UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Diseño curricular de una línea de énfasis en ciencias para educación media

Fredy Armando Martínez Camargo

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Maestría en Enseñanza de Ciencias Exactas y Naturales
Bogotá, Colombia
2022

Diseño curricular de una línea de énfasis en ciencias para educación media

Fredy Armando Martínez Camargo

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

Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Directora:

Dr. Sc. Liliam Alexandra Palomeque Forero

Línea de Investigación:

Currículo

Grupo de Investigación:

Investigación en Enseñanza de la Química

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

2022

Declaración de obra original

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

Fredy Armando Martínez Camargo

Fecha 06/05/2022

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá y en particular a la Facultad de Ciencias por dar la oportunidad a los docentes del país de ser parte de este gran proyecto de nación a través de la Maestría en la Enseñanza de Ciencias Exactas y Naturales, un programa que, sin lugar a duda, enriquece el quehacer docente de quienes lo cursamos.

Al Colegio Nacionalizado La Presentación de Duitama, institución donde se desarrolló el trabajo, por la oportunidad que da a sus estudiantes de participar en proyectos de innovación educativa.

A la doctora Liliam Alexandra Palomeque Forero, docente asociada al Departamento de Química y tutora del proyecto, no solo por la sabia asesoría sino también por contagiarme su amor y entrega por la educación como una herramienta de cambio de realidades.

A mis compañeros de maestría quienes se convirtieron en amigos y que me han inspirado, no solo a ser mejor docente, sino que me han orientado en el desarrollo de este proyecto.

A las participantes de la prueba piloto de la promoción 2022, razón del proyecto y quienes invirtieron tiempo extracurricular y esfuerzo para llevarlo a cabo.

Finalmente, a los funcionarios y administrativos de la maestría quienes siempre brindaron la asesoría oportuna y pertinente cuando fue necesario.

Resumen

Diseño curricular de una línea de énfasis en ciencias para educación media

En este trabajo se diseñó una propuesta curricular de una línea de énfasis en ciencias como una estrategia para mejorar el constructo: actitudes frente a las ciencias y cómo factor estimulante de vocaciones científicas en estudiantes de educación media.

Como una parte de la justificación del proyecto, se realizó un diagnóstico que tuvo en cuenta tres aspectos: tendencia negativa de resultados en pruebas Saber 11, bajo porcentaje de ingreso a la educación superior de las egresadas y actitudes negativas frente a las ciencias de estudiantes de bachillerato, particularmente, de educación media.

Para responder a esta situación y potenciar aprendizajes científicos a través de la propuesta curricular, se revisaron: la corriente educativa CTIM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas), los contenidos disciplinares y las metodologías de referentes curriculares internacionales como los NGSS (*Estándares de Ciencias de la Siguiente Generación)* y el DP (Programa Diploma) de IB (Bachillerato Internacional). Se determinó el ABI (Aprendizaje Basado en Indagación) como modelo pedagógico de la propuesta con sus metodologías 5E y ABPy (Aprendizaje Basado en Proyectos).

Una vez estructurada la propuesta que está basada en tres módulos: Laboratorio, Diseño, Ingeniería y Tecnología e Investigación, se realizó una prueba piloto para determinar tanto la pertinencia como el impacto que tendría la línea de énfasis en el constructo actitudes frente a las ciencias. Como línea base, se aplicó la encuesta validada del proyecto ASPIRES antes de la intervención, que consistió en sesiones extracurriculares tipo 5E, ABPy y CTIM durante 8 semanas. Se utilizó el coeficiente de Cronbach como validación interna de la encuesta. Se determinó cuantitativamente que en el grupo de participantes se neutralizó la tendencia negativa del constructo, aunque no en todos los aspectos se

alcanzó significancia estadística. Dentro de los resultados cualitativos, obtenidos mediante la técnica de grupo focal, se estableció un impacto muy positivo de la intervención afianzando las vocaciones científicas en el grupo de participantes. Un posible factor que influyó en que la contundencia de los resultados no fuera la esperada, fue el hecho que se desarrolló de manera virtual y no se logró explotar todo su potencial.

La propuesta curricular presentada es una amalgama de marcos curriculares que tiene en cuenta tanto las intenciones de los estudiantes y los referentes más recientes en educación en ciencias. Es innovadora en el sentido que busca trasladar metodologías de calidad, a las que solo tienen acceso sectores privilegiados, a una institución educativa pública y de carácter femenino, atacando también la desigualdad de género en las ciencias.

Se espera que esta propuesta sea extrapolable a otras instituciones educativas oficiales y contribuya al mejoramiento de la calidad de la educación en ciencia y como estrategia para aumentar las vocaciones científicas tan necesarias en la llamada era del conocimiento.

Palabras clave: currículo, ciencias, CTIM, IB, NGSS, actitudes, ASPIRES.

Abstract

Curriculum design of a line of emphasis in science for senior high school

In this work a curricular proposal of a line of emphasis in sciences was designed as a strategy to improve the construct: attitudes towards the sciences and encourage scientific vocations in senior high school students.

As part of the project justification, a diagnosis was made that considered three aspects: negative trend of results in Saber 11 tests, low percentage of graduates entering higher education and negative attitudes towards sciences of high school students, particularly in senior high school students

In response to this situation and to promote scientific learning through the curriculum proposal, the STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) educational stream, disciplinary contents and methodologies of international curricular references such as the NGSS (Next Generation Science Standards) and the DP (Diploma Programme) of IB were reviewed. IBL (Inquiry Based Learning) was determined as the pedagogical model of the proposal with its 5E and PjBL methodologies.

Once the proposal was structured based on three modules: Laboratory, Design, Engineering and Technology and Research, a pilot test was carried out to determine both the relevance and the impact that the emphasis line would have in the construct attitudes towards sciences. As a baseline, the validated survey of the ASPIRES project was applied before the intervention, which consisted of extracurricular sessions such as 5E, PjBL and STEM for 8 weeks. The Cronbach coefficient was used as internal validation of the survey. It was determined quantitatively that in the participants group, the negative trend of the construct was neutralized although not in all aspects statistical significance was reached. Within the qualitative results, obtained through the focal group technique, a very positive impact of the intervention was established by strengthening scientific vocations in the

participants group. A possible factor influencing that the strength of the results was not as expected, was the fact that it was developed in a virtual setting and its full potential was not exploited.

The curricular proposal presented is an amalgamation of curricular frameworks that considers both: the intentions of students, and the most recent benchmarks in science education. It is innovative in the sense that it seeks to transfer quality methodologies, to which only privileged sectors have access, to a public educational institution of a female character, also attacking gender inequality in the sciences.

This proposal is expected to be extrapolated to other official educational institutions and contribute to the improvement of the quality of science education and as a strategy to increase the scientific vocations so necessary in the so-called era of knowledge.

Keywords: curriculum, sciences, STEM, IB, NGSS, attitudes, ASPIRES

Contenido

Pág.

Lista de figuras ..... **XV**

Lista de tablas ..... **XVI**

Lista de Símbolos y abreviaturas ..... **XVII**

Introducción **1**

1. Marcos de referencia **7**
1.1 Marco disciplinar STEM 7
1.1.1 Ciencias en STEM 8
1.1.2 Matemáticas en STEM 9
1.1.3 Ingeniería y Tecnología en STEM 10
1.2 Marco didáctico ABP 12
1.2.1 Rol del docente y del estudiante en el ABP 12
1.3 Marco curricular 14
1.3.1 MEN 14
1.3.2 Next Generation Science Standards-NGSS 17
1.3.3 *International Baccalareate Organization*-IBO 22
1.4 Diseño Metodológico 28
1.4.1 Tipo de investigación 28
1.4.2 Instrumentos de recolección de datos 29
1.4.3 Validación y confiabilidad 31

2. Diseño Curricular **33**
2.1 Diagnóstico 33
2.1.1 Análisis por áreas pruebas Saber 11 33
2.1.2 Análisis desempeño Ciencias Naturales pruebas Saber 11 35
2.1.3 Situación Egresadas 2018-2019 41
2.1.4 Actitudes hacia las ciencias estudiantes bachillerato 47
2.2 Principios del diseño 49
2.2.1 Competencias 51
2.3 Grandes ideas en ciencias: Contenidos disciplinares 55
2.4 Fijación de objetivos y metas 61
2.5 Componentes curriculares y organización de tiempos 63
2.6 Organización curricular de la línea de énfasis 69
2.7 Evaluación 88
2.7.1 Laboratorio 88
2.7.2 Proyecto (Diseño Ingeniería y Tecnología) 89

2.7.3 Investigación (Monografía) 89

3. Pilotaje y Evaluación de la propuesta 91
3.1 Población de estudio 91
3.2 Diseño de la intervención 94
3.3 Aplicación de los instrumentos de recolección de datos 95
3.3.1 Encuesta ASPIRES 95
3.3.2 Grupo Focal 95
3.4 Resultados 96

4. Conclusiones y recomendaciones 107
4.1 Conclusiones 107
4.2 Recomendaciones 109

A. Anexo: Detalle encuesta diagnóstica egresadas 2018-2019 111

B. Anexo: Detalle encuesta actitudes hacia las ciencias bachillerato 2018-2019 115

C. Anexo: Resultados encuesta actitudes hacia las ciencias estudiantes bachillerato 117

D. Anexo: Encuesta longitudinal aspiraciones de carrera STEM 119

E. Anexo: Codificación EBC 123

F. Anexo: Taxonomía de Bloom 127

G. Anexo: Categorización competencias EBC 130

H. Anexo: Categorización EBC y NGSS 133

I. Anexo: Evidencias aplicación prueba piloto 138

Bibliografía 141

Lista de figuras

Pág.
Figura 1-1: Proceso de modelamiento matemático. 10
Figura 1-2: Proceso de diseño en ingeniería..... 11
Figura 2-1: Comparación puntajes promedio por áreas en pruebas externas**.** 34
Figura 2-2: Comparación niveles de desempeño en Ciencias Naturales con grupos de referencia en pruebas externas. 37
Figura 2-3: Comparación porcentaje de respuestas incorrectas por componente en Ciencias Naturales pruebas externas. 40
Figura 2-4: Comparación porcentaje de respuestas incorrectas por competencia en Ciencias Naturales pruebas externas. 41
Figura 2-5: Distribución áreas de mayor preferencia egresadas 2018 -2019 42
Figura 2-6: Distribución percepción áreas de mejor desempeño Saber 11 43
Figura 2-7: Área de preferencia egresadas 2018-2019 actualmente estudiando. ... 45
Figura 2-8: Tendencias encuesta actitudes frente a las ciencias estudiantes bachillerato. 48
Figura 2-9: Módulos curriculares línea de énfasis. 64
Figura 3-1: Área del conocimiento de preferencia estudiantes grado décimo 2021. 92
Figura 3-2: Grado de convencimiento selección área de conocimiento estudiantes grado décimo 2021..... 93
Figura 3-3: Intención de participar en la prueba piloto estudiantes grado décimo 2021. 94

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1-1: Relación EBC con DBA en educación media para ciencias naturales (MEN, 2006) (UDEA, 2016)....16
Tabla 1-2: Organización componente cognitivo NGSS 18
Tabla 1-3: Descripción contenidos asignaturas grupo Ciencias DP- IB (A) 23
Tabla 1-4: Descripción contenidos asignaturas grupo Ciencias DP- IB (B) 24
Tabla 2-1: Descripción cuantitativa y cualitativa de los niveles de desempeño para el área de Ciencias Naturales (ICFES, 2019). 35
Tabla 2-2: Clasificación de aprendizajes de acuerdo con componentes y competencias en Ciencias Naturales (ICFES, 2019). 38
Tabla 2-3: Ponderación de aprendizajes de acuerdo con componentes y competencias en Ciencias Naturales (ICFES, 2019). 39
Tabla 2-4: Relación grandes preguntas con grandes ideas en ciencias (McLeod, 2018) (Gibney, 2018) y (Tracy, 2018) 60
Tabla 2-5: Comparación áreas disciplinares EBC, IB, NGSS....64
Tabla 3-1: Promedio acumulado de encuesta antes y después para el grupo de no participantes y piloto 96

Lista de Símbolos y abreviaturas

Abreviaturas

Abreviatura	Término
1. ABI	Aprendizaje Basado en Indagación
2. ABPy	Aprendizaje Basado en Proyectos
3. ASE	*The Association for Science Education*
4. CAS	Creatividad Actividad Servicio
5. CTIM	Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas
6. DBA	Derechos Básicos de Aprendizaje
7. DBL	*Design Based Learning*
8. DP	*Diplome Programme*
9. EBC	Estándares Básicos de Competencias
10. EM	Educación Media
11. EMF	Educación Media Fortalecida
12. ETC	Entidad Territorial Certificada
13. GC4	Grupo de Comparación 4
14. IA	Investigación Acción
15. IBL	*Inquiry Based Learning*
16. IBO	*International Baccalaureate Organization*
17. ICFES	Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior.
18. IE	Institución Educativa
19. IES	Instituciones de Educación Superior
20. LC	Lineamientos Curriculares
21. MEN	Ministerio de Educación Nacional
22. NAP	*National Academies Press (Sciences, Engineering, Medicine)*
23. NGSS	*Next Generations Science Standards*
24. NRC	*National Research Council*
25. OIE	Oficina Internacional de Educación
26. PEI	Proyecto Educativo Institucional
27. PjBL	*Project Based Learning*
28. SED	Secretaría de Educación Distrital
29. SEM	Secretaría de Educación de Medellín
30. SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
31. STEM	*Science, Technology, Engineering and Mathematics*

Introducción

En la Ley General de Educación se establece que en Educación Media (EM), grados décimo y undécimo, puede tener dos enfoques: técnico o académico. La EM técnica busca preparar a los futuros bachilleres para desempeñarse en el sector laboral o servicios mientras que “la EM académica permitirá al estudiante, según sus intereses y capacidades, profundizar en un campo específico de las ciencias, las artes o las humanidades y acceder a la educación superior” (Ley 115, 1994). Dentro de los propósitos del enfoque académico están, además de profundizar en conocimientos, desarrollar la investigación, fomentar la conciencia y participación social, así como mejorar la capacidad reflexiva y crítica frente a diversos aspectos de la realidad (Ley 115, 1994). Es así como “una sólida formación en este ciclo, con propuestas innovadoras, reduce la desigualdad…. Esto implica transformar los currículos que hasta ahora han prevalecido en el ciclo” (MEN, 2014, p. 87). El logro de estos objetivos mediante el fortalecimiento del currículo en la EM en Ciencias Naturales es el horizonte del presente trabajo.

Se entiende por currículo como un acuerdo político de la visión, objetivos y propósitos educativos en la sociedad cuya finalidad es responder qué, por qué, cómo y cuándo deberían aprender los estudiantes (OIE, 2016). Así lo refleja la definición del Ministerio de Educación Nacional (MEN) como “…un conjunto de criterios, planes de estudio, programas, metodologías, y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de la identidad cultural nacional, regional y local…” (MEN, 2020). Con las definiciones expuestas, en la actualidad, el debate y los cambios curriculares cobran cada vez más relevancia al considerar el acelerado ritmo de transformaciones científicas y tecnológicas que redefinen las sociedades en el siglo XXI. Dotar a los estudiantes con las competencias necesarias para desenvolverse en un mundo cada vez más cambiante es el reto que enfrenta la educación en general y particularmente la educación en ciencias.

Teniendo en cuenta la pertinencia de transformar el currículo y la necesidad de fortalecer la formación en los últimos grados de secundaria, surge la necesidad de proponer un diseño curricular que sirva de base para la creación de una Línea de Énfasis Académico en Ciencias Naturales dirigida a estudiantes de EM. Con este proyecto se pretende afianzar el cumplimiento a los propósitos de la EM, mejorar la alfabetización científica y profundizar conocimientos en ciencias que sirvan como preparación de potenciales estudiantes para pregrados en áreas de ciencias, ingenierías y ciencias de la salud.

