.	✓
	Aboga por la equidad.	✓
	Aboga por la inclusión.	✓
	Mantiene un flujo de ideas libre e imparcial.	✓
	Insiste en la honestidad académica.	✓
Habilidades de sistemas (Trabajar con un sistema organizacional).	Insiste en la integridad de la investigación.	✓
	Supervisa los procesos, los materiales o el entorno.	✓
	Juzga la calidad de cosas, servicios o personas.	✓
	Desarrolla objetivos y estrategias.	✓

En la *tabla 20* se resumieron las evidencias que permitieron evaluar el cumplimiento de cada uno de los aspectos clave asociados con la competencia “actitudes y valores STEM”.

Tabla 20

Evidencias de los aspectos clave de la competencia “actitudes y valores STEM”

Actitudes y valores STEM	Evidencias
Habilidades de comunicación en contexto social (Trabajar con personas).	<p>Promueve el bienestar y el éxito de su equipo de trabajo.</p> <p>Promueve el correcto desarrollo la visita estudiantil.</p> <p>Genera juicios y conclusiones de manera autónoma, a través del desarrollo de los proyectos y experimentos de laboratorio.</p> <p>Permite el acceso a recursos de uso libre y abierto.</p> <p>Permite el acceso de cualquier persona a las instalaciones de la universidad.</p> <p>Permite la participación de diferentes instituciones educativas, tanto públicas como privadas, priorizando aquellas con mayores necesidades.</p> <p>Incluye personas con diferentes características y personalidades.</p> <p>Promueve la participación libre de cada miembro del equipo.</p> <p>Implementa recursos de uso cotidiano de manera consciente.</p> <p>Evita plagios en la redacción de informes de investigación.</p> <p>Evita trampas en la presentación de los CPL.</p> <p>Toma datos reales durante el desarrollo de los proyectos y experimentos de laboratorio.</p> <p>No manipula datos para presentar resultados adecuados.</p> <p>Hace uso correcto y seguro de la tecnología en la resolución de CPL y la redacción de informes de laboratorio.</p>
Habilidades de sistemas (Trabajar con un sistema organizacional).	<p>Supervisa los procesos realizados por el equipo de trabajo.</p> <p>Juzga la calidad de los informes de investigación realizados.</p>

Por último, respecto al *saber cómo*, se plantearon 3 aspectos importantes: los problemas tecnológicos y de ingeniería, la codificación y la alfabetización informacional (ver *tabla 21*).

Tabla 21

Características de los aspectos clave de la competencia “saber cómo”

Saber cómo	Características según el MEN (2022)	Cumplimiento
Problemas tecnológicos y de ingeniería.	Incluye problemas, considera varias posibilidades de solución y construye respuestas teniendo en cuenta las condiciones dadas.	☑
Codificación.	Utiliza una entrada para ejecutar el código evaluando la exactitud de las expresiones y encontrar la salida en el contexto dado.	☑
Alfabetización informacional.	Facilita la gestión del tiempo, los recursos y el conocimiento	☑

En la *tabla 22* se resumieron las evidencias que permitieron evaluar el cumplimiento de cada uno de los aspectos clave asociados con la competencia “saber cómo”.

Tabla 22

Evidencias de los aspectos clave de la competencia “saber cómo”

Saber cómo	Evidencias
Problemas tecnológicos y de ingeniería.	Utiliza la plataforma Moodle para resolver los CPL. Utiliza la plataforma Moodle para realizar actividades. Utiliza los equipos de laboratorio para el desarrollo de los proyectos y experimentos.
Codificación.	Ejecuta códigos para realizar el tratamiento de datos.
Alfabetización informacional.	Implementa metodologías que ayudan en la creación de hábitos relacionados con la gestión del tiempo. Gestiona los recursos y la información suministrada en la plataforma Moodle. Utiliza diferentes plataformas para gestionar su conocimiento.

Tomando como referencia las características y las evidencias expuestas anteriormente, se realizó una comparación entre las competencias STEM y los elementos que contienen los instrumentos de evaluación utilizados. Esto permitió evidenciar cuál elemento específico, de los informes y los CPL, contribuyó con el desarrollo de la competencia (ver las *tablas 23* a la *28*).

Tabla 23

Relación entre los aspectos clave de la competencia “conocimientos STEM” y el instrumento de evaluación “informes”

Conocimientos STEM	Elementos de los Informes							
	Resumen	Introducción	Metodología	Tratamiento de datos	Análisis de resultados	Conclusiones	Referencias	
Prácticas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ideas disciplinares centrales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Conceptos transversales.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Tabla 24

Relación entre los aspectos clave de la competencia “conocimientos STEM” y el instrumento de evaluación “CPL”

Conocimientos STEM	Elementos de los CPL			
	Pregunta de teoría	Pregunta cerrada	Pregunta abierta	Formulación de preguntas
Prácticas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ideas disciplinares centrales.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Conceptos transversales.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Tabla 25

Relación entre los aspectos clave de la competencia “habilidades STEM” y el instrumento de evaluación “informes”

Habilidades STEM	Elementos de los Informes							
	Resumen	Introducción	Metodología	Tratamiento de datos	Análisis de resultados	Conclusiones	Referencias	
Resolución de problemas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pensamiento crítico.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Colaboración.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Comunicación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Creatividad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Alfabetización de datos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pensamiento computacional.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Alfabetización científica.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Práctica investigativa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Modelado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Tabla 26

Relación entre los aspectos clave de la competencia “habilidades STEM” y el instrumento de evaluación “CPL”

Habilidades STEM	Elementos de los CPL			
	Pregunta de teoría	Pregunta cerrada	Pregunta abierta	Formulación de preguntas
Resolución de problemas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pensamiento crítico.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Tabla 28

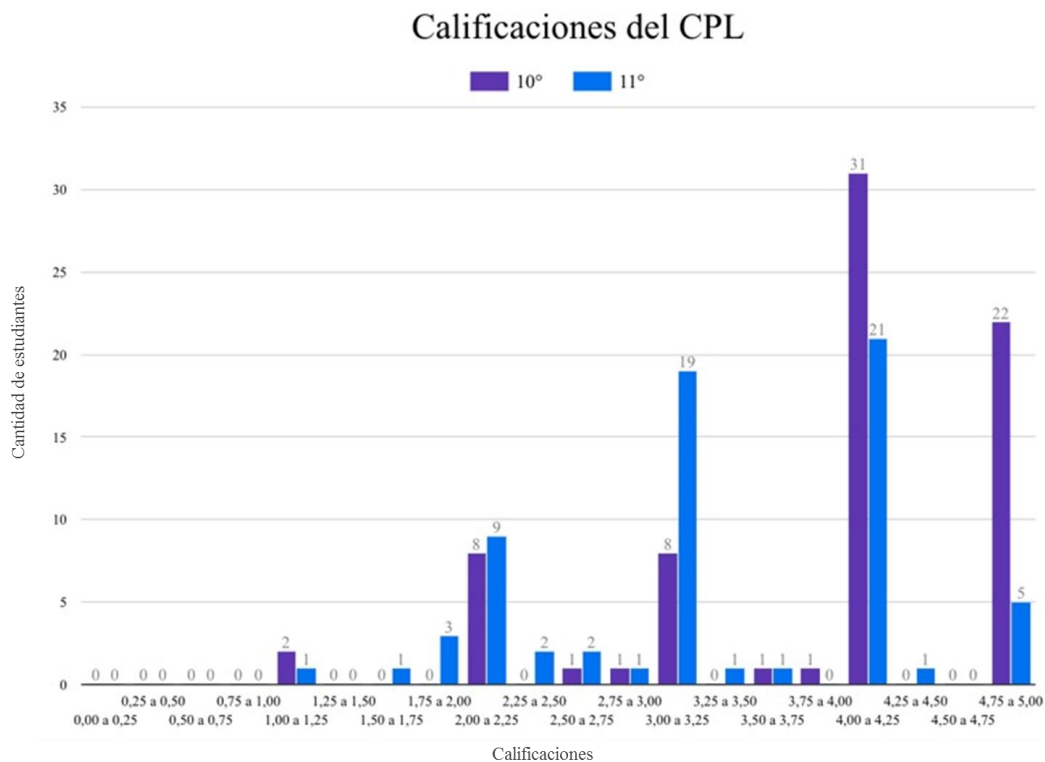
Relación entre los aspectos clave de la competencia “saber cómo” y el instrumento de evaluación “CPL”

Saber cómo	Elementos de los CPL				Formulación de preguntas	
	Pregunta de teoría	Pregunta cerrada	Pregunta abierta			
Problemas tecnológicos y de ingeniería.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Codificación.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Alfabetización informacional.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

Los *CPL* jugaron un papel fundamental en el desarrollo de competencias y en la identificación de oportunidades para enfocar los esfuerzos en la clase: En promedio, los estudiantes de décimo grado de la FCUIS obtuvieron una nota cercana a 4/5, mientras que los estudiantes de undécimo grado obtuvieron una nota cercana a 3,5/5.

Estos resultados se debieron, en gran medida, a que en el colegio tienden a fortalecer las competencias de alfabetización científica (traducida en buenos resultados en las preguntas de nivel cognitivo bajo y algunas de nivel cognitivo medio asociadas a los componentes disciplinares), pero descuidan algunas competencias como la alfabetización informacional y el pensamiento crítico, lo cual estuvo relacionado con la dificultad (por la falta de motivación) para encontrar la información relacionada con la metodología desarrollada en los proyectos (estas preguntas, en su mayoría de nivel cognitivo medio, presentaron la mayor cantidad de respuestas erróneas).

En la *figura 23* se muestra el número total de estudiantes de décimo y undécimo de la FCUIS que alcanzaron cada rango de calificación en el CPL aplicado antes de la sesión.

Figura 23*CPL para estudiantes de 10° y 11°*

Los resultados obtenidos en los *cuestionarios autocalificables* sirvieron para identificar las competencias en las cuales los estudiantes presentaban mayores falencias (como la resolución de problemas, la argumentación, la comunicación, entre otras). Por lo cual, se usaron como un instrumento para ayudar a fortalecer y desarrollar nuevas competencias al momento de ejecutar los proyectos y experimentos de laboratorio y entregar los informes de investigación.

Estos *reportes de investigación* fueron parte fundamental de la evaluación del impacto que generaron los proyectos de laboratorio en aspectos esenciales del proceso de aprendizaje como la corrección de los conceptos erróneos identificados a través de los CPL, la asociación de la teoría con la práctica, la apropiación de conocimientos nuevos y el fortalecimiento de las competencias investigativas que poseían los estudiantes.

A través de la práctica y la entrega de estos informes, los estudiantes de la FCUIS pudieron realizar un primer acercamiento a lo que sería realizar un trabajo de investigación: En promedio, los estudiantes obtuvieron una nota de 4,0/5 (comparado con un promedio de 4,2/5 obtenido por los estudiantes de primer semestre de ingenierías de la universidad), lo cual se asoció con el fortalecimiento y desarrollo de competencias y el cumplimiento del propósito de la elaboración de informes de laboratorio: formación para la investigación.

La fortaleza principal fue el tratamiento de datos y gráficas, mientras que el análisis de resultados fue la falencia principal. Esto se debió a que los estudiantes, en sus prácticas cotidianas del colegio, fortalecen competencias asociadas a la alfabetización de datos, pero no a la práctica investigativa ni al pensamiento crítico. A su vez, se evidenció una gran mejoría en cuanto a la alfabetización informacional, la resolución de problemas, el trabajo colaborativo y las actitudes (traducida en la motivación) frente al aprendizaje de la teoría a través de la práctica.

4.4.2.5 Marco de referencia: Dimensiones. El MEN propuso una rúbrica compuesta por cuatro niveles de desarrollo y diez dimensiones del enfoque STEM, que permitieron medir y llevar a cabo la transformación educativa de cada institución. La información se resumió en la *tabla 29*.

Tabla 29

Dimensiones y atributos del enfoque STEM

Dimensión	Atributos según el MEN (2022)	Cumplimiento
Enseñanza y aprendizaje.	Pedagogía centrada en el estudiante.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Aprendizaje basado en problemas y/o proyectos.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Investigación escolar.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Desarrollo de productos, modelos o prototipos.	<input type="checkbox"/>
	Docente facilitador y asesor.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Competencias científicas.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Habilidades sociales.	<input checked="" type="checkbox"/>

Currículo.	Integración de áreas dentro y fuera del aula.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Referentes de calidad del MEN.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Desarrollo de proyectos de aula contextualizados al mundo real.	<input checked="" type="checkbox"/>
Evaluación.	Hay evaluación formativa y continua.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Hay evaluación sumativa y continua.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Retroalimentación continua y oportuna.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Trabajo articulado entre profesores.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Autoevaluación del estudiante.	<input type="checkbox"/>
	Evaluación entre pares.	<input type="checkbox"/>
	Evaluación de las familias.	<input type="checkbox"/>
Formación docente.	Técnicas cualitativas para la evaluación.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Técnicas cuantitativas para la evaluación.	<input checked="" type="checkbox"/>
Gestión del conocimiento.	Programas de formación y apoyo pedagógico.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Trabajo colaborativo entre los docentes.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Democratización del conocimiento.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Análisis de fuentes de información.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Sistematización permanente de experiencias.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Prácticas divulgativas al interior de la institución.	<input checked="" type="checkbox"/>
Liderazgo y estrategia.	Transferencia de conocimiento con pares de la institución.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Participación en eventos de divulgación científica.	<input type="checkbox"/>
	Sostenibilidad de la estrategia de transformación educativa.	<input checked="" type="checkbox"/>
Cultura.	Integración en la misión y visión de la institución.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Gestión de recursos y fondos de inversión.	<input checked="" type="checkbox"/>
Cultura.	Cultura académica.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Inclusión.	<input checked="" type="checkbox"/>

Proyección/Vocaciones.	Vínculo entre la formación secundaria y media; la educación técnica, tecnológica y universitaria; y el entorno laboral.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Actividades de aprendizaje fuera de la institución (apoyo de universidades, centros de investigación, museos, empresas y comunidad).	<input checked="" type="checkbox"/>
Relaciones y alianzas.	Con la industria.	<input type="checkbox"/>
	Con universidades y centros de investigación.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Con el sector público y privado.	<input type="checkbox"/>
	Con otras instituciones educativas.	<input type="checkbox"/>
Infraestructura.	Con familias y comunidades locales.	<input type="checkbox"/>
	Acceso a tecnologías.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Desarrollo de prácticas de aula.	<input checked="" type="checkbox"/>

A partir de la rúbrica se pudo evidenciar la presencia de diferentes atributos en cada dimensión y evaluar su cumplimiento. Además, se pudo determinar el nivel STEM según el marco de implementación del MEN.

En términos de las estrategias y los procesos de transformación, llevados a cabo por la FCUIS hacia un enfoque STEM institucional, se pudo concluir que la institución se encontraba en un *nivel de implementación exploratorio*, ya que a través de esta investigación se estaban dando los primeros pasos para adquirir los cimientos que requiere este tipo de propuesta educativa. Sin embargo, la mayoría de los atributos de cada dimensión se trabajaron en la investigación.

A continuación, se analizó cada una de las dimensiones:

Enseñanza y aprendizaje: Los procesos de enseñanza y aprendizaje en la FCUIS cambiaron su enfoque centrado en el profesor a uno centrado en el estudiante, en el que el profesor actuaba como mediador, facilitador de algunas herramientas y asesor durante todo el proceso.

En relación con esto, el enfoque se centró en fortalecer el aprendizaje de los estudiantes a través de proyectos y experimentos de laboratorio, en los cuales se implementaban los fundamentos del JiTT para fomentar hábitos de investigación (por medio de la lectura de bibliografía asociada con la teoría detrás de las prácticas de laboratorio), el análisis y la resolución de problemas (a través de la identificación de los objetivos de las prácticas y la posterior puesta en marcha de la metodología que permitiera solucionar el problema planteado), el análisis de su propio proceso de aprendizaje (utilizando las retroalimentaciones dadas por los profesores), y las habilidades sociales (al tener que interactuar adecuadamente con los profesores y demás compañeros en las sesiones de trabajo y en la elaboración de los reportes de investigación).

Currículo: La integración de áreas STEM no solo se planteó para la componente teórica en las aulas de clase, sino para la componente práctica a través del desarrollo de los proyectos y experimentos de laboratorio en la UIS, contextualizados al mundo real (ver el elemento “Integra diversas áreas de conocimiento” explicado en la sección “4.4.2.1 Definición de competencias STEM” y el principio integrador “Integrado” explicado en la sección “4.4.2.3 Principios orientadores”). Esta integración tuvo en cuenta las necesidades de los estudiantes, los profesores y la institución de implementar estrategias innovadoras para mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes, y los lineamientos propuestos por el MEN.

Evaluación: La evaluación STEM incluyó evaluación, tanto formativa (a través de los CPL) como sumativa (a través de los reportes). La evaluación formativa se adoptó para que los estudiantes monitorearan su propio proceso de aprendizaje a través de la guía y retroalimentación continua y oportuna, y para que los profesores, en un trabajo colaborativo, pudieran modificar sus prácticas en el aula con base en las necesidades detectadas (cada profesor debía realizar un proceso de autoevaluación para conocer las condiciones de aprendizaje de los estudiantes).

Al final del proceso, los profesores pudieron evidenciar la destreza de cada estudiante a través de la calificación de los reportes. Esta evaluación sumativa se fundamentó en el objetivo principal que plantea la transformación curricular: construir conocimientos, habilidades, y actitudes y valores.

Además, para que el proceso evaluativo sea lo más completo posible, también deberá complementarse (en una nueva implementación) con la evaluación entre pares y la valoración de las familias de los estudiantes, haciendo uso de diferentes técnicas cualitativas y cuantitativas para la evaluación.

Formación docente: Los programas de formación y apoyo pedagógico a los profesores fueron indispensables durante toda la investigación, tal como se explicó en la sección “4.2.4 Programa de Capacitación Docente” y en la característica “Formación docente” descrita en la sección “4.4.2.2 Características del enfoque STEM”.

Gestión del conocimiento: La plataforma Moodle se utilizó como repositorio de tareas, recursos e información indispensable para que cada uno de los estudiantes afianzara sus conocimientos teóricos y desarrollara las actividades prácticas en el laboratorio. Cada uno de los proyectos y experimentos contaba con videos, documentos, enlaces a material complementario y enlaces a recursos electrónicos de la biblioteca de la UIS, a través de los cuales todos los estudiantes y profesores pudieron satisfacer sus necesidades de documentación y llevar a cabo procesos de acceso, identificación, búsqueda, análisis, interpretación, evaluación, organización, procesamiento, uso, reproducción y divulgación de información, en todas las áreas del conocimiento (con altos criterios de calidad y rigor académico y científico), sin limitaciones asociadas con el espacio, tiempo o la cantidad de unidades disponibles.

Esta idea principal de democratizar la información estuvo cimentada en la necesidad de apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje, fortalecer la investigación y mejorar los hábitos de estudio que permitieran generar pensamiento crítico, multidisciplinario y transversal, y transformar esa información en un conocimiento que involucró, además de la componente cognitiva, los intereses y las necesidades de los estudiantes y profesores, en aras de generar nuevo conocimiento y transferirlo a la sociedad, comunidad y otras instituciones.

Para la siguiente implementación, se planea complementar la información con libros, artículos, videos, simulaciones, entre otros recursos. Además, se hace necesario fomentar el debate y la discusión por medio de la participación en eventos de divulgación académica y científica.

Liderazgo y estrategia: La necesidad de realizar esta investigación nació del liderazgo y la iniciativa de la FCUIS de direccionar la misión y visión de la institución hacia una transformación educativa enfocada en STEM. Para esto, se plantearon estrategias que fueran replicables y sostenibles en el tiempo, y que pudieran ser financiadas por la FCUIS, mediante recursos y fondos de inversión destinados a costear los gastos de transporte y refrigerios, y por la UIS, mediante recursos en talento humano, infraestructura y logística.

Cultura: Con las estrategias y metodologías implementadas se buscaba fomentar hábitos de estudio y una cultura académica que involucrara a todos los estudiantes (ver el principio integrador “Incluyente” explicado en la sección “4.4.2.3 Principios orientadores”) y que, además, pudiera ser implementada en toda la FCUIS. En este sentido, el JiTT fue indispensable para empezar a crear hábitos, no solo en los estudiantes (al tener que realizar lecturas, CPL y actividades antes de la sesión), sino en los profesores (al recibir las respuestas, identificar las necesidades académicas, ajustar la sesión sincrónica, tanto en las aulas como en los laboratorios, y dar retroalimentaciones oportunas a esas necesidades específicas).

Proyección/Vocaciones: A través del apoyo de la UIS, la FCUIS inició su transición desde la formación secundaria y media hacia la vida universitaria y posterior vida profesional, sin generar un impacto negativo en los estudiantes. En relación con esto, la implementación de las actividades de aprendizaje fuera de la institución representó un alto impacto en la motivación de los estudiantes por estudiar carreras universitarias relacionadas con ciencias o ingenierías (ver la sección “4.4.1 Evaluación del Impacto de la Visita Estudiantil” y la característica “vocaciones” explicada en la sección “4.4.4.2 Características del enfoque STEM”).

Para la siguiente implementación se planea contar con el apoyo de nuevos semilleros y grupos de investigación, museos y la comunidad, en pro de seguir impactando el futuro estudiantil.

Relaciones y alianzas: El enfoque STEM requiere establecer alianzas con diferentes sectores, instituciones, organizaciones y la comunidad. Al tratarse de una propuesta nueva en la FCUIS, se planteó un avance gradual, por lo cual solo se realizó una alianza con la UIS y algunos de sus grupos de investigación (como el [CIMBIOS](#)). Sin embargo, se establecieron diálogos con algunos miembros de gobiernos regionales, instituciones educativas, grupos de investigación en el Parque Tecnológico de Guatiguará, museos y otros centros de ciencia como el anfiteatro de la Facultad de Ciencias de la UIS, con el fin de llevar a cabo nuevas implementaciones. Además, se espera que en un futuro se formulen estrategias que permitan realizar trabajos coordinados entre los colegios, las industrias de Santander y las comunidades locales.

Infraestructura: La UIS puso a disposición todo su campus para realizar la visita (incluyó un recorrido por los lugares más emblemáticos de la universidad) y acondicionó los laboratorios con materiales, equipos y tecnologías de alta calidad para el desarrollo de los proyectos y experimentos. Todos los laboratorios contaban con las condiciones necesarias para garantizar experiencias innovadoras y significativas para la vida de los estudiantes.

Asimismo, permitió el acceso a sus plataformas institucionales para alojar el material didáctico y los recursos asociados con estas prácticas de aula, de manera que todos los estudiantes tuvieran acceso, no solo a los espacios físicos de la universidad, sino a la información.

Se espera que para una siguiente implementación las Escuelas de Química y Biología acondicionen los laboratorios para realizar experimentos enfocados en situaciones cotidianas en las cuales se aplica la Química y la Biología y plantear soluciones a los retos globales enmarcados en los ODS. A su vez, se espera que la Escuela de Matemáticas habilite dos espacios de exploración basados en diferentes retos matemáticos y la robótica a través de Lego MindStorms (para explorar las temáticas haciendo uso del modelado y la simulación de diferentes fenómenos).

5. Conclusiones

El desarrollo del ambiente de *aprendizaje b-learning* para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias, Tecnologías y Matemáticas (STEM) requirió de la planeación y ejecución de un *OVA* (componente virtual del ambiente de aprendizaje) que ayudara a los profesores y estudiantes a prepararse para ejecutar *proyectos* y *experimentos* en una *visita a los laboratorios de la UIS* (componente físico del ambiente de aprendizaje).

El diseño del *OVA* tuvo en cuenta la selección de temáticas y recursos a incorporar. En este sentido, el análisis del plan de área de cada disciplina STEM definida en el PEI de la FCUIS les permitió a los profesores definir las temáticas de Física y Química que representaran mayores dificultades, conceptos erróneos y vacíos conceptuales para los estudiantes. Adicionalmente, la curaduría de recursos fue fundamental para cumplir con los objetivos trazados en el proceso de enseñanza–aprendizaje.

En la construcción del OVA se incluyeron lecturas, documentos, videos y material complementario que los estudiantes consultaron antes de la sesión para preparar la visita a los laboratorios. Los resultados mostraron que el aprendizaje de los estudiantes dependió, en gran medida, de la estructuración y presentación adecuada de la información, los contenidos temáticos y los recursos de calidad dispuestos en el OVA, y de la coherencia que existía entre el material presentado y sus necesidades educativas.

Para evaluar el nivel de apropiación de la información suministrada, fue necesario diseñar e implementar Cuestionarios de Preparación del Laboratorio con preguntas cerradas, de teoría y laboratorio, de diferentes niveles cognitivos sobre las temáticas definidas. Las preguntas fueron creadas por profesores de la UIS, usando el marco de formulación propuesto por French & Prather, en un comité de creación y revisión de preguntas. Como una estrategia adicional, se incluyó una pregunta tipo ensayo en la cual cada estudiante formuló preguntas al profesor y a los compañeros del grupo acerca de las temáticas. La implementación de estos cuestionarios autocalificables (configurados para ayudar a determinar si la respuesta dada fue correcta) permitió clasificar el grado de complejidad conceptual y cognitiva de las preguntas formuladas y caracterizar la riqueza de la discusión entre los estudiantes que intentaron explicar y defender el razonamiento detrás de sus respuestas.

Teniendo en cuenta los resultados de los CPL, los profesores pudieron retroalimentar continua y oportunamente sobre las fortalezas y debilidades de los estudiantes, lo cual les permitió identificar los conocimientos que debían reforzar, los ayudó a adquirir nuevos conocimientos a través del establecimiento de hábitos de estudio, y les generó mayor motivación por aprender. A su vez, el seguimiento del proceso de aprendizaje de los estudiantes les permitió a los profesores ajustar sus prácticas pedagógicas y desarrollar la sesión sincrónica en los laboratorios.

En este sentido, el desarrollo de proyectos y experimentos en los laboratorios de Física y Química permitió el fortalecimiento de la calidad de la educación en lo que corresponde a formación pedagógica (mejorar los procesos de enseñanza) de los profesores que ejercen la enseñanza de las ciencias, que aumentara el interés en adoptar las estrategias del proyecto y que tuvieran las herramientas para preparar, ajustar y desarrollar la clase en el laboratorio, lo cual generó mayor satisfacción al ver alcanzables sus expectativas y objetivos de aprendizaje.

Además, la preparación de proyectos y experimentos que relacionaran la teoría vista en clases con la práctica permitió que, durante la visita a los laboratorios, los estudiantes se sintieran más motivados por aprender, lograr sus objetivos, obtener buenas notas y potenciar sus habilidades para dar solución a los distintos problemas. Esto se tradujo en los buenos resultados de los informes de investigación presentados después de la visita.

En relación con esto, se puede destacar el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes y valores (competencias STEM) en los estudiantes (evaluado utilizando como referente la rúbrica desarrollada por el MEN, la cual propone características, principios orientadores, dimensiones y lineamientos que debe incluir el enfoque) y la influencia en la motivación de los estudiantes por aprender cada disciplina STEM, lo cual sirvió para situar a la UIS dentro del espectro de oportunidades que tienen los estudiantes al momento de escoger una carrera e influyó en sus preferencias vocacionales hacia áreas enfocadas en ciencias e ingenierías.

Por último, en cuanto al impacto global del proyecto, se pudo concluir que la experiencia fue exitosa para los profesores, estudiantes y otros partícipes, ya que el 86,8 % del total calificó como excelente su satisfacción general en la visita realizada y el 99,1 % manifestó que sí volvería a participar de la experiencia.

6. Trabajos Futuros

El análisis de la implementación del primer ciclo sirvió para determinar aspectos por mejorar e incluir en una nueva implementación. A continuación, se presentan recomendaciones para ejecutar un segundo ciclo.

6.1 Segundo Ciclo: Implementación con el Colegio Bicentenario

El *segundo ciclo: Implementación con el Colegio Bicentenario de la Independencia de la República de Colombia* se plantea para ser desarrollado en una siguiente investigación. Se espera la asignación de una fecha, por parte de la Decanatura de la Facultad de Ciencias de la UIS, para su futura ejecución.