El presente estudio se localiza en el Colegio Nacionalizado La Presentación, una institución educativa (IE) oficial urbana del municipio de Duitama, Boyacá. Desde su fundación como colegio privado tuvo carácter católico y femenino, pero en la actualidad se define como nacionalizado y mixto. Desde 2018 la I.E. ofrece dos Modalidades Técnicas en Dibujo Arquitectónico y en Sistemas, las cuales están articuladas con el SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje) y una Modalidad Académica con énfasis en Humanidades; estas modalidades son líneas de énfasis para los estudiantes de educación media (PEI, 2018).

La falta de una Línea de Énfasis Académico en Ciencias Naturales en la IE tiene influencia en dos aspectos: primero, un bajo porcentaje de alumnos se interesan en continuar estudios de educación superior en áreas de ciencias, ingenierías o salud y segundo, aquellos que se interesan en estas áreas, tienen dificultades para acceder a la universidad debido a que, generalmente, sus resultados en las Pruebas Saber 11 están por debajo de los puntajes mínimos de admisión. Esta problemática refleja baja receptividad de los estudiantes hacia las ciencias y como consecuencia, bajos desempeños en las pruebas externas. Superar estas dificultades requiere un currículo flexible, integrado y de calidad, con el cual no solo se formen ciudadanos responsables y competentes en ciencias en el siglo XXI, sino que, para aquellos con orientación científica, se incrementen sus posibilidades de ingresar a la educación superior a través de la mejora en los resultados en Pruebas Saber 11.

Existen algunos antecedentes en cuanto a modelos para fortalecimiento curricular de la EM en Ciencia Naturales, en este trabajo se clasificaron en tres niveles: local, nacional e internacional. En el ámbito local, dos IE ofrecen líneas de énfasis en ciencias, pero están centradas en el incremento de la intensidad horaria de Física y Química o en la adición de asignaturas de profundización al plan de estudios. A nivel nacional, en el marco de la

política pública Currículo 40x40 de la Alcaldía de Bogotá y la Secretaría de Educación Distrital (SED), se crea un marco de referencia para el desarrollo curricular alrededor de centros de interés en Ciencias Naturales (SED, 2014 b). Adicionalmente se propuso el programa Educación Media Fortalecida (EMF) en la que estudiantes podían avanzar en su opción profesional tomando cursos homologables desde el grado décimo (SED, 2014 a). De manera similar la alcaldía y la secretaria de educación de Medellín, como parte del proyecto Expedición Currículo, crean un marco para desarrollo curricular usando como eje central preguntas problematizadoras en ciencias (SEM, 2014). Las propuestas mencionadas son de carácter orientador, pero constituyen una base para el diseño curricular en la educación media en la medida en que ofrecen una interpretación regional de los Estándares Básicos de Competencias (EBC).

Finalmente, a nivel internacional, se consideran dos modelos curriculares: los *Next Generation Science Standards* (NGSS) y el Programa Diploma (DP) que ofrece la Organización del Bachillerato Internacional (IBO en inglés). Ambas propuestas tienen en común que utilizan la metodología Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP, PjBL en inglés).

En primer lugar, los NGSS son un compendio del "*A Framework for K-12 Science Education"* en el que se establece, como base para la enseñanza de las ciencias, su integración con la Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (CTIM, STEM en inglés). Esta corriente se define como un acercamiento interdisciplinar al conocimiento en las cuatro áreas a través de prácticas rigurosas y relevantes con el fin de buscar soluciones a retos globales, como la problemática ambiental, al tiempo que los estudiantes desarrollan habilidades para el siglo XXI: pensamiento crítico y sistémico, investigación, colaboración y creatividad (Botero, 2018). Los NGSS se establecen alrededor del denominado aprendizaje tridimensional integrado por: Ideas Disciplinarias Fundamentales (DCI en inglés), Conceptos Transversales y Prácticas de Ciencias e Ingeniería. Este modelo educativo nace en Estados Unidos y entre otros, es una respuesta al análisis comparativo de resultados del Programa de Evaluación Internacional de Alumnos (PISA en inglés) (Achieve, 2010). En Colombia se ha tenido algunas iniciativas de educación STEM en Medellín (Botero, 2018).

De otro lado, el Programa Diploma (DP) del Bachillerato Internacional (IB) está organizado en dos grandes áreas: una disciplinar, que busca el desarrollo intelectual de los estudiantes y otra, denominada tronco común, cuyo propósito es que el aprendiz obtenga cierto grado de desarrollo personal e interpersonal con visión internacional (Leaton , Scott, & Auld, 2014). El tronco común está compuesto por tres elementos: teoría del Conocimiento evaluada mediante un ensayo y presentación oral, investigación, plasmada en una monografía y proyecto de CAS (Creatividad, Actividad y Servicio). El área disciplinar se compone de seis grupos de asignaturas incluidas las ciencias experimentales (Biología, Química y Física). Algunos estudios (Rosefsky, Lavore, Flores-Ivich, 2014 y Resnik, 2016) muestran que, en países como México, Estados Unidos y Canadá, los estudiantes que cuentan con DP tienen mejores posibilidades de acceso a Instituciones de Educación Superior (IES) de alta calidad.

Con la situación presentada y los antecedentes mencionados surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo diseñar una propuesta curricular para una Línea de Énfasis Académico en Ciencias Naturales dirigida a estudiantes de educación media integrando la metodología PjBL y la corriente STEM? Para responder a esta pregunta se sigue la metodología de Investigación-Acción (IA) que involucra el ciclo Detección (problema) - Planeación-Acción (implementación y evaluación) - Reflexión (retroalimentación) (Hernandez, Fernández, & Bautista, 2010). Este diseño involucra a docentes y estudiantes en cada etapa de la construcción del currículo y de manera general estas incluyen: fijación de metas y objetivos de aprendizaje, estudio de la estructura y componentes de los marcos curriculares, definición de contenidos y competencias, delimitación de metodologías (recursos, actividades, tiempos y roles), definición de enfoques de integración, organización curricular de la línea de énfasis y evaluación del currículo a través de una prueba piloto.

En este trabajo se estructura la propuesta curricular de la nueva Línea de Énfasis en Ciencias Naturales inspirada en currículos internacionales a través de la integración de los EBC con modelos como el Programa Diploma del IB y los NGSS bajo una metodología PjBL que incluya elementos de la educación STEM. Para fundamentar, estructurar y probar la propuesta se plantean los siguientes objetivos:

- **Objetivo General:**

Diseñar una propuesta curricular con la creación de una Línea de Énfasis Académico en Ciencias Naturales dirigida a estudiantes de educación media integrando la metodología PjBL y la corriente de educación STEM.

- **Objetivos Específicos:**

- Revisar y definir el contenido disciplinar que se incluirá en la propuesta curricular.
- Establecer las metodologías y modelos didácticos a emplear en propuesta curricular.
- Realizar una prueba piloto para evaluar la pertinencia de uno de los modelos didácticos propuestos.

El presente documento se organizó de la siguiente manera: En el primer capítulo se presenta la fundamentación de la investigación a partir de un marco referencial donde se aborda el componente disciplinar y metodológico del diseño curricular, así como la revisión documental de los marcos curriculares a nivel nacional e internacional. Adicionalmente se describe la metodología de la Investigación - Acción (IA), los métodos de recolección de información y su validación.

En el capítulo 2 se realiza una fase diagnóstica de la tendencia en los desempeños en Ciencias Naturales de pruebas externas en el periodo 2016-2020 Posteriormente se presenta el desarrollo de las etapas del desarrollo curricular: principios, contenidos, competencias,

En el capítulo 3 se describen el proceso de implementación de la propuesta curricular mediante una prueba piloto que busca validar el diseño y responder a las preguntas ¿La propuesta ofrecerá beneficios significativos? ¿Se podrá implementar exitosamente?

Finalmente, en el capítulo 4 se presentan las conclusiones del presente trabajo, así como algunas recomendaciones para la implementación de la propuesta curricular.

1. Marcos de referencia

En este capítulo se muestran los marcos de referencia que componen la fundamentación teórica de este trabajo: el disciplinar en el que se describe la corriente educativa STEM, el didáctico en el que se aborda lo referente al modelo ABI (Aprendizaje Basado en Indagación) y finalmente se presenta el marco curricular para el cuál se consideraron tres referentes, EBC, NGSS y las guías del DP en el IB.

1.1 Marco disciplinar STEM

En este segmento se presenta la corriente educativa STEM, a través de una revisión bibliográfica se busca responder a las siguientes preguntas ¿De dónde surge?, ¿Qué es? ¿Por qué es relevante implementar STEM en la enseñanza de las ciencias? y ¿Cuáles son los principios para implementar STEM?

STEM es la sigla para *Science Technology Engineering and Mathematics* (Botero, 2018), es una corriente educativa creada a principios de los años 90 por la NSF (*National Science Foundation)*, una agencia federal de Estados Unidos que promueve el avance de la ciencia (NSF, 2021). En 2009, la educación STEM pasó a ser política nacional bajo el gobierno de Barack Obama (Botero, 2018) como respuesta a los bajos resultados nacionales en las pruebas PISA (*Programme for International Studente Assessment)* en las áreas de ciencias y matemáticas.

En 2012 el Consejo Nacional de Ciencias (NRC por sus siglas en inglés), entidad asociada a la Academia Nacional de Ciencias, Ingeniería y Medicina (cuyas publicaciones están a cargo del NAP-*National Academies Press*, por sus siglas en inglés) (API, 2021), lanzó el *Framework for K-12 Science Education,* un documento que describe las expectativas para

los estudiantes desde grado preescolar hasta grado 12 en la educación en ciencias. Este marco se fundamenta en tres dimensiones: ideas centrales en las ciencias (*Disciplinary Core Ideas* –DCI), conceptos transversales (Crosscutting concepts) y prácticas científicas y de ingeniería (NAP, 2021). Sus objetivos son: lograr que los estudiantes adquieran los conocimientos necesarios para participar en los debates actuales sobre ciencias e ingeniería, consuman cuidadosamente información técnica y científica e ingresen a la carrera de su elección (NAP, 2021). A partir del *Framework for K-12 Science Education,* se crearon los NGSS (NGSS, 2021) sobre los cuales se profundiza en una sección posterior. A continuación, se hace una breve descripción de cada uno de los componentes de la corriente educativa STEM.

1.1.1 Ciencias en STEM

Las ciencias buscan responder a diversas preguntas para entender el mundo natural (Botero, 2018). En la búsqueda de respuestas, el ser humano ha establecido que la naturaleza está regida por leyes universales, fijas e inalterables: así que ha desarrollado teorías científicas para tratar de describir dichas leyes. Sin embargo, las teorías científicas no son absolutas en el sentido que no buscan la verdad total sino más bien, predecir y controlar nuestro entorno de una manera más precisa. Además, están en permanente revisión y se encuentran soportadas en observaciones directas o resultados de experimentos científicos reproducibles (Suarez, 2020).

Para reducir la complejidad del estudio de los fenómenos naturales, el ser humano ha segmentado el conocimiento generado por las ciencias en diferentes áreas dependiendo de su objeto, estas son: ciencias de la vida (biología), ciencias físicas (física, química) y ciencias de la tierra y el espacio (geología y astronomía) (NGSS, 2021). A pesar de esta diferenciación, se debe tener en cuenta que para la comprensión de los fenómenos de la naturaleza se requiere el uso de conceptos propios de diferentes ciencias para comprenderlos.

Frente a lo anterior, se han consolidado diferentes teorías científicas como: teoría cinético-molecular de la materia, mecánica clásica (leyes de Newton), electrodinámica clásica y cuántica (óptica y electromagnetismo), termodinámica estadística (y leyes de la termodinámica), teoría cuántica y teoría de la relatividad (Suarez, 2020). Lo anterior para

el caso de las denominadas ciencias físicas, de la tierra y el espacio. En cuanto a las ciencias biológicas, se tienen algunas diferencias respecto a las demás. Se dice por ejemplo que en biología no existen leyes; aunque cabe mencionar la importancia que tiene, la teoría celular y de la teoría de la evolución en la comprensión de muchos fenómenos biológicos, así como los principios de la genética como el dogma central de la biología molecular. De otro lado, en algunas de las ramas de la biología (como la paleontología), no es posible hacer experimentación, así que se recurren a métodos de investigación como el comparativo (Diénguez, 2011). Finalmente se tiene que, dada la complejidad de los sistemas biológicos, su funcionamiento no se puede reducir a pocos principios y que en la mayoría de sus áreas de estudio hay un bajo nivel de matematización; contrario a lo que ocurre en física o química (Diénguez, 2011).

1.1.2 Matemáticas en STEM

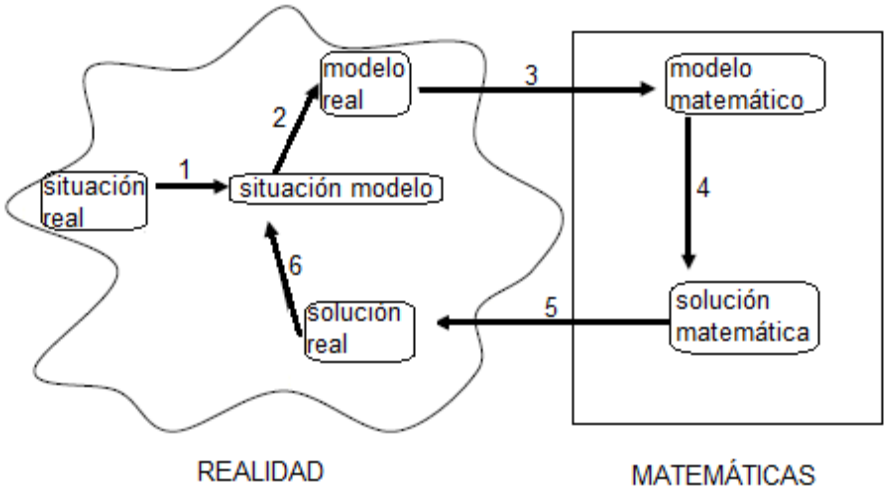
Las matemáticas son una herramienta a través de la cual se describen las teorías científicas, en este sentido, se podría afirmar que las matemáticas componen una gran parte del leguaje de las ciencias. Según Suarez (2020), dos áreas de las matemáticas que son de gran utilidad a las ciencias son los sistemas formales y la estadística. Mediante el uso de los sistemas formales, que incluyen lenguajes técnicos, axiomas y reglas bien definidas, es posible confirmar hipótesis pues con ellos se hacen predicciones y se diseñan instrumentos científicos. Cuando la complejidad de la información sobrepasa los sistemas formales, es necesario recurrir a la estadística. Esto con el fin de encontrar patrones que nos acerquen a una descripción de fenómenos complejos.

De manera particular para los sistemas formales, algunos autores (Maass, Vince, Romero, & Goos, 2019) y (Kertil & Gurel, 2016) argumentan que la mayor aplicación de las matemáticas en la educación STEM es el modelamiento. Como describe Kertil, M. & Gurel, C. (2016) citando a Lingefard, T (2002) &. Lesh, R. y Doerr, H. M. (2003) el modelamiento matemático es un proceso de producción de herramientas conceptuales que permiten matematizar, describir, interpretar, generalizar, predecir y controlar situaciones de la vida real, todas estas acciones necesarias para lograr desarrollar competencias científicas en los estudiantes.

Los pasos para el modelamiento en matemáticas se presentan en la Figura 1-1. En el proceso de modelación se parte de la situación real y el estudiante debe hacer (1) la

comprensión conceptual de la misma para llegar a una situación modelo, esta situación modelo se debe simplificar, estructurar y precisar (2) para generar un modelo real. Posteriormente (3) se hace la matematización del modelo real lo que convierte el modelo real en un modelo matemático. En el siguiente paso (4) se hace el trabajo matemático sobre el modelo, lo que genera una solución matemática. Dicha solución debe ser interpretada (5) para que tenga sentido en el mundo real. Finalmente, esta solución real debe ser validada (6), es decir responder si es razonable para la situación modelo (Maass, Vince, Romero, & Goos, 2019).

Figura 1-1: Proceso de modelamiento matemático.