Para este ciclo se proponen las mismas cuatro fases de la investigación–acción del primer ciclo, esta vez, partiendo de un plan de acción (primera fase) diseñado para ejecutar mejoras y nuevas estrategias enfocadas en la necesidad educativa identificada para el colegio Bicentenario.

Para la segunda fase (acción) se propone la ejecución de 9 etapas: Elaboración de material, desarrollo de secuencias didácticas con PhET, construcción y programación de robots Lego Mindstorms, simulaciones en Tracker, desarrollo e implementación de un ambiente de aprendizaje, programa de capacitación docente, formulación e implementación de un banco de preguntas basado en el marco de creación de preguntas de French & Prather, visita estudiantil y elaboración de informes de laboratorio. Estas actividades se planean teniendo en cuenta las ideas clave de los principios orientadores STEM, las competencias STEM y los atributos de las dimensiones STEM.

A su vez, se espera que la observación (tercera fase) y evaluación del impacto del ambiente de aprendizaje, de los CPL, de los informes de laboratorio, de los robots lego (y su programación) y de la visita estudiantil (cuarta fase: reflexión) se lleven a cabo durante la nueva investigación.

6.1.1 Plan de acción

6.1.1.1 Reunión con Directores de Escuelas de Física, Química, Biología y Matemáticas. Una parte fundamental para garantizar el éxito de la implementación recae en la planeación y ejecución conjunta con los directores de las escuelas de Física, Química, Biología y Matemáticas (como parte de las estrategias de mejora propuestas en cuanto a la integración de diversas áreas de conocimiento, la Facultad de Ciencias de la UIS se involucrará por completo en el proyecto, incluyendo no solo a las Escuelas de Física y Química, sino también a las Escuelas de Biología y Matemáticas). En las reuniones se deben exponer los objetivos del proyecto, algunos detalles metodológicos y presupuestales, y los resultados esperados.

Adicionalmente, se hace necesario realizar reuniones de planeación con los profesores de cada escuela, los profesionales de los laboratorios, y los estudiantes de maestría y de los diferentes semilleros y grupos de investigación de la UIS que se involucrarán en la nueva implementación. Por último, la propuesta se debe presentar ante el señor decano de la Facultad de Ciencias para obtener el aval e iniciar los trámites correspondientes.

6.1.1.2 Determinación de Necesidades Institucionales del Colegio Bicentenario. Se deben organizar reuniones entre el rector del colegio Bicentenario, los coordinadores académicos y el investigador para identificar las necesidades institucionales más críticas y proponer estrategias de solución alineadas con los principios de convivencia, su proyección personal y social, y los conocimientos que los preparen para la vida universitaria y posterior vida profesional, tal como lo establece la institución en su misión, visión, objetivos y política de calidad educativa.

En este sentido, el desarrollo de una nueva investigación que se base en esta propuesta educativa STEM sigue representando una estrategia viable de alto impacto a los estudiantes, profesores y al resto de la comunidad educativa.

6.1.1.3 Definición de Temáticas de Física, Química, Biología y Matemáticas. Se sugiere realizar reuniones de planeación con los profesores de la institución, en las cuales se analice cada currículo, teniendo en cuenta las temáticas definidas en los planes de área de Física, Química, Biología y Matemáticas del Proyecto Educativo del Colegio Bicentenario, y se seleccionen las temáticas que representen mayores dificultades y menor afinidad para los estudiantes. Las temáticas deben relacionarse con conceptos de ciencias, usando como eje articulador las matemáticas y la tecnología, a través de proyectos y experimentos de laboratorio que se puedan realizar en la UIS.

6.1.1.4 Caracterización de la Población del Colegio Bicentenario. La población con la cual se realizará la actividad de campo corresponde con estudiantes de grados décimo y undécimo y profesores que orienten *Física, Química, Biología y Matemáticas* en estos grados.

6.1.2 Acción

6.1.2.1 Elaboración de Material. Al igual que para la FCUIS, se sugiere realizar reuniones de planeación y formación en TIC y estrategias de enseñanza y aprendizaje con los profesores del colegio Bicentenario, que contribuyan en el planteamiento, la estructuración, elaboración y organización de los módulos de aprendizaje (con los posibles proyectos, experimentos de laboratorio, elementos de robótica pedagógica y problemas matemáticos asociados con las temáticas) que se desarrollarán para los estudiantes.

Además, se recomienda que las Escuelas de Física, Química, Biología y Matemáticas pongan a disposición de la investigación un equipo de trabajo conformado por profesores ocasionales de ciclo común, profesionales de laboratorio con conocimiento en montaje de equipos, estudiantes de pregrado de licenciatura en Matemáticas y posgrado de Biología (como apoyo a los profesores), y grupos de investigación.

Vale la pena mencionar que la escuela de Biología incluirá al [Grupo de Investigación en Biotecnología Industrial y Biología Molecular – CINBIN](#), al [Grupo de Estudios en Biodiversidad – GEBIO](#) y al [Grupo de Investigación en Microbiología y Genética – GIMG](#) y la escuela de Matemáticas incluirá al [Grupo de Investigación en Educación Matemática – EDUMAT](#) como apoyo en la visita.

En cuanto a las funciones, los profesores, los estudiantes de posgrado de Biología y el investigador se encargarán de la búsqueda, selección, organización y elaboración del material requerido para cada una de las estaciones. Por su parte, los estudiantes de pregrado de matemáticas se encargarán de la gestión de los materiales adicionales para llevar a cabo los juegos matemáticos y la robótica (como parte de su práctica pedagógica) y los estudiantes de los semilleros de Biología, de la gestión de recursos para las actividades al aire libre y en el museo. A su vez, los encargados de los laboratorios realizarán el montaje y la supervisión de los proyectos y experimentos.

Para el laboratorio de Física se sugieren los proyectos [i6. Estudio de la relación entre las energías cinética y potencial de un deslizador en un riel de aire](#) e [i11. Conservación del momento lineal a través del péndulo balístico](#); mientras que para los laboratorios de Química se sugieren los mismos experimentos desarrollados en el primer ciclo: [Ácidos y bases](#), [Bebidas Carbonatadas](#), [Celdas Electrolíticas](#), [Cinética Química](#) y [Oxido-reducción](#).

Para la inclusión de Biología se plantean las siguientes prácticas mixtas (una parte en el campus y la otra en el laboratorio) que permitan estudiar problemáticas ambientales actuales a partir del uso de la flora y fauna del lago de la universidad y de las especies del museo: Ictiología, Limnología, Entomología y Genética. Para la inclusión de Matemáticas se plantean diversos retos matemáticos y un proyecto de robótica pedagógica (enfocado en la demostración de fenómenos físicos) que incluye un kit de legos programado con un lenguaje gráfico en NXT.

6.1.2.2 Secuencias Didácticas con PhET. Para complementar los procesos de enseñanza y aprendizaje se propone el desarrollo de secuencias didácticas usando simulaciones en PhET. Los estudiantes, antes de la sesión, pueden simular situaciones parecidas a las que se encontrarían en los proyectos y experimentos propuestos, con el objetivo de preparar las sesiones sincrónicas en los laboratorios.

Cada una de las simulaciones cuenta con una pestaña de “Acerca de...” en la que se especifican los temas relacionados y los objetivos de aprendizaje, una pestaña de recursos para los profesores en la que se dan tips para orientar el desarrollo de la simulación, y una pestaña de actividades adicionales (lecturas para estudiantes, hojas de trabajo y guías docentes para cada simulación) creadas por otros profesores en las que se ponen a disposición recursos y simulaciones relacionadas.

En este sentido, se proponen las siguientes secuencias didácticas (ver *apéndice H*):

Para *Física*: [Energía en la pista de patinaje](#) y [Formas y cambios de energía](#) como complemento al proyecto de laboratorio de Física i6 (energías cinética y potencial en un riel) y [Laboratorio de Colisiones](#) como complemento al proyecto i11 (conservación del momento lineal de partículas).

Para *Química*: [Escala de pH, introducción a ácidos y bases con indagación](#) y [Soluciones Ácido-Base](#) como complemento al experimento de Ácidos y bases, [Propiedades de los gases](#) como complemento al experimento de Bebidas carbonatadas, [Celda electrolítica](#) como complemento al experimento de Celdas electrolíticas, [Velocidades de reacción](#) como complemento al experimento de Cinética química, [Balanceo de ecuaciones químicas](#) como complemento al experimento de Oxido-reducción.

Para *Biología*: [Selección natural](#) como complemento a las prácticas de Ictiología, Limnología y Entomología y [Expresión génica – Fundamentos](#) y [La Máquina de Genes: El Operón Lac](#) como complemento a la práctica de Genética.

Para *Matemáticas*: [Graficador para cálculo](#) y [Regresión de mínimos cuadrados](#) para realizar gráficas y tratamiento de datos. Además, se propone estudiar el lanzamiento vertical y el tiro parabólico, a partir de la construcción y programación de robots lego, y complementar la práctica con la simulación [Movimiento de un Proyectil](#).

6.1.2.3 Construcción y Programación de Robots Lego. La primera prueba de construcción y programación de los robots Lego Mindstorms para la robótica pedagógica arrancó como una iniciativa del investigador y se convirtió en una de las experiencias divulgadas por la Escuela de Física, a once instituciones educativas de Bucaramanga y el área metropolitana, en la primera [conmemoración del día de la Facultad de Ciencias de la UIS](#), cuyo objetivo fue generar vínculos entre estudiantes de educación media y las ciencias (ver *figura 24*).

Figura 24

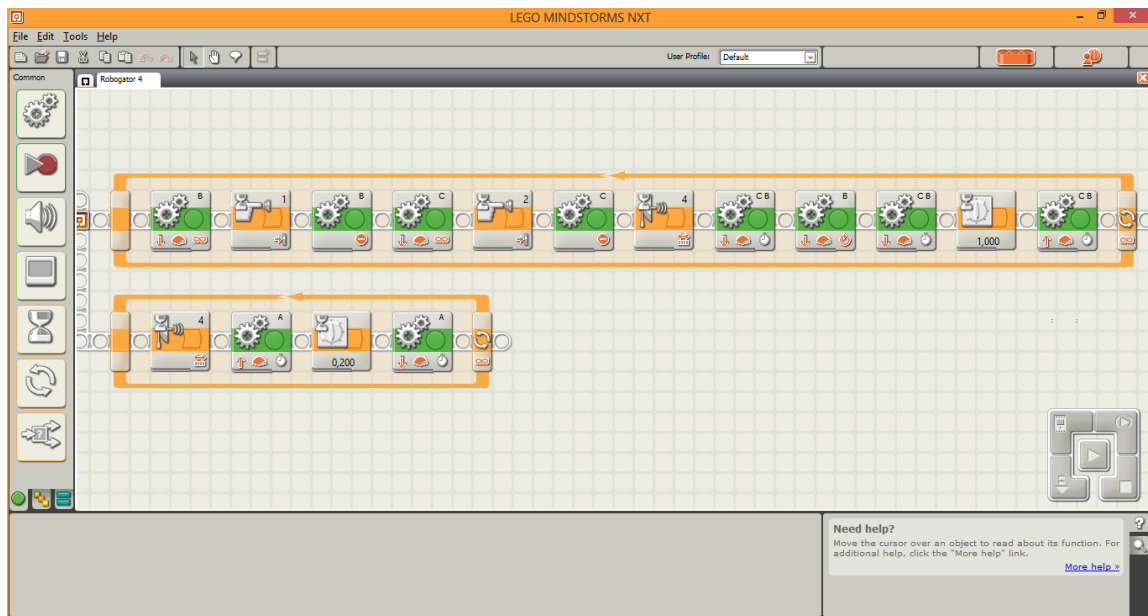
Presentación de robótica en el Primer Día de la Facultad de Ciencias de la UIS



El kit de robótica está compuesto por fichas de lego (aproximadamente 800 piezas de diferentes tamaños: ejes, vigas, conectores, bloques, engranajes, llantas, cables de conexión, entre otras), un ladrillo programable (computador), tres motores que ayudan a darle movimiento a los robots, un sensor táctil que permite identificar si el botón está presionado o no, un sensor de color que puede detectar siete colores diferentes o la intensidad de la luz reflejada, un sensor ultrasónico para medir la distancia a algún objeto, y un software que permite crear programas utilizando bloques de programación (de acción, de flujo, del sensor, y de datos. Ver *figura 25*).

Figura 25

Programa creado en el Software de Lego Mindstorms NXT.



En este sentido, la construcción de robots con legos le permite al estudiante desarrollar su razonamiento mecánico (aplicando conceptos como velocidad, fuerza, energías, torques, etc.) y la programación le permite desarrollar su inteligencia lógica matemática. Por esta razón, se plantea la construcción y programación de un robot que realice un tiro parabólico y una caída libre, con el fin de estudiar fenómenos físicos relacionados con la velocidad instantánea (proyección i1.v3 del laboratorio de Física) y las energías cinética y potencial (proyecto i6 del laboratorio de Física).

6.1.2.4 Simulaciones en Tracker. Se sugiere que el desarrollo de la práctica de tiro parabólico y caída libre realizada con elementos de robótica incluya una fase de modelado y simulación con la herramienta Tracker. Este software permite analizar y modelar la trayectoria seguida por un proyectil (determinar y graficar su posición, velocidad y aceleración en función del tiempo), relacionarla con sus energías cinética y potencial a partir de la grabación de un video del movimiento, y así poder comparar los resultados obtenidos en los proyectos de laboratorio con los datos arrojados en el modelado.

6.1.2.5 Desarrollo de Ambientes de Aprendizaje. El ambiente de aprendizaje se deberá desarrollar e implementar en la plataforma del colegio. Allí se deben crear secciones para cada uno de los laboratorios (para Física, Química y Biología), con el fin de centralizar toda la información asociada a los proyectos y experimentos (videos, documentos de los proyectos, hojas de trabajo, enlaces a material de estudio, simulaciones, CPL, materiales complementarios, etc.) para que los estudiantes y los profesores accedan antes, durante y después de la sesión.