Fuente: (Maass, Vince, Romero, & Goos, 2019)

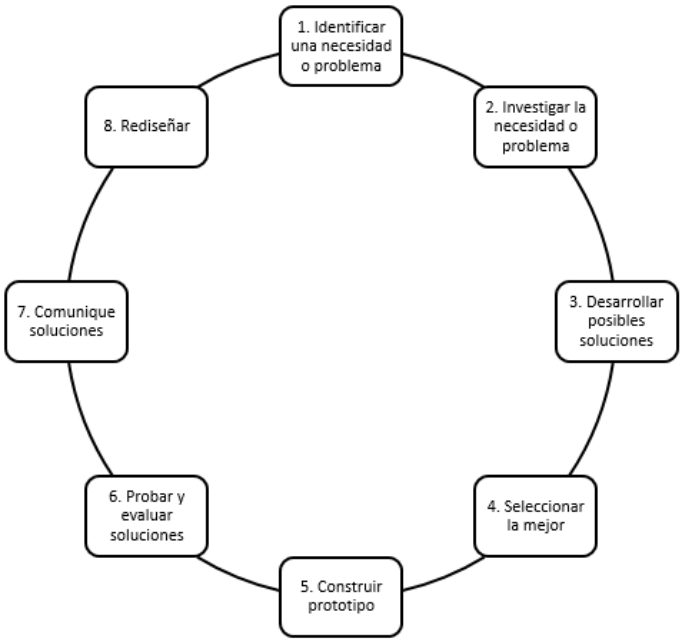
Un ejemplo del uso de este modelo es determinar patrones climáticos (meses de precipitación sobre una región) o la ocupación del servicio público de transporte.

1.1.3 Ingeniería y Tecnología en STEM

En la educación STEM la ingeniería y la tecnología se convierten en un puente entre las matemáticas y las ciencias (Edy, Halim, Sattar, Osman , & Afendi, 2017). El objetivo de la ingeniería es resolver problemas, usando la tecnología, a través de un proceso iterativo en el que se establecen las posibles soluciones y se selecciona la mejor (Botero, 2018). Este proceso sigue una serie de pasos bien establecidos como se muestra en la Figura 1-2 (Link Engineering, 2021):

Aplicado en educación, el ciclo de diseño en ingeniería se denomina DBL (Aprendizaje Basado en Diseño, *Design Based Learning* en inglés). El DBL es una forma de IBL (Inquiry Based Learning) en el que el estudiante identifica un problema, diseña y evalúa soluciones mediante el ensayo y error y optimiza una de las soluciones. Es así que la implementación de DBL, necesariamente conduce hacia un avance en la alfabetización tecnológica. (McDonald, 2016)

Figura 1-2: Proceso de diseño en ingeniería.



Fuente: (Link Engineering, 2021)

En este aspecto se consideran dos tipos de aproximaciones tecnológicas: el aprendizaje digital y la programación-robótica. Como herramientas del aprendizaje digital se destacan el aprendizaje basado en juegos (*game based learning*) y el uso de simulaciones de computador. Estas últimas usadas como modelos de fenómenos o procesos reales con diferente nivel de complejidad (visualizaciones, animaciones y laboratorios virtuales) (McDonald, 2016). En cuanto a la implementación de la programación y robótica en el aula, se ha demostrado que promueve desarrollo de otro tipo de competencias como el pensamiento computacional y algorítmico e incentiva la motivación y actitudes positivas hacia el aprendizaje (McDonald, 2016). En este trabajo se optará por el uso de simuladores y programación básica de sensores como factor tecnológico de la educación STEM.

1.2 Marco didáctico ABP

Frente a la definición del concepto de ABPy se encuentran diversas visiones. Algunos autores como Martí, J. A., Heydrich, M., Rojas, M., & Hernández, A. (2010), citando a Blank en 1977; Harwell en 1977 y Marti en 2010, definen el ABPy como un modelo de aprendizaje donde el estudiante trabaja de manera activa planeando, implementando y evaluando proyectos que tienen aplicación en el mundo real y que van más allá de las paredes del salón de clase. Mientras que otros, como Rodríguez, I. R., & Vílchez, J. G. (2015) lo definen como un enfoque basado en el desarrollo de competencias y cuyo principio básico es que el estudiante es una persona capaz de construir su propio conocimiento a través de la interacción con su realidad y donde se pone de manifiesto que los roles de los docentes y de los estudiantes cambia significativamente. Aun así, es importante resaltar que las características son las mismas, se trate de un enfoque o de un modelo, ya que la participación del estudiante dentro de la construcción del conocimiento es activa con relación a los modelos tradicionales de enseñanza, además, el aprendizaje se considera experiencial y el trabajo colaborativo se ofrece como una posibilidad de construir conocimiento de manera conjunta con pares.

Por otra parte, Rodríguez, I. R., & Vílchez, J. G. (2015) también indican que el Aby tiene sus orígenes en la teoría en el modelo constructivista que surge a partir de investigaciones de Dewey, Vygotsky, Ginsburg y Opper, entendiendo que el aprendizaje es el resultado de construcciones mentales basadas en el conocimiento actual y previo.

Se diferencia de otros modelos en varios aspectos tales como: el rol del docente y del estudiante dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, el aprendizaje es experiencial, el análisis de un fenómeno se realiza de manera global, se privilegia el aprendizaje colaborativo, se evidencia el uso de las TIC en trabajos escolares cotidianos y permite realizar una educación inclusiva, por cuanto permite el aprendizaje de manera colaborativa.

1.2.1 Rol del docente y del estudiante en el ABP

Cómo se ha discutido anteriormente, una de las características de ABPy es el cambio de roles de los protagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Con respecto al papel del docente, Rodríguez, I. R., & Vílchez, J. G. (2015) indican que este deja de ser transmisor y reproductor de la cultura y valores sociales tradicionales, para empezar a ser un productor y facilitador del aprendizaje independiente y colaborativo de los estudiantes. Se caracteriza además por ser un fomentador de la indagación con respecto a situaciones retadoras durante un período de tiempo con el fin de desarrollar habilidades y competencias necesarias para la vida mientras que, para Sánchez, J. (2013) una característica fundamental de un docente ABPy es ser un especialista en el método, en el manejo del grupo, en la evaluación formativa y sumativa que permitan autoevaluación. Además, debe ser un motivador, ofrecer refuerzos, facilitar pistas y ser flexible frente al pensamiento crítico de sus estudiantes, también debe ser conocedor del método científico y disponer del tiempo para atender necesidades e inquietudes de sus estudiantes. Así mismo, para Martí, J. A., Heydrich, M., Rojas, M., & Hernández, A. (2010) el docente debe tener sus metas educativas explícitas, tener afianzadas sus raíces pedagógicas en el constructivismo, y no más importante, el ABPy está diseñado para que el profesor también aprenda.

Por otro lado, sobre el rol del estudiante, Sánchez, J. (2013) indica que este se convierte en el eje central del proceso desde una posición completamente autónoma. Es así como toma de decisiones para lo que debe contar con tiempos sin supervisión. Este argumento se apoya en lo dicho por Liu, Wang, Koh, & Ee, en (2008) cuando afirman que los estudiantes que tienen más tiempo dedicado al trabajo autónomo tienden a tener más experiencias positivas y a percibir mejor este tipo de estrategias metodológicas al mismo tiempo que se fomenta el desarrollo de la responsabilidad, contrario a métodos tradicionales. Además, Martí, J. A., Heydrich, M., Rojas, M., & Hernández, A. (2010) también sostienen que este modelo promueve la motivación intrínseca en el estudiante, estimula el aprendizaje colaborativo y cooperativo y permite que sean los mismos estudiantes quienes realicen mejoras continuas en sus productos, presentaciones y diseños. Es decir, este modelo se desarrolla con el fin de que sea el mismo estudiante quien se comprometa con la resolución de la tarea propuesta a través del uso de habilidades de orden superior tales como el análisis, la síntesis y la conceptualización.

En resumen, en el ABPy los estudiantes persiguen soluciones a problemas, generan preguntas, debaten ideas en grupo, diseñan planes, indagan para recolectar datos,

establecen conclusiones, exponen sus resultados a otros, redefinen sus preguntas y crean o mejoran un producto final.

1.3 Marco curricular

A continuación, se presenta una breve descripción de los tres referentes curriculares en educación media para ciencias naturales que se usarán como marco para la propuesta curricular: MEN, NGSS, IB.

1.3.1 MEN

En Colombia la fundamentación del currículo pretendido para la educación primaria, secundaria y media está establecida en tres documentos: LC, EBC y DBA (Derechos Básicos de Aprendizaje). Los LC fueron publicados en 1998, allí se establecen los referentes de tipo pedagógico, epistemológico y disciplinar que permitan la transformación del individuo y la sociedad mediante el aprendizaje de las ciencias naturales. (UDEA, 2016). A partir de estos surgen en 2006, los EBC los cuales "…constituyen uno de los parámetros de lo que todo niño, niña y joven debe saber y saber hacer al finalizar su paso por un grupo de grados" (MEN, 2006)(p. 9). De lo anterior se deriva que el saber hace referencia al conocimiento mientras que el saber hacer corresponde a usar ese conocimiento, es decir, la competencia. Esta definición se complementa con la de estándar, que según este documento (MEN, 2006) es "…un criterio claro y público que permite juzgar si un estudiante,…cumple con unas expectativas comunes de calidad y expresa una situación deseada…" (p. 11).

En los EBC de ciencias naturales se plantean como objetivos favorecer el desarrollo del pensamiento científico, de la capacidad de seguir aprendiendo, de la habilidad de valorar críticamente la ciencia y finalmente aportar en la formación de hombre y mujeres miembros activos de la sociedad. Según el MEN, estos objetivos se consiguen a través de una enseñanza interdisciplinaria entre los procesos biológicos, químicos y físicos que permitan la adquisición de aprendizajes significativos, así como el conocimiento de la complejidad del mundo natural y el entorno. Esta enseñanza debe estar delimitada por la observación rigurosa, acciones sistemáticas y argumentos críticos de tal manera que el estudiante pase de un conocimiento intuitivo y se acerque al conocimiento científico. (MEN, 2006). Los EBC

están organizados en tres ejes: saber, saber hacer y ser. Estos se describen a continuación:

- Manejo de conocimientos propios de las ciencias naturales: corresponde al saber, son las expectativas de conocimiento disciplinar que deben dominar los estudiantes. Para educación media (grados 10 y 11), están divididos en entorno vivo (procesos biológicos), entorno físico (procesos químicos y físicos) y relación ciencia tecnología y sociedad (CTS). (MEN, 2006)
- Me aproximo al conocimiento científico: corresponde al saber hacer, allí se enuncian las competencias como acciones de pensamiento y producción de carácter científico que se espera desarrollen los estudiantes. (MEN, 2006)
- Desarrollo de compromisos personales y sociales: corresponde al ser, son las acciones de pensamiento y producción que conlleva el conocer y dominar los avances científicos. (MEN, 2006)

Aunque aún vigentes, estos referentes necesitan ser actualizados en cuanto a los conceptos de competencia, aprendizaje y la manera en la que se usa la tecnología en el proceso educativo (UDEA, 2016). Con este propósito, el MEN publicó lo Derechos Básicos de Aprendizaje - DBA (MEN, 2010), una selección de aprendizajes derivados de los EBC basado en los denominados conceptos estructurantes que son aquellos conocimientos que un estudiante requiere aprender para adquirir las competencias científicas que se pretenden desde los EBC (UDEA, 2016). En la Tabla 1-1, se presentan la relación entre los estándares y los conceptos estructurantes para educación media.

Aunque no está dentro de los objetivos de este trabajo, al hacer la revisión entre las evidencias de aprendizaje para cada concepto estructurante en los DBA y los EBC se encontraron algunas inconsistencias. Por ejemplo, el concepto estructurante “eventos ondulatorios” no se encuentra incluido en los EBC para educación media sino en los EBC del grupo de grados 8 y 9 relacionado a la siguientes expectativas: “Establezco relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda de diversos tipos de ondas mecánicas”; “Explico el principio de la conservación de la energía en ondas que cambian de medio de propagación”, “Reconozco y diferencio modelos para explicar la naturaleza y el comportamiento de la luz”. Así mismo, algunas de las expectativas del saber establecidas en los EBC para educación media como: “Explico la obtención de energía

nuclear a partir de la alteración de la estructura del átomo" no está incluida en los DBA para ninguno de los grados 10 o 11.

Tabla 1-1: Relación EBC con DBA en educación media para ciencias naturales (MEN, 2006) (UDEA, 2016).

EBC	DBA	CONCEPTO ESTRUCTURANTE
Relaciono la estructura de las moléculas orgánicas e inorgánicas con sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de cambio químico	Comprende que los diferentes mecanismos de reacción química (oxido-reducción, descomposición, neutralización y precipitación) posibilitan la formación de compuestos inorgánicos.	Compuestos inorgánicos y sus mecanismos de reacción
	Comprende que los diferentes mecanismos de reacción química (oxido-reducción, homólisis, heterólisis y pericíclicas) posibilitan la formación de distintos tipos de compuestos orgánicos.	Compuestos orgánicos y sus mecanismos de reacción
Explico las fuerzas entre objetos como interacciones debidas a la carga y a la masa	Comprende, que el reposo o el movimiento rectilíneo uniforme, se presentan cuando las fuerzas aplicadas sobre el sistema se anulan entre ellas, y que en presencia de fuerzas resultantes no nulas se producen cambios de velocidad.	Leyes de Newton
	Comprende que la interacción de las cargas en reposo genera fuerzas eléctricas y que cuando las cargas están en movimiento genera fuerzas magnéticas.	Interacción entre cargas eléctricas.
	Comprende las relaciones entre corriente y voltaje en circuitos resistivos sencillos en serie, en paralelo y mixtos.	Circuitos en Serie y en Paralelo
Utilizo modelos biológicos, físicos y químicos para explicar la transformación y conservación de la energía	Comprende la conservación de la energía mecánica como un principio que permite cuantificar y explicar diferentes fenómenos mecánicos: choques entre cuerpos, movimiento pendular, caída libre, deformación de un sistema masa-resorte.	Conservación de la energía mecánica
Identifico aplicaciones de diferentes modelos biológicos, químicos y físicos en procesos industriales y en desarrollo tecnológico; analizo críticamente las implicaciones de su desarrollo	Comprende que la biotecnología conlleva el uso y manipulación de la información genética a través de distintas técnicas (fertilización asistida, clonación reproductiva y terapéutica, modificación genética, terapias génicas), y que tiene implicaciones sociales, bioéticas y ambientales	Biotecnología
Explico la diversidad biológica como consecuencia de cambios ambientales, genéticos y de reacciones dinámicas dentro de los ecosistemas	Analiza cuestiones ambientales actuales, como el calentamiento global, contaminación, tala de bosques y minería, desde una visión sistémica (económica, social, ambiental y cultural).	Biodiversidad
-	Comprende la naturaleza de la propagación del sonido y de la luz como fenómenos ondulatorios (ondas mecánicas y electromagnéticas, respectivamente).	Eventos ondulatorios (Fenómenos de la luz y el sonido)

Además de detectar las anteriores inconsistencias internas entre los documentos del MEN, como se mostrará más adelante, se realiza un análisis de los EBC en cuanto a contenidos y competencias frente a las categorías propuestas en la taxonomía de Bloom. Así mismo al realizar dicho análisis, se observa que en estándares internacionales como los NGSS e IB, se cubren contenidos disciplinares de manera más profunda de lo que se contemplan en los EBC o incluso adicionales. Usando estos dos componentes se plantearán los contenidos y las competencias de la propuesta curricular así: 1. Se identificará la categoría de Bloom a la que pertenece cada uno de los contenidos planteados en los EBC para educación media- 2. Se encontrarán los estándares internacionales que cubren dichos contenidos. 3. Para dichos estándares se identificará la categoría correspondiente de acuerdo con los niveles de la taxonomía de Bloom. 4. Se hará una comparación entre los estándares nacionales y los internacionales seleccionados y se plantearán las expectativas de aprendizaje para la propuesta curricular.

1.3.2 Next Generation Science Standards-NGSS

Como se mencionó antes, los NGSS se crean a partir del *Framework for K-12 Science Education* que es un documento guía de la enseñanza de las ciencias en los Estados Unidos desde preescolar hasta grado 12. Los estándares son las expectativas de desempeño de los estudiantes (Botero, 2018) y están organizados de dos formas: verticalmente por grados para preescolar hasta grado 5 y por niveles para los grados 6 a 8 y 9 a 12. Además de las expectativas, los estándares están integrados de manera transversal por tres componentes: cognitivo - ideas centrales en las ciencias (Disciplinary Core Ideas –DCI), competencias - prácticas científicas y de ingeniería y conceptos transversales (Crosscutting concepts). (NAP, 2021)

Frente el componente cognitivo, las DCI están organizados en cuatro áreas: ciencias físicas (*Physical Sciences, PS)*, ciencias de la vida (*Life Sciences, LS)*, ciencias de la tierra y el Espacio (*Earth and Space Sciences. ESS)* e Ingeniería, Tecnología y aplicaciones de las Ciencias (*Engineering and Technology Sciences)*. Las DCI para el nivel de grados 9 a 12 se muestran en la Tabla 1-2.

Respecto al componente de competencias, en los NGSS están referenciadas como Prácticas de Ciencias e Ingeniería, en esta sección se hace una breve descripción de cada una.

Tabla 1-2: Organización componente cognitivo NGSS

ÁREA	DCI	AGRUPACIONES
PS: CIENCIAS FÍSICAS	PS1: Materia y sus interacciones	PS1.A: Estructura y propiedades de la materia
		PS1.B: Reacciones químicas.
		PS1.C: Procesos nucleares.
	PS2: Movimiento y estabilidad, fuerzas e interacciones.	PS2.A: Fuerzas y Movimiento
		PS2.B: Tipos de interacciones
		PS2.C: Estabilidad e inestabilidad de sistemas físicos
	PS3: Energía.	PS3.A: Definición
		PS3.B: Conservación y transferencia de energía
		PS3.C: Relación entre energía y fuerzas
		PS3.D: Energía en los procesos químicos y en la vida cotidiana
	PS4: Ondas y sus aplicaciones para la transferencia de información.	PS4.A: Propiedades de las ondas
		PS4.B: Radiación electromagnética
		PS4.C: Tecnologías de la información e instrumentación
LS: CIENCIAS DE LA VIDA	LS1: Desde las moléculas hasta los organismos: Estructuras y procesos	LS1.A: Estructura y funciones
		LS1.B: Crecimiento y desarrollo de organismos
		LS1.C: Organización de la materia y flujo de energía en los organismos
		LS1.D: Procesamiento de información
	LS2. Ecosistemas, interacciones, energía y dinámica	LS2.A: Relaciones interdependientes en ecosistemas
		LS2.B: Los ciclos de la materia y la transferencia de energía en los ecosistemas
		LS2.C: Dinámica de los ecosistemas, funcionamiento, adaptabilidad
		LS2.D: Interacciones sociales y comportamientos grupales
	LS3: Herencia y variación de las características	LS3.A: Herencia de las características
		LS3.B: Variación de las características
	LS4: Evolución Biológica. Unidad y diversidad	LS4.A: Evidencia de un ancestro común y diversidad
		LS4.B: Selección natural
		LS4.C: Adaptación
		LS4.D: Biodiversidad y humanos
ESS: CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL ESPACIO	ESS1: El lugar de la tierra en el universo	ESS1.A: El universo y sus estrellas
		ESS1.B: La tierra y el sistema solar
		ESS1.C: La historia del planeta tierra
	ESS2: Sistemas de la tierra	ESS2.A: Materiales y sistemas de la tierra
		ESS2.B: Las placas tectónicas y las interacciones de los sistemas a gran escala
		ESS2.C: Los roles del agua y los procesos en la superficie terrestre
		ESS2.D: El estado del tiempo y el clima
		ESS2.E: Biogeología
	ESS3:	ESS3.A: Recursos naturales

ÁREA	DCI	AGRUPACIONES
	La tierra y la actividad humana	ESS3.B: Peligros naturales
		ESS3.C: El impacto del hombre en los sistemas de la tierra
		ESS3.D: Cambio climático global
Tecnologías y aplicaciones de las Ciencias	ETS1: Diseño en ingeniería	ETS1.A: Definición y delimitación de los problemas de ingeniería
		ETS1.B: Desarrollo de soluciones posibles
		ETS1.C: Optimización de una solución de diseño
	ETS2: Relación entre la ingeniería, la tecnología, las ciencias y la sociedad	ETS2.A: Interdependencia de la ciencia, la ingeniería y la tecnología
		ETS2.B: Influencia de la ingeniería, la tecnología y las ciencias en la sociedad y el mundo natural

- **Hacer preguntas y definir problemas**: En ciencias, esta competencia se refiere a la capacidad de plantear preguntas sobre un fenómeno particular con el fin de buscar explicaciones y generar teorías. Por su parte en ingeniería, la competencia está orientada a plantear problemas para encontrar soluciones (Botero, 2018). Desde ambos puntos de vista, el objetivo es inculcar en los estudiantes el hábito de proponerse preguntas de tipo científico y convertirlos en solucionadores de problemas ya sea del mundo natural o del construido por el hombre. Estas soluciones se deben encontrar a través de la investigación y teniendo en cuenta especificaciones y restricciones de la situación problema. Además, se busca que ellos identifiquen características como patrones o contradicciones sobre una observación y hagan análisis profundo que requieran explicaciones adicionales (Botero, 2018) (NAP, 2021).

- **Desarrollar y utilizar modelos**: En primer lugar, un modelo es una representación explicita utilizada para comprender mejor un fenómeno o para crear una mejor solución a un problema de diseño. Desde las ciencias, esta competencia se refiere al dominio en cuanto a creación de modelos matemáticos ya que tienen varias funciones: facilitan la compresión de sistemas, ayudan a formular preguntas y ofrecen explicaciones sobre el mundo. Desde la ingeniería, los modelos también se usan con varias finalidades: desarrollar análisis de sistemas existentes, observar condiciones con el fin de evitar fallas y detectar condiciones óptimas (Botero, 2018) (NAP, 2021).

- **Planear y hacer investigaciones**: Da cuenta que la competencia del estudiante para llevar a cabo investigaciones, según los NGSS, una investigación es una observación sistemática del mundo natural o el construido por el hombre cuyo fin es identificar características y variables que permitan hacer análisis de los fenómenos. Desde el punto de vista científico, en la investigación el estudiante observa la naturaleza y controla en el laboratorio las variables de un caso de estudio. Por la parte ingenieril, el estudiante debe identificar las variables para reconocer bajo cuáles condiciones se comporta mejor un modelo (Botero, 2018) (NAP, 2021).

- **Analizar e interpretar datos**: En esta competencia el estudiante debe desarrollar el pensamiento crítico a través del pensamiento computacional y matemático. Los datos recolectados con criterio científico o de ingeniería, se deben tabular y graficar para identificar patrones y relaciones usando hojas de cálculo como herramienta. Desde las ciencias, los datos dan sentido a las preguntas o hipótesis iniciales; mientras que, desde la ingeniería, el análisis de datos permite evaluar la solución planteada, corroborar la viabilidad de un diseño o cumplimiento de criterios (Botero, 2018) (NAP, 2021).

- **Utilizar matemáticas y pensamiento computacional**: Para los NGSS las matemáticas son el lenguaje universal de las ciencias ya que permiten hacer análisis estadístico y probabilístico de un fenómeno. Los científicos las usan para representar variables y predecir comportamientos en un sistema físico, así como para dar soporte a sus hipótesis. Los ingenieros las usan para realizar el diseño, corroborar cumplimento de condiciones y verificar funcionamiento de la solución planteada (Botero, 2018) (NAP, 2021).

- **Construir explicaciones y diseñar soluciones**: En esta competencia se evidencia que el estudiante comprende el método científico. En primer lugar, se debe conocer el concepto de hipótesis como una explicación posible a un fenómeno apoyada en conocimiento valido para la comunidad científica pero sin verificación. Otro concepto importante es el de teoría, entendida como una explicación apoyada en conocimientos y evidencias que corroboran un fenómeno y que ha sido replicada bajo condiciones controladas y que, además, responde de la misma manera en

todos los casos. En el ámbito científico la competencia es el resultado de la articulación de conocimientos con datos recolectados a fin de construir explicaciones basadas en evidencias. Por el contrario, en el ámbito de la ingeniería, no se busca la explicación sino solucionar un problema a través del diseño y cumpliendo restricciones de costos, eficiencia y especificaciones en un proceso iterativo de ensayo y error (Botero, 2018) (NAP, 2021).

- **Participar en discusiones basadas en evidencias:** Verifica que el estudiante es consciente que las afirmaciones sobre el mundo natural deben estar soportadas en experimentos cuyos datos fueron analizados y sobre los cuales se sacaron conclusiones. Debe saber que, en el proceso, otros científicos intentarán reproducir los datos para encontrar debilidades y limitaciones en las afirmaciones. También debe conocer que las ideas científicas aceptadas han superado este proceso manteniendo la objetividad y sobre todo el progreso de la ciencia. En la ingeniería el proceso inicia con las primeras ideas de diseño, continúa con el ensayo y error para medir variables de diseño y llegar a una propuesta, se discuten ventajas y desventajas del diseño con base en la evidencia y finalmente se hace el prototipo. (Botero, 2018) (NAP, 2021)

- **Obtener, evaluar y comunicar información**: Hace referencia al consumo responsable de información científica. El estudiante debe aprender y usar lenguaje científico, seleccionar fuentes y tipo de información adecuadas, expresar sus hallazgos, realizar análisis y sacar conclusiones. (Botero, 2018) (NAP, 2021)

El último aspecto que integran los NGSS son los conceptos transversales, a continuación, se presenta una breve descripción de cada uno: (NAP, 2021)

- **Patrones**: Identificación de eventos u objetos que se presentan regularmente y permiten hacer predicciones sobre un fenómeno.
- **Causa y efecto**: Mecanismos y explicación: Reconocimiento de este tipo de relaciones. Ej.: Vibración y Sonido o golpe y movimiento
- **Escala, proporciones y cantidades**: Capacidad de medir, comparar, contabilizar eventos u objetos, así como seleccionar unidades, proporción entre fenómenos.

- **Sistemas y modelos de sistemas**: Reconocer las partes y fronteras de un grupo organizado de objetos o componentes relacionados. Ej. Sistema de frenos.
- **Energía y materia**: comprensión de estos conceptos y sus interacciones como entradas, salidas, flujos, ciclos y conservación en sistemas tanto naturales como artificiales.
- **Estructura y función**: entendimiento de la participación de cada elemento y su función en el conjunto. Ej. célula, bicicleta.
- **Estabilidad y cambio**: Dar sentido a estas ideas y ser consciente de que dependen del periodo de tiempo de análisis. Ej. planta, luna.

Además de complementar los contenidos disciplinares de la presente propuesta curricular, los NGSS aportan el enfoque en la profundidad del desarrollo de competencias, así como la interdisciplinariedad entre las asignaturas a través de la inclusión en las unidades didácticas de los conceptos transversales.

1.3.3 *International Baccalareate Organization*-IBO

La Organización del Bachillerato internacional (IBO) ofrece cuatro modelos educativos para diferentes rangos de edad: “Programa Escuela Primaria”, “Programa Años intermedios”, “Programa del Diploma” y “Programa de Orientación Vocacional”. En este apartado se describirá de manera general el currículo para el Programa Diploma (DP), específicamente lo que tiene que ver con el área de Ciencias (IBO, 2021 a)

El DP de IBO está integrado por dos ejes curriculares: tronco común, que es obligatorio para todos los estudiantes y grupos de asignaturas en las que se incluyen: Estudios de Lengua y Literatura, Adquisición de Lenguas, Individuos y Sociedades, Ciencias, Matemáticas y Artes. Los estudiantes deben tomar un total de 6 asignaturas, una de cada uno de los grupos mencionados anteriormente con la posibilidad de tomar una segunda asignatura de alguno de los grupos si no se elige una asignatura de artes (IBO, 2021). Las asignaturas se ofertan en dos modalidades: Nivel Medio (NM, equivalente a 150 horas lectivas) y Nivel Superior (NS, equivalente a 240 horas lectivas). De las seis asignaturas que deben cursar durante el programa, al menos 3 y máximo 4 deben ser de NS.

El tronco común está conformado por tres asignaturas: Teoría del Conocimiento (TdC), Monografía y CAS (Creatividad, Acción y Servicio). Por su parte, el grupo 4, que corresponde a Ciencias está conformado por las siete asignaturas: Biología, Química, Física, Informática, Tecnología del Diseño, Sistemas Ambientales y Sociedades y Ciencias del Deporte, el Ejercicio y la Salud. La mayoría de estas asignaturas se ofertan en NM y NS y además tienen temas opcionales que son los mismos para las diferentes modalidades con diferencia en intensidad horaria. En la Tabla 1-3 y Tabla 1-4 se muestran los contenidos que se imparten en las asignaturas de Ciencias del Programa Diploma. (IBO, 2021)

Tabla 1-3: Descripción contenidos asignaturas grupo Ciencias DP- IB (A)

MODALIDAD	BIOLOGÍA	FÍSICA	QUÍMICA
Nivel Medio (NM)	Biología celular	Mediciones e incertidumbres	Relaciones estequiométricas
	Biología molecular	Mecánica	Estructura atómica
		Física Térmica	Periodicidad
	Genética	Ondas	Enlace químico y estructura
		Electricidad y Magnetismo	Energía termoquímica
	- Ecología	Movimiento circular y gravitación	Cinética química
			Equilibrio
	Evolución y Biodiversidad	Física atómica, nuclear y de partículas-	Ácidos y bases
			Procesos Redox
	Fisiología humana -	-Producción de energía -	Química orgánica
			Medición y procesamiento de datos
Nivel Superior (NS)	Ácidos Nucleicos	Fenómenos ondulatorios	Estructura atómica
			La tabla periódica, metales de transición
	Metabolismo, respiración celular, fotosíntesis	Campos	Enlace químico y estructura
			Energía termoquímica
	Biología vegetal	Inducción electromagnética	Cinética química
			Equilibrio
	-Genética y Evolución -		Ácidos y bases
			Proceso Redox
	Fisiología Animal -	-Física cuántica y nuclear-	Química orgánica
			Medición y análisis

MODALIDAD	BIOLOGÍA	FÍSICA	QUÍMICA
Opcional	Neurobiología y comportamiento	Relatividad	Materiales
	Biotecnología y bioinformática	Física para ingeniería	Bioquímica
	Ecología y conservación	Toma de imágenes	Energía
	Fisiología humana	Astrofísica	Química medicinal

Tabla 1-4: Descripción contenidos asignaturas grupo Ciencias DP- IB (B)

MODALIDAD	Ciencias del deporte, el ejercicio y la salud	Tecnología del Diseño	Sistemas Ambientales y Sociedades
Nivel Medio	Anatomía	Factores humanos	Fundamentos de Sistemas ambientales y sociedades
	Fisiología del ejercicio	Modelamiento	Ecosistemas y ecología
			Biodiversidad y conservación
	Sistemas energéticos	Producción final	Agua y sistemas de producción de alimentos acuáticos y sociedades
	Análisis del movimiento	Manejo de recursos y producción sostenible	Sistemas edáficos y sistemas de producción de alimentos terrestres y sociedades
	Destreza en el deporte-	Diseño e innovación -	Sistemas atmosféricos y sociedades
			Cambio climático y producción de energía
	Medición y evaluación del rendimiento humano	Diseño clásico -	Sistemas humanos y uso de los recursos
Nivel superior	Ampliación de anatomía	Diseño centrado en el usuario	-
	El sistema endocrino	Sustentabilidad	
	Fatiga		
	Fricción y arrastre	Innovación y mercados	
	Adquisición y análisis de destrezas		
	Genética y rendimiento deportivo	Producción comercial	
	Ejercicio e inmunidad		