6.1.2.6 Programa de Capacitación Docente. La etapa de formación docente contemplada para el colegio Bicentenario se podrá llevar a cabo siguiendo la misma metodología implementada con la FCUIS: se realizarán sesiones de discusión, construcción colectiva y capacitación sobre las diferentes teorías y estrategias de enseñanza y aprendizaje (incorporando las metodologías *JiTT*, *aprendizaje activo*, *aprendizaje mediado*), así como en la creación de recursos didácticos, el uso de sus aulas virtuales y el seguimiento del proceso de aprendizaje.

Adicionalmente, se deberán realizar talleres prácticos en los que cada profesor ejecute las secuencias didácticas con PhET y las complemente con los proyectos y experimentos de Física, Química, Biología y Matemáticas desarrollados para la visita a los laboratorios, con el objetivo ser mediador en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

6.1.2.7 Formulación e Implementación de un Banco de Preguntas. Para la formulación de preguntas, se propone seguir el proceso propuesto por French & Prather y adaptado, a través de una [infografía](#) (ver *figura 26*), para ser implementado en la UIS y demás instituciones que hagan parte de nuevas visitas. Esta infografía permite identificar aspectos clave para la redacción de las preguntas y sus respectivas respuestas. Se sugiere que se incluyan todos los modos de representación y las tareas intelectuales y que se creen preguntas de alto nivel cognitivo.

Figura 26

Infografía para la formulación de preguntas usando el marco de French & Prather



6.1.2.8 Visita de los Estudiantes del Colegio Bicentenario. Se debe realizar una reunión informativa con los estudiantes para que den su asentimiento y con sus familiares para que den su consentimiento informado. Así mismo, se debe realizar la socialización con los profesores de las áreas de interés para comenzar con el proceso de capacitación y la posterior puesta en marcha (se sugiere realizar la visita en el *segundo semestre del año*).

Una vez se tenga el aval de los responsables de la visita y los profesores estén debidamente capacitados, se realizará la visita de los estudiantes al campus central. Todos los participantes deberán llegar a la UIS a las 6:30 am, donde los esperará el investigador encargado de la visita y los dos auxiliares estudiantiles encargados de la organización. Los estudiantes deberán ingresar, junto con sus profesores, por la portería de la carrera 27 y deberán dirigirse, guiados por el investigador, hacia el aula máxima de ciencias, donde se les dará la bienvenida a la UIS y las instrucciones de la visita.

Posteriormente, los estudiantes se trasladarán al edificio de Laboratorios Livianos para iniciar el recorrido por las diferentes estaciones de Física, Química, Biología y Matemáticas dispuestas para la experiencia. Para esto, se formarán grupos de 15 estudiantes cada uno, que estarán rotando por los laboratorios, tal como se muestra en la *tabla 30*. En total, los estudiantes visitarán 5 estaciones: 1 de Física, 2 de Química, 1 de Biología y 1 de matemáticas. Esto implica que los estudiantes no realizarán los mismos proyectos –cada grupo se dividirá a su vez en 2 grupos, A (6 estudiantes) y B (9 estudiantes), para los proyectos de Química, Biología y Matemáticas–.

Vale la pena aclarar que los participantes tendrán un espacio para tomar el descanso y el refrigerio en la plaza del Edificio Camilo Torres, desde donde se dirigirán nuevamente a los laboratorios para terminar el recorrido.

Tabla 30*Cronograma de actividades de la visita de la IEM a la UIS*

Horario	Lab. Física		Lab. Química				Lab. Biología	Matemáticas		
	310	311	213	215	217	219				
6:30 a 6:55	Bienvenida al campus									
7:00 a 7:55	G₁	G₂	G_{3A}	G_{3B}	G_{4A}	G_{4B}	G_{5A}	G_{5B}	G_{6A}	G_{6B}
8:00 a 8:55			G_{4A}	G_{4B}	G_{3A}	G_{3B}	G_{6A}	G_{6B}	G_{5A}	G_{5B}
9:00 a 9:55	G₃	G₄	G_{5A}	G_{5B}	G_{6A}	G_{6B}	G_{1A}	G_{1B}	G_{2A}	G_{2B}
9:55 a 10:25	Descanso (plaza del Edificio Camilo Torres)									
10:25 a 11:15	G₃	G₄	G_{6A}	G_{6B}	G_{5A}	G_{5B}	G_{2A}	G_{2B}	G_{1A}	G_{1B}
11:20 a 12:15	G₅	G₆	G_{1A}	G_{1B}	G_{2A}	G_{2B}	G_{3A}	G_{3B}	G_{4A}	G_{4B}
12:20 a 13:15			G_{2A}	G_{2B}	G_{1A}	G_{1B}	G_{4A}	G_{4B}	G_{3A}	G_{3B}
13:20 a 13:45	Recorrido por la UIS									
13:45 a 15:00	Almuerzo y Salida del campus									

Al finalizar el recorrido por las estaciones, los estudiantes podrán ser guiados por diferentes edificios y lugares representativos de la UIS y deberán ser llevados hasta la salida donde serán recogidos por el transporte escolar.

6.2 Educación STEAM: Prueba Piloto con la IE Rural Vijagual

Como una transición de educación STEM a educación STEAM (inclusión del Arte), se realizó una prueba piloto con estudiantes de quinto grado de la Institución Educativa Rural Vijagual Sede H – Vereda El Nogal, Santander (ver *figura 27*).

Para esto, la *escuela de Física*, a través del Grupo de investigación en Óptica y Tratamiento de Señales – GOTS, acondicionó un laboratorio para realizar demostraciones de óptica (ver *figura 28*). A su vez, la *escuela de Química* acondicionó un laboratorio para realizar experimentos de reacciones químicas con recursos de uso cotidiano (ver *figura 29*).

Por su parte, la inclusión de la *escuela de Biología* se realizó con la habilitación de la sala de exhibición del Museo de Historia Natural, en el cual los estudiantes hicieron un recorrido por los diferentes hábitats de la región y conocieron acerca de la importancia de la conservación de la biodiversidad (ver *figura 30*). Vale la pena mencionar que, al tratarse de una IE de carácter público, con recursos limitados, ubicada en una zona rural, el investigador logró un acuerdo con la escuela de Biología para que no se cobraran las entradas al museo.

Adicionalmente, la inclusión de la *Escuela de Matemáticas* se realizó con la habilitación de un espacio de aprendizaje basado en diferentes juegos y retos matemáticos (ver *figura 31*).

Por último, la inclusión de la *Escuela de Arte y Música* se realizó a través de conciertos, actividades musicales con instrumentación ORFF, la visita guiada a las instalaciones del edificio de música y una práctica en el Laboratorio de Música, en la cual los estudiantes grabaron una canción (ver *figura 32*).

Figura 27

Visita de la IE Rural Vijagual a las instalaciones de la UIS



Figura 28

Visita de estudiantes al laboratorio de Física de la UIS



Figura 29

Visita de estudiantes al laboratorio de Química de la UIS



Figura 30

Visita de estudiantes al museo de historia natural de la UIS



Figura 31

Visita de estudiantes a la zona de retos matemáticos de la UIS



Figura 32

Visita de estudiantes al laboratorio de Música de la UIS



Referencias Bibliográficas

- Albarracín Vanoy, R. J. (2022). STEM Education as a Teaching Method for the Development of XXI Century Competencies. *Metaverse Basic and Applied Research*, 1, 21. doi:<https://doi.org/10.56294/mr202221>
- Arduino. (2014). Obtenido de El por qué del sistema STEM en la educación actual: <https://descubrearduino.com/educacion-stem/>
- Arikan, S., Erkin, E., & Pesen, M. (2022). Development and Validation of a STEM Competencies Assessment Framework. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-24. doi:<https://doi.org/10.1007/s10763-020-10132-3>
- Botero, J. (2018). *¿Qué es la Educación STEM?* doi:<https://www.stemeducol.com/que-es-stem>
- Cabero Almenara, J., & Valencia, R. (2020). And COVID-19 transformed the educational system: reflections and experiences to learn. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*(15), 218–228. doi:<https://doi.org/10.46661/ijeri.5246>
- Callejas et al. (2011). Objetos de Aprendizaje, un estado del arte. *Entramado*, 7(1), 176-189.
- Cardeño et al. (2017). La incidencia de los Objetos de Aprendizaje interactivos en el aprendizaje de las matemáticas básicas, en Colombia. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 9(16), 63-84. doi:<https://doi.org/10.22430/21457778.182>
- Carneiro, R., Toscano, J. C., & Díaz, T. (2011). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. Madrid, España: Fundación Santillana.
- Cecil et al. (2013). Virtual Learning Environments in Engineering and STEM Education . 2013 *Frontiers in Education Conference*, 502-507. doi:<https://doi.org/10.1109/FIE.2013.6684874>

- Chittum et al. (2017). The effects of an afterschool STEM program on students' motivation and engagement. *International Journal of STEM Education*, 4(11).
doi:<https://doi.org/10.1186/s40594-017-0065-4>
- Cormier et al. (2011). An Online National Archive of Multiple-Choice Questions for Astro 101 and the Development of the Question Complexity Rubric. *Earth and Space Science*, 443, 439-441.
- Ferrada et al. (2019). Análisis bibliométrico sobre educación STEM. *Espacios*, 40(8), 2.
- French, R. S., & Prather, E. E. (2020). From a systematic investigation of faculty-produced Think-Pair-Share questions to frameworks for characterizing and developing fluency-inspiring activities. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2), 020138.
doi:<https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020138>
- Gao et al. (2020). A systematic review of mobile game-based learning in STEM education. *Educational Technology Research and Development*, 1791–1827.
doi:<https://doi.org/10.1007/s11423-020-09787-0>
- Gregory, S.-J., & Di Trapani, G. (2012). A Blended Learning Approach to Laboratory Preparation. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics*, 20(1), 56-70.
- Hinampas et al. (2018). Blended learning approach: Effect on students' academic achievement and practical skills in science laboratories. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 7(11).
- Hollander, J. E., & Carr, B. G. (2020). Virtually Perfect? Telemedicine for Covid-19. *The New England Journal of Medicine*, 382(18), 1679-81.
doi:<https://doi.org/10.1056/NEJMp2003539>

- Hu, W., & Guo, X. (2021). Toward the Development of Key Competencies: A Conceptual Framework for the STEM Curriculum Design and a Case Study. *Frontiers in Education*. doi:<https://doi.org/10.3389/feduc.2021.684265>
- Jang, H. (2015). Identifying 21st Century STEM Competencies Using Workplace Data. *Journal of Science Education and Technology*, 284-301. doi:<https://doi.org/10.1007/s10956-015-9593-1>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11. doi:<https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. (2014). Engaging Students in STEM Education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.
- Latorre, A. (2005). *La investigación–acción: Conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona, España: Graó.
- Latorre, C. (2008). *Objetos Virtuales de Aprendizaje*. Recuperado el 2021, de Diseño de ambientes educativos basados en NTIC : http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/men_udea/pluginfile.php/9322/mod_forum/attachment/9946/OBJETOS_VIRTUALES_LLECTURA.pdf
- Li et al. (2020). Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7, 11. doi:<https://doi.org/10.1186/s40594-020-00207-6>
- Live Science. (2014). Recuperado el 2021, de What is STEM Education?: <https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>

Llanos et al. (2021). Game-Based Learning and Just-in-Time Teaching to Address Misconceptions and Improve Safety and Learning in Laboratory Activities. *Journal of Chemical Education*, 18(10), 3118-3130.

Llanos et al. (2021). Game-Based Learning and Just-in-Time Teaching to Address Misconceptions and Improve Safety and Learning in Laboratory Activities. *Journal of Chemical Education*, 18(10), 3118-3130.

Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 2. doi:<https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>

Martínez-Palmera et al. (2018). Mediación de los Objetos Virtuales de Aprendizaje en el Desarrollo de Competencias Matemáticas en Estudiantes de Ingeniería. *Formación Universitaria*, 11(6), 63-74. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062018000600063>

Martín-Páez et al. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. doi:<https://doi.org/10.1002/sce.21522>

MEN. (Julio de 2022). *Visión STEM+: Educación expandida para la vida*. Obtenido de https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-08/Documento%20Visio%CC%81n%20STEM%2B.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Competencia*. Obtenido de <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-79364.html>

Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN). (2006). Recuperado el 2021, de Colección: Sistema Nacional de Innovación Educativa con Uso de TIC:

http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/articles-318264_recurso_reda.pdf

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2013). Recuperado el 2021, de Competencias TIC para el desarrollo profesional docente: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-339097_archivo_pdf_competencias_tic.pdf

Miranda et al. (2023). Improving the Physics Learning Outcomes of Engineering Students Through Just in Time Teaching (JiTt). *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 18(2), 190-197. doi:10.1109/RITA.2023.3264446

Miranda Mercado, D. A., Lizcano, A., & Pinzón, E. F. (2023). Improving the Physics Learning Outcomes of Engineering Students Through Just in Time Teaching (JiTt). *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 18(2), 190-197. doi:10.1109/RITA.2023.3264446

Moodle. (27 de Mayo de 2023). *Actividad de examen*. Obtenido de Actividad de examen: <https://docs.moodle.org/35/es/mod/quiz/view>

Morales et al. (2016). Guía para el diseño de objetos virtuales de aprendizaje (OVA). Aplicación al proceso enseñanza-aprendizaje del área bajo la curva de cálculo integral. *Revista Científica General José María Córdova*, 14(18), 127-147.

Naciones Unidas CEPAL. (15 de Julio de 2020). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. Obtenido de Contracción de la actividad económica de la región se profundiza a causa de la pandemia: caerá -9,1% en 2020: <https://www.cepal.org/es/comunicados/contraccion-la-actividad-economica-la-region-se-profundiza-causa-la-pandemia-caera-91>

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2017). *Diagnóstico de la OCDE sobre la estrategia de competencias, destrezas y habilidades de México*.
- Pontificia Universidad Javeriana. (4 de Mayo de 2020). *Pesquisa Javeriana*. Obtenido de Educación virtual, ¿el desafío es solo tecnológico?: <https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/tag/laboratorio-de-economia-de-la-educacion-puj/>
- Rodionov, M. (2015). The Development of Student Core Competencies through the STEM Education Opportunities in Classroom. *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*, 9(10).
- Rojas et al. (2023). Avances de la vinculación de los modelos STEM y STEAM en el sistema educativo Español, Estadounidense y Colombiano. Una revisión sistemática de literatura. *Sociedad Española de Educación Comparada*, 318-336.
- Thibaut et al. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1).
- UNESCO. (2019). *Exploring STEM Competences for the 21st Century*.
- United Nations. (2020). *Policy Brief: Education during COVID-19 and beyond*. Nueva York: United Nations.
- White, D. (2014). What is STEM education and why is it important? *Florida Association of Teacher Educators Journal*, 1(14), 1-9.

Apéndices

Apéndice A. Consentimiento y asentimiento informado



ENTREVISTA ESTUDIANTES



Propuesta para fortalecer el aprendizaje de las Ciencias, Tecnologías y Matemáticas (STEM) en grado décimo

Consentimiento informado

Con base en lo establecido en el artículo 288 del Código Civil Colombiano, la Ley 1098 de 2006 (la Ley de Infancia y Adolescencia) y la Ley Estatutaria 1581 de 2012, mediante las cuales se garantiza la prevalencia de derechos a niños, niñas y adolescentes, usted deberá conocer acerca de esta investigación y aceptar la participación del estudiante en ella si lo considera conveniente. Por favor lea con cuidado la siguiente información:

1. Justificación y objetivos de la investigación.

Esta investigación plantea un reto importante a solucionar relacionado con el aprovechamiento de los recursos disponibles, con el fin de causar un impacto tal que tanto profesores como estudiantes cambien su grado de empatía hacia la implementación de las TIC en procesos formativos, de acuerdo con sus intereses, expectativas, preferencias, motivaciones y necesidades. En este sentido, se ha observado que el estudiante hace parte de un grupo escolar que requiere el desarrollo de competencias tecnológicas, pedagógicas, comunicativas e investigativas que le permitan la integración de la innovación pedagógica con la tecnología para superar estos obstáculos.

El investigador ha analizado la situación del grupo y ha planteado los siguientes objetivos como parte de una estrategia pedagógica, fundamentada en el efecto que puede causar la implementación de un Objeto Virtual en el aprendizaje de las Ciencias, Tecnologías y Matemáticas, para dar solución a las problemáticas presentadas por los estudiantes: definir las temáticas de Ciencia, Tecnología y Matemáticas (STEM) a incorporar en el OVA; diseñar preguntas cerradas de diferentes niveles cognitivos sobre las temáticas definidas; implementar cuestionarios con las preguntas diseñadas, que permitan al estudiante determinar si su respuesta fue correcta; construir un OVA con enlaces a material de estudio y los cuestionarios implementados; estimar el impacto del OVA con un grupo de estudiantes.

2. Procedimientos y propósitos.

Si usted acepta la participación del estudiante tenga en cuenta que será filmado, grabado y fotografiado durante el desarrollo de todo el proceso investigativo, desde que se inicia la fase de diagnóstico (relacionada con las competencias de los estudiantes y la evaluación de sus presaberes) hasta que se implementa el OVA.

La investigación tiene como propósitos mejorar la enseñanza, a partir del desarrollo de competencias pedagógicas y tecnológicas por parte de los profesores y estudiantes; motivar el aprendizaje de las Ciencias, Tecnologías y Matemáticas; influir sobre los gustos y motivaciones de los estudiantes hacia las TIC aplicadas en la educación; fortalecer los procesos de evaluación; y potenciar sus habilidades para dar solución a distintos problemas.

3. Molestias o los riesgos esperados.

Debido a que en la investigación se indagarán temas sensibles referentes a los procesos de enseñanza-aprendizaje, toda la información será registrada por medio de fotografías, audios y videos, por lo cual el estudiante podría sentirse incómodo al expresar sus opiniones en grupos focales, entrevistas y encuestas e incluso presionado al responder las evaluaciones.

4. Beneficios.

La implementación del proyecto posibilitará la adquisición y el desarrollo de competencias STEM en cada estudiante (las tecnológicas, comunicativas, lecto-escritoras, de trabajo en equipo, de solución de problemas de la vida real, entre otras), a medida que se le facilita contenido de calidad, se evalúan sus presaberes y recibe retroalimentaciones oportunas para afianzar sus conocimientos. Esto implica la transformación de las prácticas pedagógicas en las asignaturas de Ciencias, Tecnología y Matemáticas, lo cual se traduce en un gran beneficio para los procesos de enseñanza-aprendizaje llevados a cabo en la institución, que a su vez se reflejan en la motivación y los buenos resultados de los estudiantes.

5. Garantía de recibir respuesta a las preguntas y aclaración a las dudas.

Se le garantizará el tiempo y la oportunidad de realizar cualquier pregunta y plantear dudas relacionadas con la investigación. Usted puede preguntar personalmente o por escrito hasta quedar completamente satisfecho con las respuestas asociadas al estudio y a la participación del estudiante en el mismo.

6. Libertad de retirar su consentimiento en cualquier momento y que el estudiante deje de participar en la investigación.

Es importante que tenga claro que el estudiante participa de manera voluntaria y con su consentimiento en la investigación. Si usted lo considera pertinente puede retirarlo de la misma en cualquier momento y por cualquier razón.

7. Anonimato y confidencialidad.

Los datos personales sólo sirven para registro y tratamiento de datos y no serán divulgados. La identidad del estudiante no será revelada en el estudio y se manejará una codificación para cada participante, de manera que se garantice el anonimato y la confidencialidad de la información. Vale la pena aclarar que toda la información recopilada se tratará de acuerdo con las disposiciones definidas por la ley Colombiana 1581 de 2012, de protección de datos personales, y sólo será utilizada en escenarios académicos y con fines investigativos.

8. Compromiso de proporcionar información actualizada obtenida durante el estudio, aunque ésta pudiera afectar la voluntad del estudiante para continuar participando en la investigación.

En caso de que desee consultar información relacionada con el estudiante, puede hacerlo en cualquier momento. Usted deberá tener en cuenta que en la investigación se pueden presentar situaciones de riesgo que amenacen los derechos del estudiante, por lo cual usted será informado oportunamente, aunque eso signifique que sea retirado de la investigación.

9. Autorización para el uso de fotografías, audios y videos obtenidos en esta investigación.

Yo _____ identificado con CC. _____, siendo _____ de _____ de _____, concedo los derechos de imagen, los derechos conexos y en general todos aquellos derechos de propiedad intelectual que tengan que ver con el derecho de imagen, al estudiante de la Maestría en Informática para la Educación (MIE) de la Universidad Industrial de Santander UIS, **Helmer Andrés Arenas Navas**, para que haga uso y tratamiento de fotografías, audios y videos, obtenidos en esta investigación, como apoyo para conferencias, ponencias, talleres y publicaciones en libros y otros textos académicos derivados del proyecto y la MIE.

Esta autorización se regirá por las siguientes normas legales aplicables:

- Las fotografías, los audios o videos podrán ser utilizados con fines educativos e informativos en diferentes escenarios y plataformas.
- Las fotografías, los audios o videos son sin ánimo de lucro y en ningún momento serán utilizados para objetivos distintos.

Firma de autorización

10. Aceptación.

Yo _____ identificado con CC. _____, siendo _____ de _____ de _____, declaro que he recibido información clara, completa y satisfactoria acerca del proyecto de investigación denominado "Objeto Virtual para fortalecer el aprendizaje de las Ciencias, Tecnologías y Matemáticas (STEM) en grado décimo", el cual se desarrollará en la institución educativa _____ por el estudiante de la Maestría en Informática para la Educación (MIE), **Helmer Andrés Arenas Navas**, y en el cual, habiendo comprendido la información brindada, acepto la participación del estudiante _____ identificado con TI. _____.

Adicionalmente, declaro que:

1. He leído detenidamente la información referente al proyecto de investigación.
2. Se me ha entregado una copia de este consentimiento informado.
3. He tenido el tiempo y la oportunidad para realizar las preguntas y plantear las dudas que posea. Todas las preguntas fueron respondidas de manera satisfactoria.
4. Se me ha asegurado que se mantendrá el anonimato y la confidencialidad de los datos del estudiante.
5. El consentimiento lo otorgo de manera voluntaria y sé que soy libre de retirar al estudiante de la investigación en cualquier momento y por cualquier razón.

En consecuencia, otorgo mi consentimiento para la participación del estudiante en la investigación.

Nombre del estudiante

Nombre del acudiente del estudiante

Firma

Nombre del investigador

Firma

Apéndice B. Encuesta de caracterización de la población



Encuesta para Estudiantes (antes de visita)

helmer.arenas@saber.uis.edu.co [Cambiar de cuenta](#)

No compartido

* Indica que la pregunta es obligatoria

Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC)

A continuación, usted podrá opinar acerca de las TIC implementadas en su proceso de enseñanza-aprendizaje.

Dispositivos tecnológicos*

¿Cuáles dispositivos tecnológicos utiliza en su tiempo libre?

Nota: En la opción «Otro» puede escribir dispositivos tecnológicos diferentes a los que se enumeran.

- Celular
- Tablet o iPad
- Computador (de mesa o portátil)
- Consola de videojuegos (X-box, Nintendo, Play Station, etc.)

Asignaturas

A continuación, usted podrá opinar acerca de las asignaturas orientadas en el FCUIS.

Gusto de asignaturas*

Califique en escala de 1 a 5, siendo 1 que la asignatura no le gusta nada y 5 que la asignatura le gusta mucho, el gusto por cada una de las siguientes asignaturas.

	1	2	3	4	5
Artes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Ciencias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Educación física	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Pedagogía

A continuación, usted podrá opinar acerca los aspectos pedagógicos involucrados en su proceso de enseñanza-aprendizaje en las asignaturas de Ciencias, Física, Química, Informática, Matemáticas y Artes.

Estrategias del profesor Ciencias*

Califique en escala de 1 a 5, siendo 1 deficientes y 5 excelentes, las estrategias que utiliza el profesor de Ciencias para desarrollar las clases, resolver las dudas y enfrentar las dificultades que se presentan.

	1	2	3	4	5	
Deficientes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Excelentes

Estudios universitarios*

¿Cuál carrera le gustaría estudiar? Justifique su respuesta.

Nota: Escriba el nombre de la carrera que más le gustaría estudiar. Puede agregar otras carreras que le gustan, pero no tiene completa seguridad de estudiarla.

No sé _____



Escuela de Química
Laboratorio de Química
Elaboró: Sandra Milena Cadena Camacho

ÁCIDOS Y BASES

RESUMEN

Los ácidos y las bases son dos de las diferentes categorías en las que los químicos han clasificado las sustancias que constituyen la materia y son importantes en muchos procesos químicos, así como en procesos relacionados con el metabolismo de los seres vivos. Los ácidos se reconocen porque al disolverse en agua se liberan iones hidronio H^+ ; en el caso de las bases, se liberan iones hidróxido, OH^- . Algunas sustancias particulares adquieren un determinado color cuando se hallan en presencia de un ácido o una base en disolución, y esto se ha aprovechado para usarlas como indicadores de la presencia de ácidos o bases. En esta práctica se desea explorar el carácter ácido o básico de diferentes productos de uso común en la vida cotidiana. Para ello se usará una sustancia indicadora o "indicador ácido-base", o de manera corta, "indicador", que se halla presente en las hojas del repollo morado (lombarda) y puede obtenerse mediante la realización de una infusión. También se hará uso del papel indicador universal, un dispositivo específicamente diseñado bajo el mismo principio de la coloración en presencia de un ácido pero que además permite estimar la cantidad de ácido presente en la disolución por el color que toma el papel al ser humedecido con la disolución ácida. Además, se podrá determinar el carácter ácido o básico de una sustancia mediante la medición de una variable denominada pH a través de un instrumento especializado para tal fin.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las sustancias químicas se han clasificado en grandes categorías desde mucho tiempo atrás en la historia de la humanidad y dos categorías de sustancias químicas muy importantes son los ácidos y las bases debido a que son muy comunes en la vida cotidiana. En esta práctica se quiere reconocer algunos ácidos y bases, explorar las formas mediante las cuales los químicos los identifican, y conocer algunas de sus características.

2. OBJETIVO GENERAL

- Caracterizar sustancias de uso común como ácidos o bases y determinar el grado de acidez de estas.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconocer ácidos y las bases mediante el uso de indicadores coloreados.
- Evidenciar diferentes grados de acidez mediante indicadores coloreados.
- Conocer y usar la escala de pH para determinar el grado de acidez.
- Observar una reacción de neutralización ácido-base.

6. METODOLOGÍA

Esta práctica puede ser realizada por grupos de 3 estudiantes. Hay muchas manipulaciones que deben ser realizadas, por lo que todos pueden participar de manera activa. Es conveniente que el grupo se organice internamente para asignar tareas individuales. El instructor puede sugerir una buena forma de hacerlo.

6.1. Indicador de pH con col morada

- En un recipiente (plato hondo) picar la col morada (3 hojas de col, aproximadamente 90 gramos) en trozos pequeños.
- Adicionar poco a poco 50 mL de alcohol antiséptico y macerar con un "Molinillo o mortero" en la medida que se adiciona el alcohol.
- Usar un filtro de papel (filtro de café, colador, o tela) para filtrar los residuos sólidos, tomar el filtrado y envasar el extracto morado en un recipiente con tapa, preferiblemente de plástico.

Solución	Indicador de Lombarda			pH		¿Solución ácida o básica?
	Ácido	Básico	Color observado	pH aproximado	Indicador universal	
NaCl 0,1 M						
Sacarosa						
NaOH 0,1 M						
Leche						
Vinagre						
Gaseosa						
Agua de la llave						
Zumo de limón						
Tomate						
Champú						

Tabla 1. Registro del efecto de las sustancias con el indicador de Lombarda, papel indicador universal y pH-chimetro.