MODALIDAD	Ciencias del deporte, el ejercicio y la salud	Tecnología del Diseño	Sistemas Ambientales y Sociedades
Opcional	Optimización del rendimiento fisiológico	-	-
	Psicología del deporte		
	Actividad física y salud		
	Nutrición para el deporte el ejercicio y la salud		

Además del componente cognitivo, las asignaturas en ciencias incluyen un plan de trabajos prácticos donde se integran las prácticas establecidas por el docente, la evaluación interna a través de una investigación individual y una evaluación externa denominada Proyecto grupo 4 (IBO, 2021 a). A continuación, se presenta una breve descripción de algunos de los componentes que serán incluidos en la propuesta curricular:

- **Teoría de Conocimiento TdC**: Su es la exploración y reflexión sobre la naturaleza del conocimiento, creencias y opiniones que los estudiantes se forman a lo largo de la vida. Esta reflexión se aborda a través de preguntas sujetas a debate sobre el propio conocimiento. El curso se aborda a alrededor de tres temas: el principal, el conocimiento y el actor del conocimiento. En segundo lugar, los temas opcionales donde se relaciona el conocimiento con el lenguaje, la política, la religión y las sociedades indígenas y finalmente se encuentran las áreas disciplinares donde se estudia las distintas maneras en la que a través de ellas se accede al conocimiento, se incluye: historia, ciencias humanas, ciencias naturales, matemáticas y artes. (IBO, 2020)

  TdC se evalúa interna y externamente, en el primer caso, el estudiante debe hacer una exposición en la que debe demostrar como TdC se manifiesta en su entorno. En el segundo caso, el estudiante debe hacer un ensayo de máximo 1600 palabras sobre alguno de los temas propuestos por IB y es la organización quien realiza la evaluación. (IBO, 2020)

- **Monografía:** Es otra actividad del tronco común y es un proceso de investigación en algún tema de interés del estudiante en alguna de las 6 asignaturas que están cursando (con posibilidad de seleccionar hasta dos asignaturas). El objetivo de esta actividad es brindar una oportunidad para que el estudiante desarrolle una idea de

investigación y se prepare para los trabajos de investigación que deberá desarrollar en la universidad. El proceso se lleva a cabo bajo la supervisión y asesoría de un docente y permite a los estudiantes desarrollar competencias como formular preguntas de investigación, comunicar ideas y desarrollar argumentos. La evaluación se hace en dos etapas: en primer lugar, se hace una entrevista con el supervisor y en segundo lugar un ensayo con extensión máxima de 4000 palabras. (IBO, 2021 b).

- **Proyecto Grupo 4:**

  El propósito de esta actividad es el cumplimiento de siguientes objetivos del currículo IBO: en primer lugar, desarrollar las habilidades del siglo XXI para aplicarlas al estudio de las ciencias, tomar conciencia crítica, cómo ciudadanos del mundo, de las implicaciones éticas del uso de la ciencia y la tecnología y finalmente desarrollar la compresión de la relación entre las distintas disciplinas científicas y su influencia sobre otras áreas del conocimiento. Estos objetivos se logran a través de las diferentes etapas en el desarrollo del proyecto: planeación, acción y evaluación de resultados

  Existen diferentes tipos de proyecto dentro de las cuales están: Diseño y ejecución de trabajo práctico de laboratorio o de campo, estudio comparativo (experimental o de otro tipo) con otro colegio, compilación, procesamiento y análisis de datos de fuentes secundarias (bases de datos, artículos científicos, entidades gubernamentales), diseño y uso de una simulación o modelo, contribuciones a un proyecto de largo plazo. (IBO, 2015)

  Las modalidades en las que el proyecto se puede realizar son: A- grupos interdisciplinarios con único tema, los alumnos de diferentes asignaturas del grupo 4 en un colegio forman grupos y todos los grupos trabajan sobre el mismo tema. B –grupos interdisciplinarios con más de un tema, los alumnos de diferentes asignaturas del grupo 4 en un colegio forman grupos y estos trabajan sobre diferentes temas. C- grupos de una sola asignatura, esta modalidad es una adaptación para aquellos colegios en los que no hay diversidad de asignaturas y los alumnos de la asignatura forman los grupos y trabajan sobre uno o diferentes temas y finalmente está la modalidad D- colaboración con otro colegio en el que

alumnos de un colegio pueden realizar parte o la totalidad del proyecto con alumnos de otro colegio incluso con estudiantes de asignaturas que no son del grupo 4. (IBO, 2015)

En cuanto a los tiempos, las horas lectivas totales del proyecto son 10 las cuales se deben organizar durante los dos años. IBO recomienda que la etapa de planeación se lleve a cabo al finalizar el primer año, en esta etapa se debe organizar los grupos, definir el tema y tipo del proyecto a través de sesiones de lluvia de ideas, así mismo se debe definir las acciones a desarrollar en etapas posteriores y si es el caso los equipos de laboratorio o campo a usar. (IBO, 2015)

El bachillerato internacional invita a que, durante el periodo de receso entre el primer y segundo año, los estudiantes continúen planificando las actividades a fin de que al iniciar el segundo año no haya retrasos y se inicie la etapa de acción para lo que deben requerir una o dos semanas. (IBO, 2015)

Finalmente, para la evaluación de resultados, IBO sugiere que se puede hacer mediante un simposio en el que los alumnos compartan lo resultados de la investigación a la comunidad mostrando tanto aciertos como dificultades mediante breves exposiciones. Otra propuesta es hacer una feria de las ciencias con stands y posters que incluyan resúmenes de los proyectos y en los que los alumnos puedan compartir sus experiencias de manera informal. (IBO, 2015)

Dentro de los criterios de evaluación está el cumplimiento de al menos los tres objetivos mencionados. En la medida en que los grupos son conformados por estudiantes de diferentes asignaturas del grupo de ciencias, estos deben demostrar que el trabajo fue interdisciplinar, así como las relaciones entre las diferentes ciencias. De igual manera, la actividad busca que los estudiantes valoren las implicaciones que tienen la ciencia o la tecnología en los aspectos ambientales, sociales y éticos para lo cual el proyecto debe tratar de temas globales, pero con algún impacto local. Finalmente, el proyecto debe ser una oportunidad para que los estudiantes se den cuenta de que en el desarrollo de la ciencia hay limitaciones como la escasez de datos o la falta de recursos que se deben solucionar usando conocimientos y creatividad (IBO, 2015)

Se debe notar que los elementos mencionados del currículo DP de IBO hacen parte principalmente de la forma de aplicar y evaluar las competencias desarrolladas en las asignaturas. Estos elementos serán incorporados en la parte de la evaluación de la presente propuesta curricular de la misma manera que algunos de los contenidos de las asignaturas especialmente aquellas del segundo grupo de asignaturas de ciencias. También se incorporarán algunos aspectos en la manera de presentar las unidades y los contenidos como la inclusión de una idea principal o un tema estructurante como base de la unidad completa.

1.4 Diseño Metodológico

A continuación, se presentan los aspectos fundamentales del diseño metodológico que se siguió en este trabajo.

1.4.1 Tipo de investigación

El enfoque de la investigación es mixto, con instrumentos de recolección de datos principalmente cualitativos que se complementan con datos cuantitativos. El diseño metodológico correspondió a un ciclo de Investigación-acción participativa (IA) cuyas fases son observar, pensar y actuar (Hernandez, Fernández, & Bautista, 2010). Está metodología se seleccionó dado que es particularmente útil no solo cuando hay una carencia social sino cuando hay una necesidad de cambio en un contexto determinado (Hernandez, Fernández, & Bautista, 2010). Cómo se verá más adelante, este último caso corresponde a la situación que se presenta en la IE donde se diagnosticó la necesidad de potenciar la educación en ciencias a través de la creación de una línea de énfasis curricular.

El problema objeto de esta investigación fue la determinación del estado del grupo de estudio de estudiantes en cuanto al constructo actitudes frente a las ciencias. De acuerdo con la experiencia del autor y con la literatura consultada, este constructo tiene impacto en varios aspectos de la educación en ciencias como: desempeño académico y resultados de las pruebas externas. Lo anterior, a su vez, repercute en la probabilidad que tienen de acceder a la educación superior y en la cantidad de vocaciones científicas.

En el marco de la IA, la fase de observación se llevó a cabo durante tres años de inmersión del autor en el entorno de la IE como docente de Química en educación media. En este periodo se pudo vivenciar y caracterizar algunas de las dinámicas que allí se desarrollan. Esta fase se condensó en un análisis de pruebas estandarizadas externas que sirve como insumo para la creación de la línea de énfasis.

La segunda fase de reflexión (pensar) surgió del reconocimiento y análisis del PEI, documento en el que se evidencia un fuerte componente humanístico en la misión, visión y planes de estudio de la IE, factor que pone en desventaja a aquellas estudiantes con intenciones de seguir carreras relacionadas con las ciencias, particularmente ciencias de la salud. Lo anterior reforzado por los comentarios de las estudiantes de educación media frente a su preparación para las pruebas de estado quinees a través de sondeos manifiestan que las áreas de la salud son de mayor preferencia. Este hecho da una indicación de hacia dónde se deberán orientar los contenidos de la línea de énfasis a fin de que sean pertinentes a los intereses de este grupo objetivo.

La etapa de acción consistió en el desarrollo mismo de la propuesta curricular en una primera fase, mediante la consulta y análisis de referentes curriculares nacionales e internacionales. En segundo lugar, se establecieron los objetivos a cumplir con la línea de énfasis a través de un sondeo entre la población estudiantil (incluyendo egresadas), y en particular de las estudiantes de educación media. Seguidamente, la definición de contenidos se realizó mediante la consulta de libros guía de los referentes curriculares consultados, así como de currículos universitarios. Finalmente, para el establecimiento de las metodologías y modelos didácticos se hizo una revisión bibliográfica del modelo ABI y la corriente educativa STEM.

La factibilidad de la propuesta se probó mediante una intervención denominada prueba piloto, que consistió en la implementación de sesiones extracurriculares de actividades tipo STEM. A continuación, se describen los instrumentos de recolección de datos que se usaron en la investigación.

1.4.2 Instrumentos de recolección de datos

De acuerdo con el enfoque mixto de la investigación, se usaron dos instrumentos de recolección de información: cuantitativos, a través de una encuesta, y el grupo focal para

los datos cualitativos. En el primer caso, se usó la encuesta validada del proyecto ASPIRES, un estudio longitudinal de cinco años realizado en el Reino Unido que ha sido replicado a nivel internacional. Su propósito fue entender las aspiraciones profesionales de estudiantes en el rango de edades de 10 a 14 años, así como identificar los factores que contribuyen o impiden el desarrollo de aspiraciones en ciencias (DeWitt & Archer, 2015). La primera fase de este estudio (ASPIRES 1) fue conducido por el *Departament of Educatión & Professional Studies* del King´s College London con la participación de cerca de 9000 estudiantes (Archer, DeWitt, & Dillon, 2014). En las últimas versiones, se hace seguimiento a los estudiantes que participaron en la fase 1 (ASPIRES 2 y ASPIRES 3) y fue realizada por el *Institut of Education del University College London*.

La encuesta del proyecto ASPIRES busca medir las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias a través de la cuantificación de diferentes constructos unidimensionales (Kind, Jones, & Barmby, 2007). En este trabajo, los constructos (categorías), se usan para predecir la intencionalidad de continuar con carreras de ciencias. Cada constructo de las actitudes hacia las ciencias está integrado por una serie de ítems y para cada uno, el estudiante debe seleccionar en una escala de 1 a 5 que tan de acuerdo está con la afirmación presentada. Uno (1) es “totalmente en desacuerdo - TD”, dos (2) “en desacuerdo-D”, tres (3) “indiferente I”, cuatro (4) “de acuerdo - A” y cinco (5) “totalmente de acuerdo - TA”.

A continuación se listan los constructos que integran la encuesta del proyecto ASPIRES así como el número de ítems que integra a cada uno: 1- aspiraciones en ciencias (5 ítems), 2- actitudes hacia la ciencia en el colegio (6 ítems), 3- auto-concepto de ciencia positivo (6 ítems), 4- auto-concepto de ciencias negativo (3 ítems), 5- participación en actividades relacionadas con ciencia fuera del colegio (5 ítems), 6- actitudes familiares hacia las ciencias (3 ítems), 7- ambiciones familiares (4 ítems), 8- apoyo familiar frente a las ciencias (3 ítems), 9- actitudes de los compañeros frente al colegio (4 ítems), 10- actitudes de compañeros frente a las ciencias (2 ítems), 11- percepciones positivas de los científicos (5 ítems), 12- percepciones negativas de los científicos (3 ítems), 13- ambiciones frente al trabajo futuro (4 ítems), 14- relaciones sociales frente al trabajo futuro (4 ítems), 15- características frente al trabajo futuro (3 ítems) (Dewitt, y otros, 2011). El detalle de los ítems se muestra en el Anexo D.

En este estudio, el grupo de participantes corresponde a las estudiantes que asistieron a las sesiones de la prueba piloto, las demás estudiantes de grado décimo conforman el grupo de no participantes. Para ambos grupos la aplicación de la encuesta antes y después se hace de manera simultánea y virtual a través de formularios de google. (Google forms®). Cada ítem (*i*) dentro de los constructos mencionados anteriormente tendrá una valoración cuantitativa obtenida como un promedio ponderado usando la siguiente fórmula.

$$Promedio\ ponderado\ (p.p_i)\ = \frac{(5 \cdot TA) + (4 \cdot A) + (3 \cdot I) + (2 \cdot D) + (1 \cdot TD)}{Total\ de\ encuestadas}$$

Ecuación (1.1)

La valoración cuantitativa del constructo se obtendrá a partir de los promedios ponderados de cada ítem ($p.p_i$) de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Promedio\ acumulado\ (p.a_c)\ = \sum_{i=1}^{n} p.p_i$$

Ecuación (1.2)

La evolución de los constructos se cuantificará usando los resultados de la prueba antes y después analizados de manera separada para ambos grupos (participante y no participante) a través de la siguiente fórmula:

$$\%\ Cambio\ = \frac{p.a_{\ c\ POST} - \ p.a_{\ c\ PRE}}{p.a_{\ c\ PRE}} * 100$$

Ecuación (1.3)

1.4.3 Validación y confiabilidad

La validación hace referencia a que un instrumento mide la(s) misma(s) variable(s) para la que fue diseñado mientras que la confiabilidad hace referencia a determinar en qué medida los datos que arroja el instrumento son consistentes. Un instrumento puede ser altamente confiable, es decir sus datos son consistentes, pero no medir lo que dice que mide, es decir, no ser válido. Un instrumento puede ser válido por contenido, criterio o constructo (Huck S. W., 2012).

En este trabajo se obtuvieron datos cuantitativos a través la aplicación de la encuesta del proyecto ASPIRES la cual fue validada por constructo a través de una extensa y exhaustiva

revisión bibliográfica (Dewitt, y otros, 2011). Adicionalmente, el cuestionario tuvo una validación psicométrica mediante la aplicación de la técnica Análisis de Componentes Principales (PCA, por sus siglas en inglés). Con esta técnica se identifican los componentes factibles y estos se interpretan de acuerdo con la literatura de la cual se derivaron los constructos. (Dewitt, y otros, 2011).

De otra parte, la confiabilidad del instrumento se puede medir de diversas maneras. En primer lugar, está la confiabilidad temporal que se demuestra a través del coeficiente pre-test – post-test, también llamado coeficiente de estabilidad, altamente dependiente del intervalo de tiempo entre aplicación de las pruebas. (Huck S. W., 2012) Otra forma de confiabilidad se mide a través de la técnica de pruebas paralelas en la que en un grupo se somete a dos formas del mismo instrumento en un intervalo de tiempo muy corto.