Escuela de Química
Laboratorio de Química
Elaboró: William Torres Delgado

EFECTO DE LA TEMPERATURA EN BEBIDAS CARBONATADAS - GASES

RESUMEN

La determinación de la presión parcial del CO_2 y su concentración en una bebida carbonatada, a una temperatura, se hallan experimentalmente, usando medidas simples de masa, volumen y temperatura, junto con la aplicación de la ley de gases ideales y la ley de Henry.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una de las consecuencias del calentamiento global es el aumento de la temperatura en los océanos; dicho aumento de temperatura disminuye la solubilidad de los gases disueltos en él y los libera a la atmósfera. Entre los gases liberados se encuentra el CO_2 que contribuye aún más al calentamiento porque aumenta su concentración en la atmósfera.

Sería razonable poder cuantificar cuánto gas se libera en la atmósfera y cuánto gas está disuelto en el océano a una determinada temperatura. En otras palabras, determinar la presión parcial del CO_2 y la solubilidad del CO_2 en el agua a una determinada temperatura. Con estos datos a diferentes temperaturas se podría confirmar o no la hipótesis de liberación de gases en líquidos a mayor temperatura.

Con el fin de resolver dicha inquietud, se plantea llevar el problema a una escala más pequeña y probar el efecto de la temperatura sobre la presión parcial de un gas y su solubilidad en un líquido, por ejemplo, medir la presión del CO_2 dentro de una botella cerrada que contiene una bebida carbonatada.

2. OBJETIVO GENERAL

- Comparar la solubilidad y presión parcial del CO_2 a diferentes temperaturas.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la presión parcial del CO_2 presente en el espacio de arriba del líquido en una bebida carbonatada cerrada a cierta temperatura.
- Determinar la solubilidad (concentración) del CO_2 en la bebida carbonatada a cierta temperatura.

7. RESULTADOS

Los resultados se pueden tabular teniendo en cuenta el siguiente formato:

Datos para botella: _____

Nº ensayo	m_1, g	m_2, g	$T, ^\circ C$	V, mL	m_3, g
1					
2					
3					

Los cálculos se pueden tabular teniendo en cuenta el siguiente formato:

Nº ensayo	Masa de CO_2, g	Moles de CO_2, mol	Presión parcial del CO_2, atm	Constante de Henry, $k (T) *$	Molalidad del CO_2 en la bebida, m
1					
2					
3					

Nota: Consultar en la Tabla 1 en anexos la constante a la temperatura del líquido.

Cálculos:

- Masa de CO_2 : $m_1 - m_2$
- Moles de $CO_2 = \frac{\text{masa de } CO_2}{\text{masa molar de } CO_2 (44,009 \frac{g}{mol})}$
- Presión parcial $CO_2 (atm) = \frac{\text{moles } CO_2 \times 0,002 \frac{atm \cdot L}{g \cdot mol} \times (273,15 + T(^{\circ}C))}{\frac{\text{volumen (mL)}}{1000}}$
- Conversión de atmósferas a bar: Presión parcial $CO_2 (bar) = P_{CO_2} (atm) \times 1,013 \frac{bar}{atm}$
- Molalidad del CO_2 en la bebida: se usa la ley de Henry: $k \times P_{CO_2} (bar)$



Escuela de Química
Laboratorio de Química
Elaboró: William Torres Delgado

CELDA ELECTROLÍTICAS - COBRIZADO

RESUMEN

El Cobre presente en una sal, disociada en agua, se depositará sobre un electrodo (material conductor) formando una capa fina de Cu al hacer pasar una corriente en una celda electrolítica durante un lapso muy corto. De esta forma la celda se comporta como una celda electrolítica. Por el contrario, si se invierten los polos, la película depositada se disolverá de nuevo en la solución, demostrando así el proceso reversible de las reacciones redox.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La deposición de películas metálicas sobre otros metales es posible gracias a la electrólisis. Para la deposición, se hace circular una determinada cantidad de corriente en una celda durante cierto tiempo y esto permite la formación de una película metálica sobre otra. Cuantitativamente debe existir una relación entre la cantidad depositada (*g*), la corriente usada (*A*) y el tiempo (*s*) que se hace circular la corriente, de tal forma que se pueda predecir, por ejemplo, el tiempo necesario para depositar determinada cantidad de metal.

Experimentalmente se ha deducido una relación matemática, la cual se puede verificar a través de medidas sencillas de masa y tiempo. En la presente práctica se pondrá a prueba dicha relación usando una celda electrolítica formada por un electrodo de Cu y otro de grafito en una solución de CuSO₄, actuando como electrolito.

2. OBJETIVO GENERAL

- Identificar los principales componentes de una celda electrolítica, electrodos, cables y solución electrolítica.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diferenciar una celda galvánica de otra electrolítica.
- Construir una celda electrolítica en la que el grafito actúa como cátodo y el electrodo de Cu como ánodo.
- Comparar la cantidad depositada experimentalmente de Cu sobre el electrodo de grafito con la cantidad teórica calculada a partir de la ley de Faraday.

7. RESULTADOS

Los resultados se pueden tabular teniendo en cuenta el siguiente formato:

Nº ensayo	Masa del electrodo grafito, <i>g</i> = <i>m</i> ₁	Corriente, <i>A</i>	Tiempo, <i>s</i>	Masa del electrodo cobrizado, <i>g</i> = <i>m</i> ₂
1				
2				
3				

Los cálculos se pueden tabular teniendo en cuenta el siguiente formato:

Nº ensayo	Masa de Cu depositada experimentalmente: <i>m</i> ₂ - <i>m</i> ₁	Masa teórica de Cu depositada en el electrodo de grafito, <i>g</i> = <i>m</i> _{Cu}
1		
2		
3		

El cálculo de la masa teórica de Cu, *m*_{Cu}, depositada en el electrodo de grafito durante el paso de una corriente, *I*, durante un tiempo determinado en segundos es el siguiente:

$$m_{Cu} = I (A) \times t (s) \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{96485 \text{ C}} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{2 \text{ mol } e^-} \times \frac{63,546 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}}$$



Escuela de Química
Laboratorio de Química
Elaboró: María Mercedes González

CINÉTICA QUÍMICA

RESUMEN

El estudio de la velocidad con que se desarrollan las reacciones químicas se conoce como cinética química y tiene amplias aplicaciones tanto en la industria como en la vida diaria.

La velocidad a la que suceden las reacciones químicas está determinada por varios factores, entre ellos la temperatura, la agitación, la naturaleza y concentración de los reactivos y la presencia de catalizadores. En esta práctica podremos apreciar cualitativamente cómo se ve afectada la velocidad de las reacciones por varios de estos factores.

1. OBJETIVO GENERAL

- Analizar los factores que afectan la velocidad de una reacción de tipo óxido-reducción.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comprender de forma cualitativa el efecto de la temperatura sobre la velocidad de una reacción.
- Analizar cómo cambia la velocidad de la reacción en función a las concentraciones de los reactivos.
- Reconocer el efecto de un catalizador sobre la velocidad de reacción.

3. MARCO TEÓRICO

Los estudios de cinética química son experimentales e involucran determinación de velocidades de reacción y órdenes de reacción que llevan a proponer los mecanismos que explican cómo se desarrollan las reacciones. En esta práctica abordaremos el aspecto de la velocidad de reacción y los factores que la afectan.

La velocidad de reacción es la tasa a la cual los reactivos se transforman en productos y se define matemáticamente como $V = \Delta[X]/\Delta t$ donde $\Delta[X]$ representa el cambio de la concentración molar en el intervalo de tiempo Δt .

La ley de velocidad de la reacción se define como la expresión de la velocidad de reacción en función de la concentración de cada una de las sustancias que influyen en ella (reactivos y productos). Esta ley se debe determinar experimentalmente y no tiene por qué coincidir con la relación de la ecuación estequiométrica de la reacción. Esta ley se expresa habitualmente por medio de una ecuación en la que aparece una constante, denominada constante de velocidad (*k*), multiplicada por la concentración de algunas especies elevadas a un exponente, llamado orden.

Nº Ensayo	1 mL de permanganato de potasio	1,5 mL de ácido sulfúrico	2,5 mL de ácido oxálico	Temperatura	Tiempo
1	$5 \times 10^{-3} \text{ M}$	0,25 M	$1,5 \times 10^{-3} \text{ M}$	55 °C	
2	$5 \times 10^{-3} \text{ M}$	0,25 M	$1,5 \times 10^{-3} \text{ M}$	40 °C	
3	$5 \times 10^{-3} \text{ M}$	0,25 M	$1,5 \times 10^{-3} \text{ M}$	25 °C	

5.2. Efecto de la concentración de reactivos

En los siguientes experimentos se sigue un proceso similar al anterior, en todos se mide el tiempo en que tarda en desaparecer el color del permanganato desde que se mezcla con el ácido oxálico, se trabajan a temperatura de 45 °C y se realizan los ensayos por duplicado.

Los experimentos se realizarán de manera similar: en un tubo de ensayo (tubo 1) se ponen 1 mL de disolución de permanganato de potasio y 1,5 mL de disolución de ácido sulfúrico, en otro tubo de ensayo (tubo 2) se ponen 2,5 mL de solución de ácido oxálico, esta vez vamos a variar las concentraciones según se presenta en la tabla.

Nº Ensayo	1 mL de Permanganato de potasio	1,5 mL de ácido sulfúrico	2,5 mL de ácido oxálico	Tiempo
4	$5 \times 10^{-3} \text{ M}$	0,25 M	$1,5 \times 10^{-3} \text{ M}$	
5	$5 \times 10^{-3} \text{ M}$	0,25 M	$3 \times 10^{-3} \text{ M}$	
6	$5 \times 10^{-4} \text{ M}$	0,25 M	$1,5 \times 10^{-3} \text{ M}$	
7	$5 \times 10^{-4} \text{ M}$	0,25 M	$3 \times 10^{-3} \text{ M}$	
8	$5 \times 10^{-3} \text{ M}$	1 M	$3 \times 10^{-3} \text{ M}$	



Escuela de Química
Laboratorio de Química
Elaboró: Sandra Milena Pinto

PROCESOS DE ÓXIDO-REDUCCIÓN

1. OBJETIVO GENERAL.

- Comprender el concepto de oxido-reducción a partir de experiencias de laboratorio.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar en cada reacción experimental la especie oxidada, reducida y los agentes óxido-reductores.
- Relacionar el proceso de óxido-reducción con la obtención de metales y combustibles gaseosos.
- Comprobar la ley de la conservación de la materia a partir de las reacciones químicas propuestas en el laboratorio.

3. MARCO TEÓRICO

¿Sabías que la energía que necesitamos para realizar nuestras actividades diarias la obtenemos de una reacción de oxido-reducción? Estas reacciones son muy útiles e importantes en nuestra vida cotidiana, ya que se utilizan en diferentes procesos tanto fisiológicos como industriales; Por ejemplo, la producción de alimentos o de energía eléctrica, el funcionamiento y elaboración de dispositivos tecnológicos como celulares, computadoras etc. En estas reacciones hay transferencia de electrones de una sustancia a otra, por lo que podemos hablar de pérdida (oxidación) y ganancia (reducción) de electrones, que se reflejan en los cambios el número de oxidación de las especies involucradas (Figura 1).

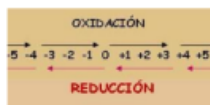


Figura 1. Oxidación-Reducción.

La transferencia de electrones puede ser total (compuestos iónicos) o parcial como en los covalentes, y se hace desde la capa externa de un átomo a la capa externa del otro. El átomo que transfiere los electrones se convierte en ion positivo (catión) y el que los acepta en ion negativo (anión). Las reacciones de oxido-reducción se fundamentan en la ley de la conservación de la materia, donde la especie que pierde electrones se oxida y se convierte en el agente reductor y el que gana los electrones se reduce y es el agente oxidante. Para visualizar estos procesos se realizarán dos experimentos de laboratorio donde los estudiantes podrán a través de la experimentación entender los conceptos de oxido-reducción.

6. HOJA DE TRABAJO

6.1. Semáforo Químico

¿Qué se observa cuando...?

Se agrega la solución de $NaOH$ a la glucosa que contiene el colorante	Se agrega más colorante carmín de índigo a la solución	Al transferir y agitar la mezcla

Proponga algunas hipótesis para explicar sus observaciones:







Análisis de los colores: Analice el estado (oxidado-Reducido-intermedio) del colorante y asócielo con el color obtenido en la solución y explique sus observaciones:

Roja	Amarilla	Verde	Incolora





Escriba dos conclusiones de esta actividad:

Apéndice D. Clasificación de preguntas de los CPL según su nivel de complejidad

Pregunta nivel trivial

Asignatura	Física I		
Módulo-Unidad	Cinemática		
Tema(s)	Velocidad Instantánea		
Pregunta			
En un movimiento con aceleración constante, ¿cómo cambia la velocidad con respecto al tiempo?			
Respuesta			
a. La velocidad varía linealmente con el tiempo.			
Distractores			
b. La velocidad es cero siempre. c. La velocidad permanece constante en el tiempo. d. La velocidad varía como una función cuadrática en el tiempo			
Modos de representación	<input checked="" type="checkbox"/> Palabras (escritas o habladas)	<input type="checkbox"/> Imágenes (fotografías, imágenes estáticas)	<input type="checkbox"/> Gráficos y figuras (de tipo estadístico)
	<input type="checkbox"/> Tablas	<input type="checkbox"/> Formalismos matemáticos (ecuaciones u otras expresiones matemáticas)	<input type="checkbox"/> Números
	<input type="checkbox"/> Animaciones (no permite cambio de parámetros o variables)	<input type="checkbox"/> Simulaciones (permite mecanismos de interacción con el usuario y cambio de parámetros)	<input type="checkbox"/> Grabaciones de la realidad (audio, video)
	<input type="checkbox"/> Gestos (expresiones faciales o movimientos del cuerpo)	<input type="checkbox"/> Algoritmos (pseudocódigo, código en algún lenguaje específico)	<input type="checkbox"/> Diagramas (diagramas de flujo, circuitos, entre otros)
Tareas intelectuales	<input checked="" type="checkbox"/> Visualizar	<input type="checkbox"/> Dibujar o esbozar	<input type="checkbox"/> Modelar
	<input type="checkbox"/> Comparar	<input type="checkbox"/> Identificar	<input type="checkbox"/> Predecir
	<input type="checkbox"/> Extrapolar	<input type="checkbox"/> Contar/Enumerar	<input type="checkbox"/> Clasificar/Categorizar
	<input type="checkbox"/> Ordenar	<input type="checkbox"/> Emparejar/Relacionar	<input type="checkbox"/> Razonar cuantitativamente
	<input type="checkbox"/> Calcular	<input type="checkbox"/> Aplicar y analizar	<input type="checkbox"/> Escribir/Redactar
Complejidad	<input checked="" type="checkbox"/> Trivial	Requiere recordar o plantear un único concepto o elemento de conocimiento declarativo.	
	<input type="checkbox"/> Bajo	Involucra un paso de razonamiento (causa – efecto o relación directa entre dos conceptos).	
	<input type="checkbox"/> Medio	Involucra un encadenamiento de múltiples pasos de razonamiento.	
	<input type="checkbox"/> Alto	Involucra un encadenamiento y combinación de múltiples pasos de razonamiento de dos o más ideas diferentes.	