El tercer tipo es la confiabilidad interna que a su vez se puede demostrar de diversas maneras: la más común es mediante las pruebas de división en mitades en el que se analiza el desempeño de un participante en el grupo de preguntas numeradas con par y las numeradas con impar de manera separada, es altamente dependiente de la selección de las preguntas en cada grupo. De manera similar a esta técnica está la denominada Kudder Richardson #20 (K-R 20) que a diferencia de la técnica de división en mitades no se afecta por el orden en que se asignan las preguntas. Finalmente se tiene la prueba del coeficiente de Cronbach que es más versátil que K-R 20 y se usa cuando se tiene tipos de cuestionarios en escala Likert (Huck S. W., 2012). Este método fue el seleccionado para establecer la confiabilidad interna en este trabajo. El coeficiente de Cronbach se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} * \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{K} \sigma_i^2}{\sigma_t^2}\right)$$

Ecuación (1.4)

Donde K es el número de ítems en cada constructo o categoría, σ_i^2 es la varianza del $i-ésimo$ ítem en el constructo y σ_t^2 es la varianza de los puntajes totales del constructo (Cortina, 1993).

2. Diseño Curricular

2.1 Diagnóstico

Para la realización del diagnóstico se utilizaron tres fuentes de información: Los resultados en pruebas externas del periodo 2016-2020, un cuestionario semiestructurado de preguntas cerradas y abiertas (Hernandez, Fernández, & Bautista, 2010) aplicado a las egresadas y un cuestionario estructurado (Hernandez, Fernández, & Bautista, 2010) aplicado a las actuales estudiantes desde grado sexto a undécimo.

Cómo primera fuente de información se consideraron los resultados reportados anualmente por el ICFES de las pruebas Saber 11 (externas). La segunda fuente de información se recolectó aplicando un instrumento tipo encuesta semiestructurada diseñada para conocer la situación actual de las egresadas, así como percepciones sobre su formación y particularmente su formación en Ciencias. Debido a la disponibilidad de información de contacto, la muestra correspondió a egresadas de los años 2018 y 2019.

Finalmente, el tercer instrumento correspondió a una encuesta estructurada sobre las actitudes hacia las ciencias que tienen las actuales y futuras estudiantes de educación media de acuerdo con la propuesta de Molina, Casas, & Rivera (2017).

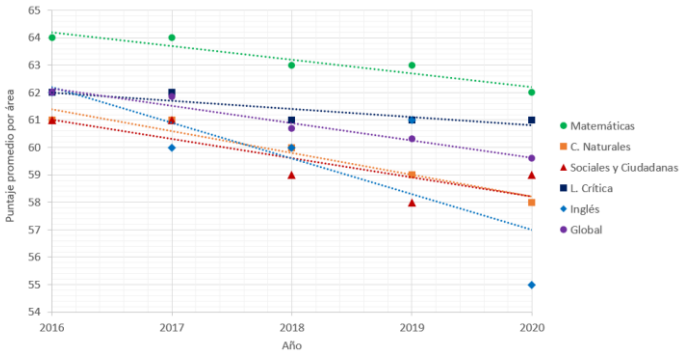
2.1.1 Análisis por áreas pruebas Saber 11

En este apartado se establecieron las tendencias en resultados por áreas: Lectura Crítica, Matemáticas, Sociales y Ciudadanas, Ciencias Naturales e Inglés, en pruebas externas de los años 2016 a 2020. Cabe mencionar que el Colegio Nacionalizado La Presentación de Duitama se ha caracterizado por sobresalir sus resultados de pruebas Saber 11 a nivel municipal y departamental.

A continuación, se presenta la evolución de algunas variables cuantitativas de las pruebas externas usando los datos reportados por el ICFES en cuanto a puntajes promedio.

Esta variable se reporta en una escala de 0 a 100 puntos, sin decimales y establece el valor más representativo de los estudiantes en determinada área (ICFES, 2017). Se usa para conocer y comparar el desempeño de los estudiantes de la IE con los grupos de referencia (Colombia, Entidad Territorial Certificada - ETC y Grupo de Comparación 4-GC4). En este trabajo se usó el puntaje promedio ponderado con el fin de establecer la tendencia general de la IE en el periodo analizado y también para comparar los resultados de Ciencias Naturales con otras áreas como se aprecia en la Figura 2-1.

Figura 2-1: Comparación puntajes promedio por áreas en pruebas externas**.**



Fuente: Propia

En el periodo analizado la IE presentó una tendencia descendente en todas las áreas con una disminución del promedio ponderado (Global) de casi dos puntos. Así mismo se observa un aumento en la dispersión de los resultados teniendo en cuenta que, en 2016 la diferencia entre el área de mejor desempeño y el área de peor desempeño fue de tres puntos mientras que en 2019 esta diferencia aumentó a cinco puntos.

Sobresalen los resultados en Matemáticas con una diferencia mínima de dos puntos por encima de otras áreas, este hecho se asoció con una alta intensidad horaria del área en educación básica (grado sexto a noveno) con seis horas semanales. Ciencias Naturales es la cuarta área en desempeño por debajo de Matemáticas, Lectura Crítica e Inglés y además presentó una pendiente negativa mayor que la presentada por estas áreas, pero comparable con la pendiente del desempeño global. El área más bajo desempeño y que,

además, presentó la pendiente más negativa es Sociales y Ciudadanas mientras que el área con menor variación de resultados es inglés. Lo anterior refleja la necesidad de revertir la tendencia negativa en todas las áreas, pero especialmente en el área de Ciencias Naturales para posicionarla dentro de la institución.

2.1.2 Análisis desempeño Ciencias Naturales pruebas Saber 11

En esta sección se realizó el análisis de los desempeños para el área de Ciencias Naturales en cuanto a los niveles de desempeño y al porcentaje de respuestas incorrectas.

- **Niveles de desempeño**

Es una “Descripción cualitativa del desempeño y complementan el puntaje obtenido por el evaluado. Detallando las acciones que realiza para responder correctamente las preguntas formuladas de acuerdo con las competencias evaluadas en el examen” (ICFES, 2017). El ICFES define cuatro niveles de desempeño de 1 a 4 que son equivalentes con un rango de puntaje de acuerdo con lo presentado en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1: Descripción cuantitativa y cualitativa de los niveles de desempeño para el área de Ciencias Naturales (ICFES, 2019).

Nivel	Rango de Puntaje	Descripción
1	0-40	Alcanza a reconocer información explicita de una variable independiente organizada en tabla o gráficos. Insuficiente desarrollo de la competencia indagación
2	41-55	Reconoce y asocia información presentada con nociones científicas: identifica patrones, establece predicciones y ordena datos a partir de tablas, gráficos y esquemas.
3	56-70	Hace inferencias sobre fenómenos naturales mediante la interrelación de información contextualizada de dos o más variables con nociones científicas: relaciones causa-efecto, predicciones, resultados de diseños experimentales, evidencias, hipótesis y conclusiones.
4	71-100	Soluciona situaciones problema usando nociones, procedimientos, habilidades, conocimientos y lenguaje científico: plantea preguntas de investigación, establece conclusiones, contrasta modelos, comunica resultados y analiza fenómenos naturales.

Los rangos de puntaje para la clasificación por niveles de desempeño es la misma para las áreas de Ciencias Naturales y Sociales y Ciudadanas. Sin embargo, para las áreas de

Matemáticas y Lectura Crítica son diferentes, así como para inglés en la que se definen 5 niveles: A-, A1, A2, B1. B+ (ICFES, 2017).

En la Figura 2.2 se muestra la tendencia del porcentaje de los estudiantes clasificados en cada nivel, así como los valores reportados para los grupos de referencia. Al comparar los extremos (niveles 1 y 4) ser tiene una tendencia casi constante contrario a lo presentado por el nivel 3 que muestra un descenso de ocho puntos porcentuales en el periodo analizado los cuales se trasladaron a un incremento de estudiantes en nivel 2.

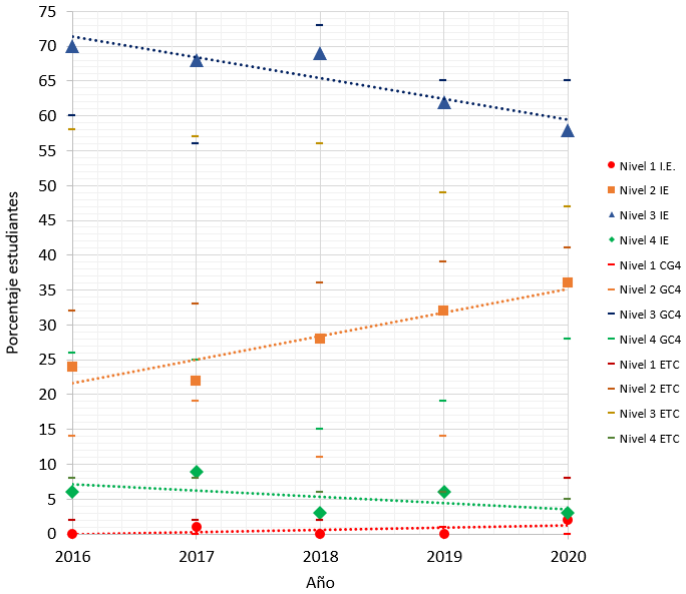
De otro lado los porcentajes de estudiantes de la IE reportados en los niveles 1 y 2 se encuentran dentro del rango de los valores de referencia para el GC4 y para la ETC. Sin embargo, la cantidad de estudiantes clasificado como nivel 3 es alto en comparación con los grupos de referencia, incluso mayor al reportado para GC4 entre 2016 y 2017. Este fenómeno se puede explicar porque el GC4 tuvo un porcentaje de estudiantes en nivel 4 por encima del 20% mientras que para la IE nunca han alcanzado ni siquiera el 10%, es así entonces que, el exceso de estudiantes en nivel 3 para la IE corresponde a un rezago en número de estudiantes en nivel 4. De hecho, el porcentaje de estudiantes en grupo 4 de la IE no iguala a este rubro reportado para la ETC.

La descripción presentada indica que el área de Ciencias Naturales presenta una deficiencia en cuánto a estudiantes ubicados en nivel 4, reflejo de falencias en las metodologías implementadas en el área. Estas metodologías se deberían enfocar en la utilización de nociones científicas para la solución de situaciones problematizadoras a partir de la construcción de preguntas de investigación lo cual se ajusta al modelo de ABPy.

- **Porcentaje de repuestas incorrectas**.

Para comprender a qué hace referencia esta variable es necesario entender el modelo que utiliza el ICFES para las pruebas estandarizadas. Este modelo se organiza en tres niveles centrados en las evidencias. El primer nivel son las afirmaciones o aprendizajes sobre los cuales un estudiante reafirma o refuta de acuerdo con sus competencias. El segundo nivel son las evidencias propiamente dichas que dan soporte o contradicen los aprendizajes y el último nivel son las tareas a través de las cuales se le pide al estudiante que obtenga las evidencia que soporta el aprendizaje (ICFES, 2013).

Figura 2-2: Comparación niveles de desempeño en Ciencias Naturales con grupos de referencia en pruebas externas.



Fuente: Propia

Para el área de Ciencias Naturales los aprendizajes se pueden organizar desde dos perspectivas: componentes y competencias. De acuerdo con el ICFES los componentes que se evalúan en la prueba de Ciencias Naturales son cuatro: Biológico: se refiere a los contenidos relacionados con los seres vivos y sus interacciones a partir del organismo: sus procesos internos y sus relaciones con el medio físico y biótico. Físico: integración de conceptos, principios, leyes y teorías sobre las cuales el ser humano da explicación y describe las interacciones con el mundo físico. Químico: entendimiento de la estructura y propiedades de la materia como base para sustentar las interacciones y procesos que permiten explicar fenómenos naturales y finalmente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): Reconocimiento de las transformaciones que la ciencia y la tecnología generan en el ambiente, la sociedad y la vida de las personas. También se aborda la diferenciación entre objetos antrópicos y naturales como herramientas y técnicas que se usan para resolver problemas y mejorar las condiciones (ICFES, 2019).

Por su parte, las competencias que analiza el ICFES en el área de Ciencias Naturales agrupan dichos aprendizajes en tres grandes grupos: Uso comprensivo del conocimiento científico: capacidad de encontrar la solución a problemas mediante la compresión y el uso de nociones, conceptos y teorías científicas, así como su interrelación y aplicación en

fenómenos cotidianos. Se involucra el reconocimiento, la diferenciación y la comparación entre nociones científicas de cada disciplina. Explicación de fenómenos: Capacidad de encontrar la explicación más adecuada a fenómenos o problemas científicos a partir de argumentos y modelos evaluando la validez y coherencia de una afirmación. Indagación: capacidad para dar respuesta y plantear preguntas a partir de observación, interpretación, análisis y elaboración de tablas y gráficos con los que sea posible establecer relaciones causa-efecto, hacer predicciones, encontrar patrones y seleccionar procedimientos (ICFES, 2019).

En la Tabla 2-2 se muestra la organización en componentes y competencias de los aprendizajes establecidos por el ICFES. Nótese que para los componentes Biología, Química y Física los aprendizajes son los mismos (8 en total) mientras que para el componente CTS solo se tienen dos. Así mismo la distribución de los aprendizajes en las competencias generales no es homogénea, la competencia Indagación abarca cuatro de los aprendizajes, seguida de la competencia Explicación de fenómenos que integra tres y finalmente se encuentra Uso comprensivo del conocimiento científico con solo dos afirmaciones.

Tabla 2-2: Clasificación de aprendizajes de acuerdo con componentes y competencias en Ciencias Naturales (ICFES, 2019).

Aprendizaje	Componente	Competencia
Analizar el potencial del uso de recursos naturales o artefactos y sus efectos sobre el entorno y la salud, así como las posibilidades de desarrollo para las comunidades	CTS	Explicación de fenómenos
Asociar fenómenos naturales con conceptos propios del conocimiento científico	Biología Física Química	Uso comprensivo del conocimiento científico
Comprender que a partir de una investigación científica se construyen explicaciones sobre el mundo natural	Biología Física Química	Indagación
Derivar conclusiones para algunos fenómenos de la naturaleza basándose en conocimientos científicos y en la evidencia de su propia investigación y la de otros	Biología Física Química	Indagación
Explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza basado en observaciones, en patrones y en conceptos propios del conocimiento científico	Biología Física Química	Explicación de fenómenos

Aprendizaje	Componente	Competencia
	CTS	
Identificar las características de algunos fenómenos de la naturaleza basado en análisis de información y conceptos propios del conocimiento científico	Biología Física Química	Uso comprensivo del conocimiento científico
Modelar fenómenos de la naturaleza basado en el análisis de variables, la relación entre dos o más conceptos del conocimiento científico y de las evidencias derivadas de investigaciones científicas	Biología Física Química	Explicación de fenómenos
Observar y relacionar patrones en los datos para evaluar las predicciones	Biología Física Química	Indagación
Utilizar algunas habilidades de pensamiento y de procedimiento para evaluar predicciones	Biología Física Química	Indagación

En el informe de resultados para los planteles (IE) reportado por el ICFES se establece el porcentaje de respuestas incorrectas para los aprendizajes en cada componente. Las tendencias en los resultados tanto de componentes como de competencias se establecieron de acuerdo con la distribución de preguntas que se muestra en la Tabla 2-3 mediante promedio ponderado.

Tabla 2-3: Ponderación de aprendizajes de acuerdo con componentes y competencias en Ciencias Naturales (ICFES, 2019).

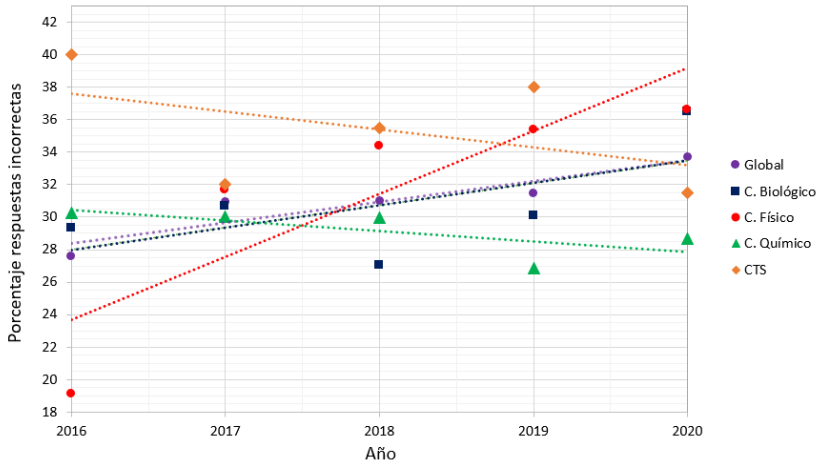
Competencia	Componente Biológico	Componente físico	Componente químico	CTS	Total
Uso comprensivo del conocimiento científico	9%	9%	9%	3%	30%
Explicación de fenómenos	9%	9%	9%	3%	30%
Indagación	12%	12%	12%	4%	40%
Total	30%	30%	30%	10%	100%

Ciencias Naturales se evalúa con 58 preguntas repartidas en dos sesiones, el número de preguntas que corresponde a cada componente y competencia no es el mismo y se distribuye de acuerdo con lo mostrado en la tabla anterior. Como se observa la competencia Indagación tiene un porcentaje superior al asignado para Uso comprensivo del conocimiento científico y Explicación de fenómenos. Así mismo, al observar los componentes, en encuentra que Biología, Física y Química tienen la misma ponderación

mientras que CTS solo tiene un 10%. Cabe aclarar que en cada pregunta se evalúa simultáneamente una competencia y un componente, por ejemplo, el número de preguntas que evalúan la competencia Indagación es aproximadamente 23 de las cuales siete corresponden al componente Biológico, siete al Físico, siete al Químico y solo dos a CTS.

Los resultados para cada componente se presentan en la
Figura **2-3**, en este caso y debido a que se están mostrando respuestas incorrectas se aclara que una mejora en los resultados se caracteriza por tener pendientes negativas y bajos porcentajes. El ICFES considera cuatro grupos de clasificación para los aprendizajes de acuerdo con el porcentaje de respuestas incorrectas: verde: 0% a 19%, amarillo: 20% y 39%, naranja: 40% a 69 % y rojo: 70% a 100%. Mientras menor sea el porcentaje, mejor es el desempeño de cada aprendizaje.

Figura 2-3: Comparación porcentaje de respuestas incorrectas por componente en Ciencias Naturales pruebas externas.



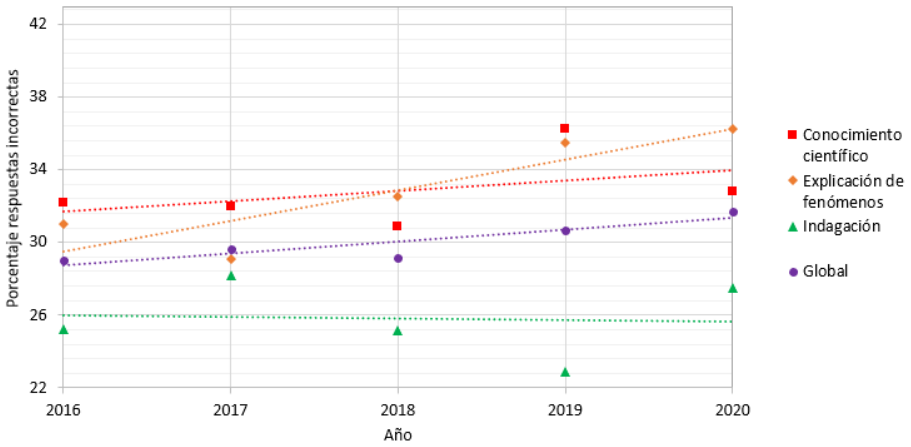
Fuente: Propia

En general los resultados se encuentran en el grupo amarillo (entre 20% y 39%) con la tendencia más negativa para el componente Física con un incremento en respuestas incorrectas del doble en el periodo analizado. Biología y Química muestran valores muy similares alrededor de 30% con tendencias ligeramente positivas, especialmente en Química. El componente CTS tiene los porcentajes más altos (peor desempeño) con un promedio de 6 puntos porcentuales por encima de los valores globales los cuales muestran una tendencia al alza con un incremento cercano a 4 puntos porcentuales en el periodo analizado.

Los resultados del componente CTS reflejan el gran impacto que se tiene cuando una de las pocas preguntas se responde de manera incorrecta, los evaluados tienen menos opciones de recuperar una respuesta incorrecta.

De manera análoga se calcularon los porcentajes de respuestas incorrectas para las competencias. Como se muestra en la Figura 2-4 el rango de respuesta incorrectas se mantiene en el grupo amarillo (20% a 39%). La competencia con peores resultados es el Uso comprensivo de conocimiento científico mientras que el área con peor tendencia (pendiente más positiva) es la Explicación de fenómenos. Se destacan los resultados en Indagación donde hay una disminución de 3 puntos porcentuales acercándose al rango de grupo verde. La tendencia global coincide con el análisis realizado por componente un comportamiento al alza alrededor de 30% y un incremento en este caso de 2 puntos porcentuales.

Figura 2-4: Comparación porcentaje de respuestas incorrectas por competencia en Ciencias Naturales pruebas externas.



Fuente: Propia

2.1.3 Situación Egresadas 2018-2019

El diagnóstico a nivel exploratorio se realizó mediante una encuesta virtual a las egresadas de 2018 y 2019 a través de un formulario de Google ®. De las 286 egresadas a las que se envió la encuesta se recibieron 165 respuestas que corresponden al 58% del total de la población. La validación del formulario semiestructurado se realizó a través de un pilotaje con 30 estudiantes de las cuales se recibieron 5 respuestas, no se detectaron falencias en

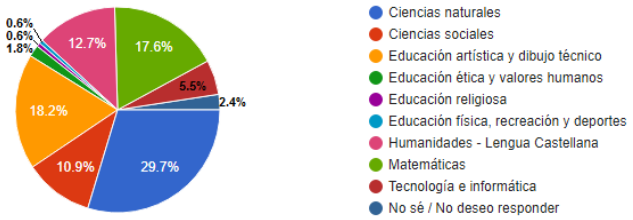
la estructura del cuestionario en cuanto a contenido, vocabulario, extensión (Cohen, Manion, & Morrison, 2007).

Se buscó estudiar cinco aspectos: preferencias académicas del colegio, percepción e impacto de los resultados en la prueba Saber 11, situación académica o laboral actual, preferencias de áreas de estudio y percepciones hacia las ciencias en el colegio. Lo anterior para establecer una línea base en cuanto al impacto que tendría el diseño curricular de la línea de énfasis en ciencias y buscar orientarlo hacia el mejoramiento de estos indicadores. En el Anexo A se muestra el detalle de la encuesta para cada ítem. A continuación, se hace una breve descripción de las respuestas obtenidas.

- **Preferencias académicas del colegio:**

El área de mayor preferencia entre las egresadas fue Ciencias Naturales seguido de Educación Artística, Matemáticas y Humanidades. Este resultado está alineado con la percepción de los docentes del área sobre la receptividad que tienen las estudiantes hacia las ciencias. Dentro de las razones para obtener esta preferencia, las egresadas seleccionaron como causa tres aspectos: contenidos fáciles de entender (34 casos de 49 respuestas), la metodología activa usada por los docentes (25 casos) y la relevancia del área en las pruebas Saber 11 (21 casos). Sin embargo, esta situación no se ve reflejada en el rendimiento académico del área. Los resultados se presentan en la Figura 2-5.

Figura 2-5: Distribución áreas de mayor preferencia egresadas 2018 -2019



Fuente: Propia

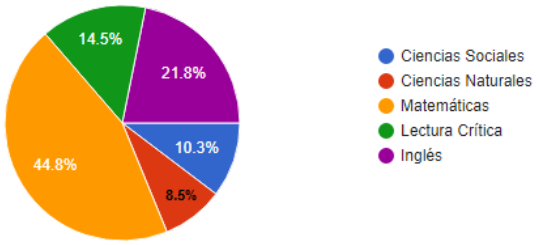
- **Percepción e impacto de las Pruebas Saber 11**

En cuanto a la percepción general de los resultados en las Pruebas Saber 11, el 62% de las egresadas clasificaron sus resultados como de nivel medio, el 21% como nivel superior y el 15% como nivel inferior. Estos porcentajes concuerdan con los resultados a nivel institucional, donde, los puntajes individuales están por debajo de los puntajes mínimos de admisión a las universidades públicas. A pesar de lo anterior, el 71,5% consideró que el

colegio realiza una preparación adecuada para las Pruebas Saber 11 principalmente debido a las metodologías usadas por los docentes. El detalle de los resultados se muestra en la Figura 2-6.

La percepción en cuánto a desempeño y preferencia por una u otra asignatura se relacionan fuertemente con las experiencias que las egresadas recuerdan de su paso por el colegio. Es así que, para optimizar estos aspectos en Ciencias Naturales, es muy importante mejorar dichas experiencias a través del acercamiento a las estudiantes, no solo de las ciencias escolares, sino con la ciencia práctica.

Figura 2-6: Distribución percepción áreas de mejor desempeño Saber 11



Fuente: Propia

Para lograr lo anterior, es necesario integrar tres aspectos en la enseñanza de las ciencias: debe ser experimental, se debe presentar de manera fácil y sobre todo debe ser relevante (Barmby, Jones, & Kind, 2008). Al respecto algunas egresadas afirmaron:

> *"porque siento que al ver que esta materia en el colegio era la que más me gustaba capté y asocié más los conceptos y me sentía más comprometida por esta materia para estudiar mi carrera actual, todo esto a cada uno de los profesores que durante mi bachillerato aportaron y transmitieron el gusto por esta materia."*

> "*Porque desde pequeña nunca encontré la manera interesante de aprender y me daba miedo equivocarme. Estando en la prueba me sentía muy insegura*".

> "*Porque realmente las ciencias no fueron de mayor interés para mí, no las entendía mucho y tampoco me parecía relevante un buen puntaje en algo que difícilmente usaría de nuevo*".

Del impacto de las pruebas Saber 11, el 61,2% de las egresadas consideró que tiene un alto impacto en la definición de su situación actual, lo que se corrobora con que el 58,8% de las egresadas admitieron que: si hubiera tenido mejores resultados en las Prueba Saber 11, su situación actual sería diferente.

A pesar de los datos mostrados y de la percepción de resultados respecto a las pruebas Saber 11, solo el 26,1% han presentado en más de una ocasión la prueba. Este hecho concuerda con que el 54,4% aseguró que el puntaje obtenido era suficiente para ingresar a cualquier universidad.

De la anterior descripción en cuanto a percepción e impacto de las pruebas Saber 11, surgen elementos como el énfasis en lo experimental y relevante que deben ser los contenidos en la línea de énfasis, así como establecer los objetivos orientados hacia una mejora de los resultados en las pruebas de estado teniendo en cuenta su impacto.

- **Situación actual**

El 72,1% de las egresadas manifestó estar estudiando o admitida en alguna I.E.S mientras que el 14,5% manifestó estar trabajando y estudiando (24 egresadas). De las 143 egresadas que están estudiando, 118 se encuentran en la universidad, 24 en el SENA y 1 haciendo un curso de inglés. La mayoría de las estudiantes que afirmaron estar estudiando y trabajando cursan sus estudios en el SENA o institución técnica o tecnológica.

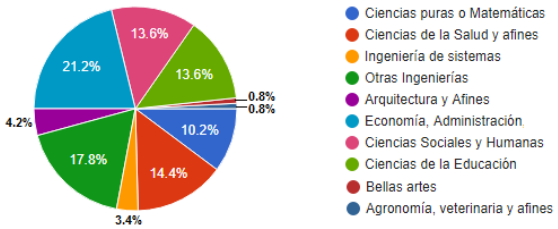
Adicionalmente se debe tener en cuenta que las egresadas actualmente estudiando solo el 40% ingresaron inmediatamente a la educación superior. Los números aquí presentados están por debajo de lo reportado en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) donde la tasa de tránsito inmediato a educación superior a nivel municipio de Duitama es de alrededor del 56% (MEN, 2021).

Los datos mostrados reflejan que es necesario fortalecer el ingreso de las egresadas de la IE a la educación superior especialmente a nivel profesional. Así mismo, a partir de planes de estudio universitarios, el diseño de la línea de énfasis buscará incluir algunas de las temáticas que verán las estudiantes en primeros semestres de carreras relacionadas con la ciencia.

- **Preferencias en áreas de estudio**

En esta parte de la encuesta se presentaron las áreas de conocimiento establecidas por el SNIES, de las cuales, se derivan los Núcleos Básicos de Conocimiento – NBC. El área de conocimiento: Ingeniería, Arquitectura, urbanismo y Afines se segrego de la siguiente manera teniendo en cuenta las modalidades de profundización existentes en la I.E: Arquitectura y afines, ingeniería de sistemas, telemática, electrónica, telecomunicaciones y afines y otras ingenierías. Los resultados de la encuesta se muestran en la Figura 2-7.

Figura 2-7: Área de preferencia egresadas 2018-2019 actualmente estudiando.



Fuente: Propia

Los resultados muestran que Economía, administración y afines con un 21,2% superó a las áreas relacionadas con las líneas de énfasis con las que cuenta actualmente el colegio: Ciencias Sociales y Humanas con 13,6%, Arquitectura y afines con 4,2% e Ingeniería de Sistemas y Electrónica con 3,4%. Sin embargo, de manera contraria a los resultados, el 73% de las estudiantes consideró que las líneas de énfasis con las que cuenta actualmente el colegio cumplen con la función de orientar vocacionalmente a las estudiantes y solo el 47% consideró que estas líneas son útiles cuando se trata de mejorar los resultados en las pruebas Saber 11.

De lo anterior se infiere que las líneas de énfasis actuales no tienen el impacto esperado a la hora de seleccionar carrera en parte, debido a que las egresadas no encuentran que estos contenidos sean útiles para obtener mejores puntajes en las Pruebas Saber 11 y que les permitan acceder a carreras relacionadas con las áreas de estudio de las modalidades.

De otra parte, los resultados mostraron la gran importancia que tienen las ciencias dentro de las preferencias de las egresadas. Al agrupar las áreas de Ciencias puras y

Matemáticas (10,2%), Ciencias de la Educación (13,6%), Ciencias de la salud (14,4%), Otras ingenierías (17,8%) se obtuvo un total de 56% de egresadas que optaron por áreas relacionas con Ciencias y las Matemáticas. Este resultado revela un gran potencial para la línea de énfasis en Ciencias dado el alto porcentaje de estudiantes que se inclinaron hacia las carreras STEM, uno de los objetivos de este proyecto.

Adicionalmente se encontró que la decisión de seleccionar la carrera que las egresadas están estudiando actualmente responde a sus gustos e intereses personales con poca influencia del colegio o de los resultados en las Pruebas Saber 11, lo que subraya la importancia de despertar motivación en las estudiantes para que se inclinen por ciertas áreas de estudio a través de un currículo interesante.

- **Percepciones hacia el estudio de las ciencias:**

El 61% de las egresadas afirmó que, si al momento de entrar a la educación media hubiera estado disponible la línea de énfasis en Ciencias Naturales, la hubieran escogido. Este resultado confirma los resultados presentados sobre las áreas de estudio precedente.

La afinidad por las ciencias manifestada por las egresadas se realizó mediante preguntas de opinión en escala Likert de 1 a 5. Se encontró que el 85% de las egresadas recomendaría a un familiar estudiar una carrera relacionada con las ciencias, el 72% consideró que las ciencias que aprendieron en el colegio son aplicables en la vida cotidiana, el 97% aseguró que las ciencias son necesarias para comprender los eventos mundiales de la actualidad y el 92% consideró que es muy importante aprender sobre ciencias en el colegió. Es decir que las egresadas reconocen la importancia de las ciencias y la relación entre su enseñanza en el colegio con opciones de carrera en el futuro.