Pregunta nivel bajo

Asignatura	Física I		
Módulo-Unidad	Cinemática		
Tema(s)	Montaje Velocidad Instantánea		
Pregunta			
Un automóvil puede pasar del reposo a 52 [km/h] en 13 [h], ¿cuál es su aceleración?			
Respuesta			
a. 4 [km/h ²]			
Distractores			
b. 4 [km/h] c. 0.25 [km/h ²] d. 0.25 [km/h]			
Modos de representación	<input checked="" type="checkbox"/> Palabras (escritas o habladas)	<input type="checkbox"/> Imágenes (fotografías, imágenes estáticas)	<input type="checkbox"/> Gráficos y figuras (de tipo estadístico)
	<input type="checkbox"/> Tablas	<input checked="" type="checkbox"/> Formalismos matemáticos (ecuaciones u otras expresiones matemáticas)	<input checked="" type="checkbox"/> Números
	<input type="checkbox"/> Animaciones (no permite cambio de parámetros o variables)	<input type="checkbox"/> Simulaciones (permite mecanismos de interacción con el usuario y cambio de parámetros)	<input type="checkbox"/> Grabaciones de la realidad (audio, video)
	<input type="checkbox"/> Gestos (expresiones faciales o movimientos del cuerpo)	<input type="checkbox"/> Algoritmos (pseudocódigo, código en algún lenguaje específico)	<input type="checkbox"/> Diagramas (diagramas de flujo, circuitos, entre otros)
Tareas intelectuales	<input checked="" type="checkbox"/> Visualizar	<input type="checkbox"/> Dibujar o esbozar	<input type="checkbox"/> Modelar
	<input type="checkbox"/> Comparar	<input type="checkbox"/> Identificar	<input type="checkbox"/> Predecir
	<input type="checkbox"/> Extrapolar	<input type="checkbox"/> Contar/Enumerar	<input type="checkbox"/> Clasificar/Categorizar
	<input type="checkbox"/> Ordenar	<input type="checkbox"/> Emparejar/Relacionar	<input type="checkbox"/> Razonar cuantitativamente
	<input checked="" type="checkbox"/> Calcular	<input type="checkbox"/> Aplicar y analizar	<input type="checkbox"/> Escribir/Redactar
Complejidad	<input type="checkbox"/> Trivial	Requiere recordar o plantear un único concepto o elemento de conocimiento declarativo.	
	<input checked="" type="checkbox"/> Bajo	Involucra un paso de razonamiento (causa – efecto o relación directa entre dos conceptos).	
	<input type="checkbox"/> Medio	Involucra un encadenamiento de múltiples pasos de razonamiento.	
	<input type="checkbox"/> Alto	Involucra un encadenamiento y combinación de múltiples pasos de razonamiento de dos o más ideas diferentes.	

Pregunta nivel medio

Asignatura	Física I		
Módulo-Unidad	Cinemática		
Tema(s)	Montaje Velocidad Instantánea		
Pregunta			
En el siguiente listado se nombran algunos elementos necesarios para la elaboración del proyecto de investigación: Interfaz universal de PASCO, Deslizador, Aletas de diferente tamaño, Una regla, Bomba y riel de aire, y Nivel. Según el video del proyecto, cuáles de los siguientes elementos, se requieren adicionalmente:			
Respuesta			
a. Dos fotosensores con cable, dos bloques de madera y un calibrador.			
Distractores			
b. Una fotocelda, dos bloques de madera y un calibrador. c. Dos fotosensores con cable y dos bloques de madera. d. Una fotocelda y dos bloques de madera.			
Modos de representación	<input checked="" type="checkbox"/> Palabras (escritas o habladas)	<input type="checkbox"/> Imágenes (fotografías, imágenes estáticas)	<input type="checkbox"/> Gráficos y figuras (de tipo estadístico)
	<input type="checkbox"/> Tablas	<input type="checkbox"/> Formalismos matemáticos (ecuaciones u otras expresiones matemáticas)	<input type="checkbox"/> Números
	<input type="checkbox"/> Animaciones (no permite cambio de parámetros o variables)	<input type="checkbox"/> Simulaciones (permite mecanismos de interacción con el usuario y cambio de parámetros)	<input checked="" type="checkbox"/> Grabaciones de la realidad (audio, video)
	<input type="checkbox"/> Gestos (expresiones faciales o movimientos del cuerpo)	<input type="checkbox"/> Algoritmos (pseudocódigo, código en algún lenguaje específico)	<input type="checkbox"/> Diagramas (diagramas de flujo, circuitos, entre otros)
Tareas intelectuales	<input checked="" type="checkbox"/> Visualizar	<input type="checkbox"/> Dibujar o esbozar	<input type="checkbox"/> Modelar
	<input checked="" type="checkbox"/> Comparar	<input checked="" type="checkbox"/> Identificar	<input type="checkbox"/> Predecir
	<input type="checkbox"/> Extrapolar	<input checked="" type="checkbox"/> Contar/Enumerar	<input type="checkbox"/> Clasificar/Categorizar
	<input type="checkbox"/> Ordenar	<input type="checkbox"/> Emparejar/Relacionar	<input type="checkbox"/> Razonar cuantitativamente
	<input type="checkbox"/> Calcular	<input type="checkbox"/> Aplicar y analizar	<input type="checkbox"/> Escribir/Redactar
Complejidad	<input type="checkbox"/> Trivial	Requiere recordar o plantear un único concepto o elemento de conocimiento declarativo.	
	<input type="checkbox"/> Bajo	Involucra un paso de razonamiento (causa – efecto o relación directa entre dos conceptos).	
	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	Involucra un encadenamiento de múltiples pasos de razonamiento.	
	<input type="checkbox"/> Alto	Involucra un encadenamiento y combinación de múltiples pasos de razonamiento de dos o más ideas diferentes.	

Apéndice E. Rúbrica de evaluación y lista de chequeo para entregar los informes de laboratorio

Rúbrica de evaluación de proyectos								
Elemento del informe	Ítems evaluados	a)	b)	c)	d)	Máximo valor	%	Observaciones
Resumen	a) Plantea el problema teniendo en cuenta principios físicos y químicos. b) Describe la experiencia realizada (redacción en pasado). c) Describe el principal resultado obtenido. d) La extensión es inferior o igual a 300 palabras.	✓	✓	✓	✓	8	100%	
Introducción	a) Incluye la pregunta de investigación, planteamiento del problema y objetivos del proyecto ejecutado. b) Describe el modelo teórico en el que se soporta la investigación. c) Describe las ecuaciones del modelo teórico requeridas para el procesamiento de los datos. d) Cita apropiadamente las referencias bibliográficas consultadas.	✓	✓	✓	✓	8	100%	
Metodología	a) Describe cómo se ejecutó el proyecto. b) Está dividida en fases metodológicas. c) Describe de forma resumida y precisa las actividades realizadas. d) Está redactada de forma clara y precisa.	✓	✓	✓	✓	8	100%	
Procesamiento de datos	a) Presenta todos los datos recolectados en la ejecución del proyecto. b) Muestra, en el procesamiento de los datos, la aplicación del modelo teórico descrito en la introducción. c) Realiza el análisis de errores de medición. d) Realiza el análisis estadístico: calcula valores medios y desviaciones estándar.	✓	✓	✓	✓	8	100%	
Análisis y discusión de resultados	a) Utiliza figuras para representar los datos recolectados. b) Describe cada una de las tablas de datos y figuras. c) Interpreta cada tabla y figura en el marco del modelo teórico. d) Analiza y discute teniendo en cuenta los resultados esperados del proyecto.	✓	✓	✓	✓	10	100%	
Conclusiones, formato y referencias	a) Las conclusiones están soportadas en el análisis y discusión de de resultados. b) Se concluye con base en los objetivos del proyecto. c) Aplica el formato de definido por la Escuela de Física. d) Las referencias siguen las normas de rererenciación (por ejemplo: APA, IEEE u otra).	✓	✓	✓	✓	8	100%	
Calificación							5.0	

Lista de chequeo para el estudiante			
Elemento del informe	Parámetros para revisar	Chequeo	Observaciones
Presentación	Utiliza el formato establecido en la plataforma Moodle	✓	
	El título corresponde con el proyecto de laboratorio desarrollado	✓	
	Incluye el nombre de los integrantes del grupo	✓	
	Incluye el nombre del profesor encargado de orientar el proyecto de laboratorio	✓	
Metodología	Incluye la descripción de la ejecución del proyecto de laboratorio en pasado y de forma impersonal	✓	
	Incluye fotos, imágenes o gráficos del montaje empleado en el laboratorio	✓	
Procesamiento de datos	Incluye ecuaciones y un cálculo mínimo para cada ecuación	✓	
	Incluye el reporte de la incertidumbre de la medición junto a la tabla de datos	✓	
	Incluye tablas completas, etiquetadas y con sus respectivas unidades	✓	
	Incluye resultados acompañados de las unidades	✓	
Análisis de datos y gráficas	Utiliza correctamente las cifras significativas y redondea unidades	✓	
	Incluye imágenes con etiqueta y descripción	✓	
	Los ejes de las gráficas están etiquetados y con unidades	✓	
	Incluye la ecuación que linealiza la gráfica (si tiene tendencia lineal)	✓	
Conclusiones, formato y referencias	Incluye el desarrollo físico-matemático de las ecuaciones usadas experimentalmente	✓	
	Incluye los procesos de linealización en gráficas que no presentan tendencia lineal	✓	
	Realiza una conclusión general de los objetivos basados en su experiencia y analisis de datos	✓	
	Realiza una conclusion por cada parte del experimento	✓	
	Las referencias de los textos consultados están de acuerdo a las normas APA	✓	

Apéndice F. Encuesta de satisfacción de la visita estudiantil





**PROYECTO SPACHOVSKY:
INTEGRACIÓN UNIVERSIDAD-
COLEGIOS**

helmer.arenas@saber.uis.edu.co [Cambiar de cuenta](#)

 No compartido 

** Indica que la pregunta es obligatoria*

Visita a la UIS

Contenido de las prácticas *

Por favor, realice una evaluación respecto al contenido de las prácticas de laboratorio.

	(1) Inaceptable	(2) Deficiente	(3) Aceptable	(4) Bueno	(5) Excelente
Cumplimiento de los objetivos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilidad de los contenidos abordados en las prácticas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Metodología	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Prácticas realizadas y docentes

A continuación, usted podrá opinar acerca de los docentes que lo acompañaron en cada una de las prácticas realizadas en la visita a la UIS.

Nota: Tenga en cuenta el laboratorio y la práctica a evaluar que se menciona en el título de cada pregunta.

Laboratorio Química 214: Procesos Óxido-Reducción *

	(1) Inaceptable	(2) Deficiente	(3) Aceptable	(4) Bueno	(5) Excelente
Conocimiento del tema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Respuesta de inquietudes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manejo del tiempo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puntualidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Experiencia en la visita


A continuación, usted podrá opinar acerca de su experiencia general en la visita a la UIS.

Satisfacción *

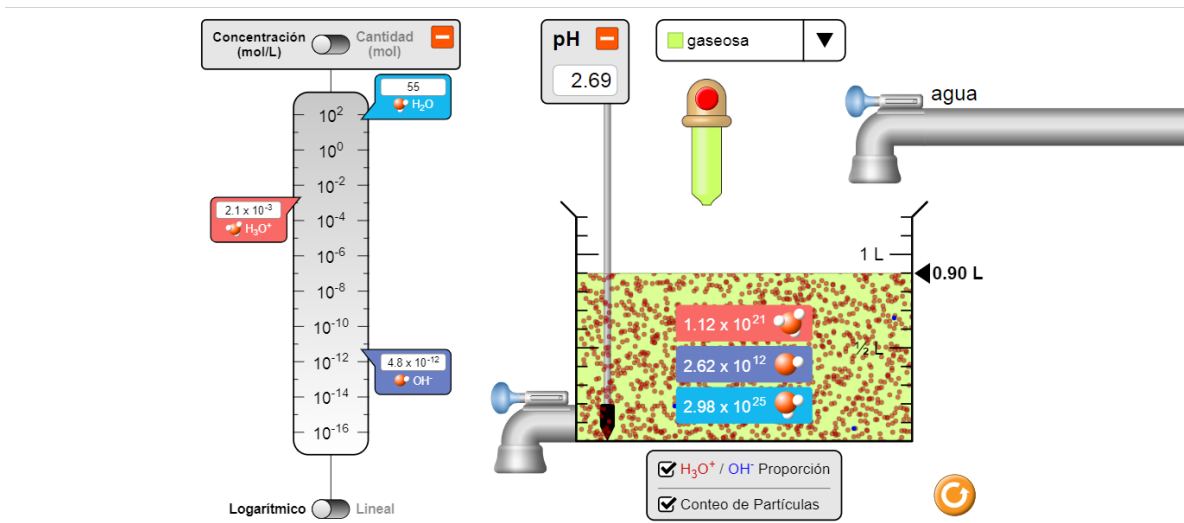
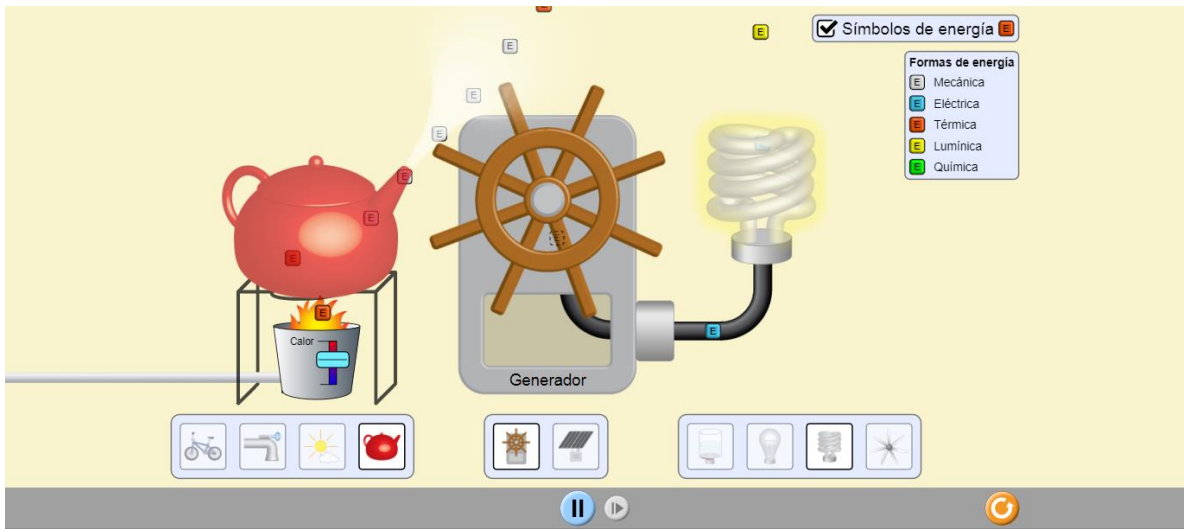
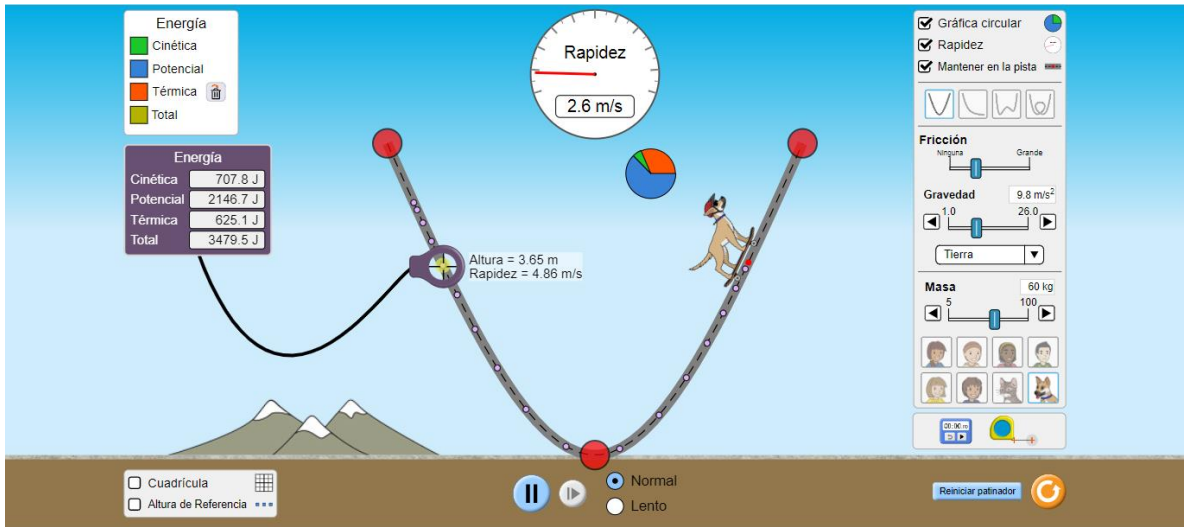
Por favor, realice una evaluación de su experiencia general en la visita a la UIS.

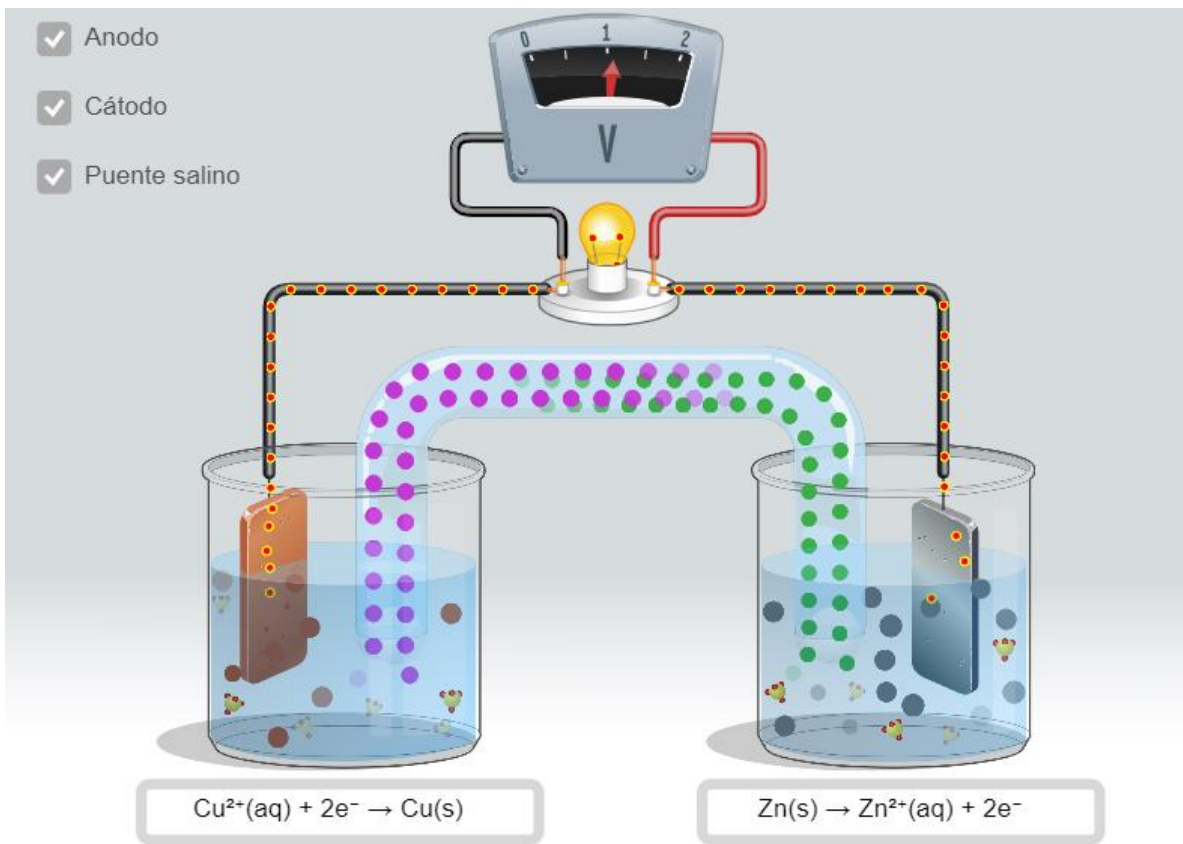
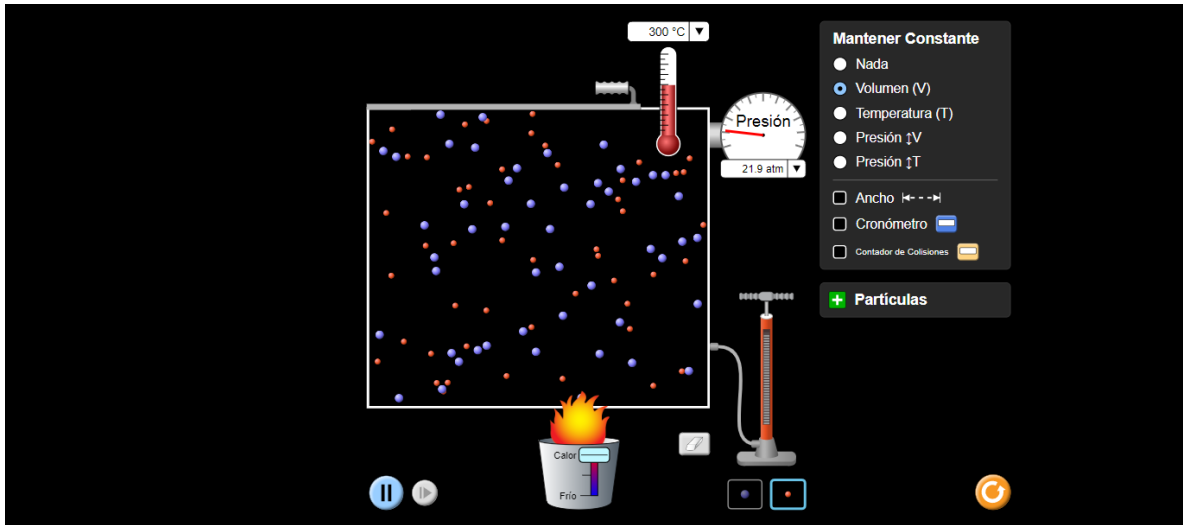
1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

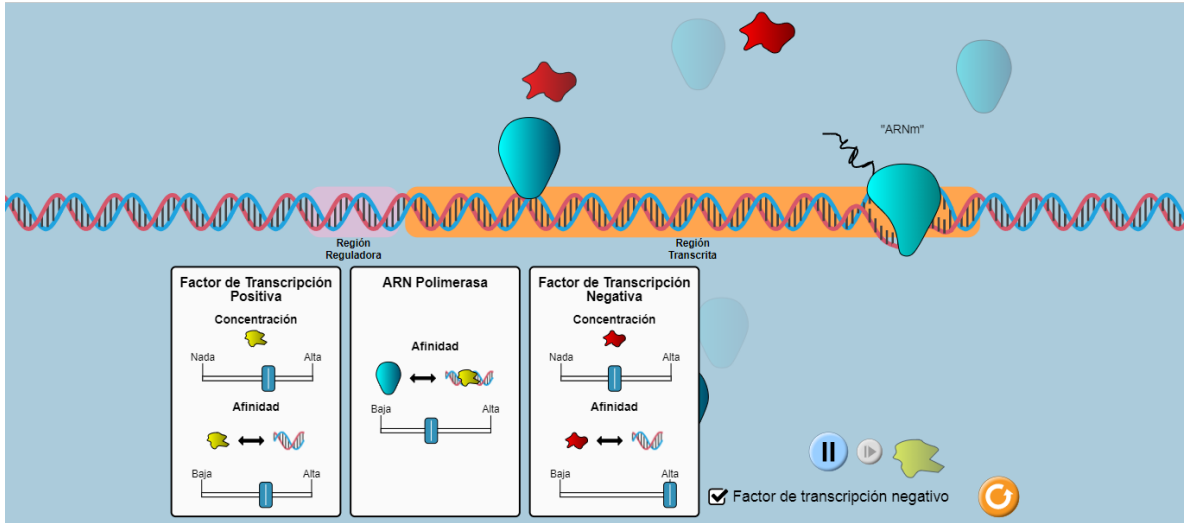
Apéndice G. Formato FEX.09 para educación no formal

		ENCUESTA DE SATISFACCIÓN EDUCACIÓN NO FORMAL				Código: FEX.09					
						Versión: 03					
REGISTRO DE EXTENSIÓN	Número:	codigo 6130-3542	Fecha:	Día	Mes	Año					
Información General del Programa											
Nombre del Programa Ofrecido:											
Nombre de la UAA que ofrece los servicios de Educación No Formal:											
Evaluación General del Programa											
Teniendo en cuenta el curso, diplomado u otro servicio de Educación no Formal en el cual participó, por favor califique de 1 a 5 los aspectos establecidos en la presente encuesta, considerándose los siguientes criterios: 1= Inaceptable, 2= Deficiente, 3= Aceptable, 4=Bueno y 5=Excelente.											
Aspectos		Nº	Criterios a Evaluar				Calificación				
Evaluación respecto al contenido del programa		1	Cumplimiento de los Objetivos								
		2	Utilidad de los contenidos abordados en el programa								
		3	Metodología								
Evaluación respecto a los recursos empleados		4	Medio Audiovisuales								
		5	Infraestructura del sitio de la capacitación								
		6	Material de Soporte								
Evaluación respecto al cumplimiento de los compromisos		7	Satisfacción respecto al material de trabajo entregado por la UIS								
		8	Cumplimiento del cronograma establecido								
		9	Atención prestada por el equipo encargado de la UIS								
Evaluación respecto a los profesores del programa											
Para realizar esta evaluación, tenga en cuenta el número que a continuación se le asigna a cada profesor:											
Número		Nombre del Profesor									
1											
2											
3											
4											
5											
Criterios		Número que Representa a cada Profesor									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a.	Conocimiento del tema										
b.	Respuesta de inquietudes oportunamente										
c.	Manejo de tiempo										
d.	Puntualidad										
¿Volvería a participar en un curso, diplomado, o servicio de Educación no Formal ofrecido por la UIS?						SI	NO				
Comentarios:											

Apéndice H. Simuladores sugeridos para los experimentos y proyectos







La Máquina de Genes: El Operón Lac (1.04)

Archivo Ayuda

Regulación de Lactosa Transporte de Lactosa

inyector de Lactosa

Manual Auto

Nivel Interior Lactosa

gen lacI gen lacZ

Promotor lacI gen lacI gen lacZ Promotor lac operador Lac

Mostrar Medidor de Lactosa Mostrar Leyenda

Leyenda

- DNA
- RNA Polimerasa
- LacZ
- LacI
- Lactosa
- RNA Mensajero
- Traducción

The screenshot shows a software interface for the Lac operon simulation. It includes a "Leyenda" (Legend) on the right with icons for DNA, RNA Polymerase, LacZ, LacI, Lactose, mRNA, and Translation. The main area shows a DNA strand with the *gen lacI* and *gen lacZ* genes, their respective promoters, and the *operador Lac*. A "inyector de Lactosa" (lactose injector) is on the left, and a "Medidor de Lactosa" (lactose meter) is also visible. The interface has a blue background and various interactive elements.