Finalmente, la confiabilidad del instrumento empleado, entendida como la consistencia de la información recolectada, se estableció mediante el coeficiente de Cronbach. En este tipo de prueba se pide a los encuestados que clasifiquen el nivel de aprobación de diferentes afirmaciones. La pregunta que se quiso responder con este análisis fue ¿En qué medida las diferentes preguntas del test midieron la misma característica o constructo? (Huck S. , 2012). Un coeficiente de Cronbach mayor a 0,90 se considera de excelente confiabilidad, entre 0,7 y 0,9 alta confiabilidad y de 0,50 a 0,69 de baja confiabilidad (Taherdoost, 2016). En esta parte del cuestionario se indagó sobre la percepción de las egresadas frente a las

ciencias, se obtuvo un promedio ponderado de 4,3 sobre 5 con un coeficiente de Cronbach de 0,70.

2.1.4 Actitudes hacia las ciencias estudiantes bachillerato

Con el ánimo de establecer una línea base de la percepción que tienen las estudiantes sobre las ciencias y su enseñanza en el colegio se aplicó la encuesta adaptada por Molina, Casas & Rivera (2017) de manera virtual. La población objetivo fueron las estudiantes de bachillerato de la IE en el año 2020, en total 1099 estudiantes. Al aplicar la encuesta se recibieron 663 respuestas (60,3%).

El formulario estuvo integrado por 45 ítems que se agruparon en 6 categorías: Aprendizaje de la ciencia en la escuela (ítem 1 a 6), autoconcepción de ciencias (ítem 6 a 12), trabajo práctico en ciencias (ítem 13 a 20), ciencia fuera de la escuela (ítem 21 a 26), futura participación en ciencia (ítem 27 a 31), importancia de la ciencia (ítem 32 a 37), pertenencia a la institución educativa (ítem 38 a 45). Para cada uno de los ítems las opciones de respuesta fueron: “Totalmente de acuerdo” (TA) al que se le asigna un valor de 5, “De acuerdo” (A) con un valor de 4, “Indiferente” (I) con un valor de 3, “En desacuerdo” (D) con un valor de 2 y “Totalmente en desacuerdo” (TD) con un valor de 1. Para establecer el puntaje de cada ítem se utilizó el promedio ponderado calculado mediante la siguiente formula:

$$Promedio\ ponderado\ (p.p) = \frac{(5 \cdot TA) + (4 \cdot A) + (3 \cdot I) + (2 \cdot D) + \ (1 \cdot TD)}{663}$$

Ecuación (2.1)

El puntaje para cada categoría se calculó como el promedio aritmético de los promedios ponderados de cada ítem, la confiabilidad interna de la encuesta se determinó a través del coeficiente de Cronbach. Los ítems usados en la encuesta se presentan en el Anexo B y los resultados en el Anexo C.

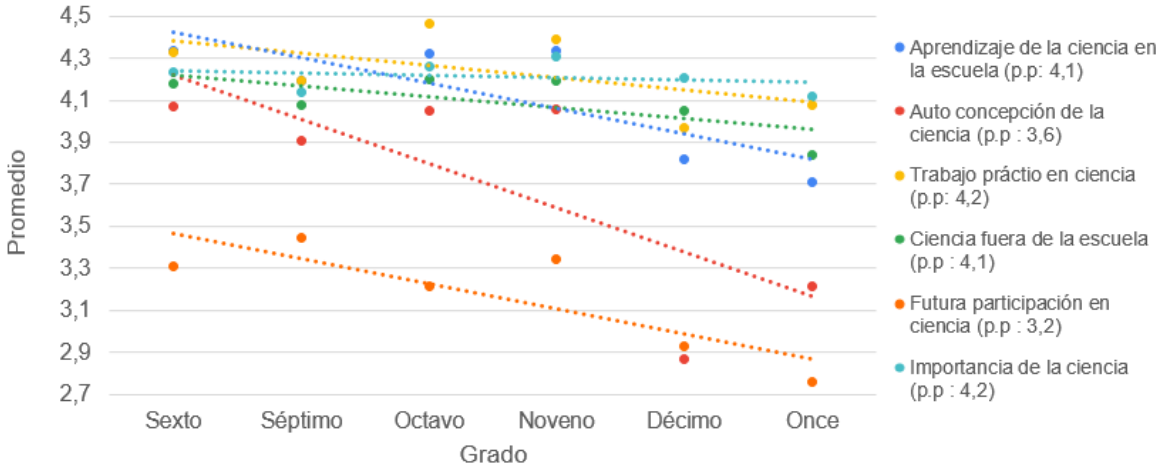
A nivel de ítems y categorías se encontró que los promedios ponderados más altos fueron para los ítems 1, 6 23, 32, 36, 39, 41, 43 lo que refleja que las estudiantes no solo encuentran las ciencias interesantes (ítems 1 y 6) sino que reconocen su importancia

(ítems 32 y 36). Así mismo se detectó el alto sentido de pertenencia que tienen por la I.E. (ítems 39, 41, 43), factor que influye en su desempeño académico (Molina, Casas, & Rivera, 2017). Por el contrario, los ítems con puntajes más bajos fueron 28, 29, 30, 31, todos pertenecientes a la categoría “futura participación en ciencias”.

Lo anterior permite inferir que en la población encuestada hay muy pocas vocaciones científicas, las estudiantes reconocen la relevancia de la ciencia, pero no la contemplan como proyecto de vida. Este fenómeno confirma la tendencia encontrada en trabajos anteriores. (Kind *et al* ,2017 y Molina *et al.,* 2017). Se destacan los resultados en las categorías “pertenencia a la institución” y “trabajo práctico” que tuvieron los mejores promedios aritméticos, este último hace alusión a uno de los tres factores clave en la enseñanza de las ciencias (Barmby, Jones, & Kind, 2008) y sugiere que la metodología ABPy es una opción viable para implementar en la I.E.

Al diferenciar los resultados por grados desde sexto hasta once, se observó una tendencia negativa en las actitudes hacia las ciencias en todas las categorías (Figura 2-8).

Figura 2-8: Tendencias encuesta actitudes frente a las ciencias estudiantes bachillerato.



Fuente: Propia

Esta tendencia es particularmente notoria en las categorías “autoconcepción de las ciencias” y “futura participación en ciencia”, indicativo de que las estudiantes perciben con

mayor frecuencia experiencias negativas frente a las ciencias cuando llegan a la educación media. Lo anterior es un factor que contribuye a que menos estudiantes contemplen la opción de seguir carreras STEM como futuro profesional (FECYT, 2015). Adicionalmente se observó que en la educación básica (sexto a noveno) la tendencia en las diferentes categorías no tiene mayores variaciones; contrario a lo que sucede en la transición a la educación media (décimo y undécimo). En este nivel, las estudiantes tienen edades alrededor de los 14 años y es el momento en la que se termina de definir la intención de continuar o no con carreras relacionadas con las ciencias (Archer & DeWitt, 2010) y (DeWitt, Archer, & Osborne, 2014). Así que este periodo es un momento crítico para hacer una intervención y poder persuadir a las estudiantes para que seleccionen carreras STEM

Sin embargo, es posible revertir esta tendencia ya que la intención de continuar con estudios superiores en carreras relacionadas con STEM depende de factores adicionales a las actitudes positivas o negativas que puedan mostrar los estudiantes frente a las ciencias (DeWitt, Archer, & Osborne, 2014) . Algunos de estos factores pueden ser intrínsecos de cada estudiante como el auto concepto y la autoeficacia en ciencias mientras que otros son extrínsecos como la percepción que tengan los padres, la valoración de los profesores o las expectativas de los compañeros. Finalmente están los factores estructurales como los asociados al género, la clase social o la etnia. (FECYT, 2015).

2.2 Principios del diseño

De acuerdo con los lineamientos de la UNESCO (OIE, 2017), la primera etapa en el diseño curricular es la definición del contexto en el cual se desarrolla el proceso de enseñanza – aprendizaje. Esta etapa ha sido presentada en el planteamiento del problema y se ha complementado en este capítulo con el diagnóstico. En este punto, se presenta la segunda parte del desarrollo curricular que corresponde a la definición de las políticas educativas (OIE, 2017).

De manera general se utilizan como políticas del currículo los objetivos de la educación media que están directamente relacionados con ciencias establecidos en la Ley General de Educación (Ley 115, 1994). De manera particular se incluyen en estas políticas algunos de los principios de la educación en ciencias que fueron descritos por un grupo de diez

expertos de educación en ciencias durante un seminario de la ASE (*The Association for Science Educatio*n) llevado a cabo en Purkwa Loch Lomond (Escocia) en 2009. (Bell, et al., 2010). El currículo que se propone en este trabajo busca:

- Profundizar en conocimientos avanzados de las ciencias naturales; (Ley 115, 1994).
- Incorporar la investigación al proceso cognoscitivo, tanto de laboratorio como de la realidad nacional, en sus aspectos natural, económico, político y social; (Ley 115, 1994)
- Despertar y mantener de manera sistemática en los estudiantes la curiosidad sobre el mundo, el disfrute de la actividad científica y la comprensión de cómo se pueden explicar los fenómenos naturales;
- Inculcar en los estudiantes la compresión de un grupo de “grandes ideas” sobre ciencias, grandes ideas acerca de las ciencias y su rol en la sociedad;
- Incentivar el crecimiento de aptitudes científicas con un enfoque vocacional y el deseo de seguir aprendiendo;
- Brindar las bases para que, en el futuro, cada egresado tome decisiones informadas y acciones apropiadas que afectan su propio bienestar, el de la sociedad y el del medio ambiente;
- Desarrollar competencias científicas relacionadas con recolección y uso de evidencia.

De acuerdo con el documento sobre grandes ideas de las ciencias (Bell, et al., 2010), para lograr los anteriores objetivos es necesario tener en cuenta las siguientes pautas a la hora de planear y desarrollar las actividades curriculares. Las actividades de la propuesta curricular se diseñarán usando estas recomendaciones:

- El progreso hacia las grandes ideas debe ser resultado de un estudio de los temas que sean interesantes y relevantes para la vida de los estudiantes;
- El conocimiento e indagación deben estar alineados con la educación y el pensamiento científico se debe reflejar en las experiencias de aprendizaje**;**
- Las actividades curriculares deben profundizar las grandes ideas incluyendo el fomento de competencias y actitudes;

- Para todos los objetivos se debe hacer evaluación formativa del aprendizaje y evaluación sumativa del progreso de cada estudiante.

2.2.1 Competencias

Uno de los principios relevantes en el diseño curricular es el desarrollo de competencias, un término que se menciona en repetidas ocasiones, pero que, en su calidad de constructo, no se ha llegado a definir completamente (NRC, 2012). En esta sección, se presentan diferentes aproximaciones a este constructo a fin de establecer una idea central útil para etapas posteriores en el diseño curricular. En la primera parte se presentan las denominadas competencias del siglo XXI en las que se ofrece una clasificación de las competencias. Posteriormente, el texto se enfoca en las competencias cognitivas para lo cual se presenta la taxonomía de Bloom la cual se usará como herramienta de análisis de las definiciones encontradas en los referentes curriculares como los EBC, IB y NGSS.

Competencias Del Siglo XXI

Existen diversas aproximaciones de las denominadas competencias del siglo XXI las cuales han sido desarrolladas desde diferentes contextos como el económico y el académico. Por ejemplo, con el ánimo de acercarse a la definición de competencia, instituciones como el Foro Económico Mundial (WEF por sus siglas en inglés) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) han propuesto diferentes categorías en las que las competencias se pueden agrupar. Esta distinción en categorías de las competencias está asociada con las diferencias que existen en cuanto a su delimitación, estudio y sobre todo evaluación (NRC, 2011).

Las tres categorías definidas por el WEF (2015) como primordiales en el siglo XXI son: Alfabetizaciones básicas, competencias propiamente dichas y cualidades en el carácter. Las alfabetizaciones básicas o fundamentales son aquellas necesarias para que los estudiantes puedan desarrollar con éxito tareas de la vida cotidiana. Dentro de este grupo están: alfabetización literaria, numérica, científica, en tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), financiera, cívica y cultural. El segundo grupo corresponde a las competencias propiamente dichas las cuales son requeridas por los estudiantes al momento de enfrentar desafíos complejos. Aquí están incluidas: resolución de problemas, pensamiento crítico, creatividad, comunicación y colaboración. Finalmente se encuentra el grupo de cualidades del carácter en el estudiante que le permiten aproximarse a un

ambiente en constante transformación. Este grupo está integrado por: la curiosidad, iniciativa, persistencia, adaptabilidad, liderazgo y conciencia social y cultural.

De manera complementaria, en el estudio realizado por Binkley: Erstad & Hermnan (2011) sobre definición de las competencias para el siglo XXI, estas se clasifican en cuatro categorías generales: En primer lugar, las formas de pensar donde se mencionan: creatividad / innovación, pensamiento crítico, resolución de problemas / toma de decisiones, aprendizaje continuo y metacognición En segundo lugar están las formas de trabajar: comunicación y colaboración. Alfabetización literaria y en TIC´s se encuentran en el tercer grupo denominado herramientas para trabajar y finalmente están las formas de vivir en el mundo donde se enumeran: ciudadanía global, vida / carrera y responsabilidad social.

No existe un consenso en cuanto a lo que instituciones económicas consideran como competencias deseables lo que genera presión, tanto en los estudiantes a nivel personal, como en los sistemas educativos, pues son estos los responsables de brindarles oportunidades de aprendizaje en las que estas se puedan desarrollar.

Desde el punto de vista académico instituciones como el NRC establece que una competencia es un articulado de conocimiento transferible tanto de contenido como procedimental (NRC, 2011). El conocimiento de contenido es el denominado disciplinar en un área específica mientras que el conocimiento procedimental responde a ¿cómo?, ¿cuándo? y en ¿dónde? se debe aplicar el conocimiento de contenido, es decir, son las habilidades. De esta manera las competencias se pueden definir como "… conocimientos que se pueden transferir o aplicar en nuevas situaciones" (p. 23).

La clasificación que presenta el NRC (2012) está relacionada con los dominios en los que se agrupan los órdenes en la taxonomía de Bloom: cognitivo, afectivo y psicomotor, es así que las competencias según NRC se clasifican en: cognitivas, interpersonales e intrapersonales.

En primer lugar, están las competencias cognitivas que son aquellas que involucran el pensamiento, razonamiento y la memoria. Dentro de este grupo están: resolución de problemas no rutinarios, pensamiento crítico y pensamiento sistémico. En segundo lugar,

se encuentran las interpersonales que son aquellas que permiten expresar información a otros y así mismo interpretar sus mensajes. En este grupo se mencionan: comunicación compleja, habilidades sociales, trabajo en equipo, sensibilidad cultural y aceptación de la diversidad. Finalmente, las competencias intrapersonales son aquellas que involucran las emociones y sentimientos, así como la habilidad de establecer y cumplir objetivos personales (NRC, 2011). Allí se enumeran la autogestión, manejo del tiempo, autonomía, autorregulación y adaptabilidad (NRC, 2012).

Debido a que varios de los enfoques de competencias abordados anteriormente tienen como referencia la taxonomía de Bloom, en el Anexo F, se hace una descripción de este marco referencial, así como un ejemplo de su uso para la categorización de metas de aprendizaje. Además de ser una herramienta de evaluación, en este trabajo la taxonomía de Bloom se usará como base para determinar el significado específico de los objetivos globales en los marcos curriculares analizados, así como un medio para determinar la congruencia entre objetivos, actividades y pruebas de la propuesta curricular. Así mismo, y de acuerdo con las dos dimensiones propuestas por Anderson (ver Anexo F) para las categorías de Bloom es posible analizar los objetivos de aprendizaje en todos los niveles curriculares: marcos de referencia, currículos propuestos o unidades didácticas.

Competencias en los EBC.

Según los EBC (MEN, 2006) una competencia es "…un saber hacer flexible que puede articularse en distintos contextos…" (p. 12). En otro apartado se define una competencia con base en la taxonomía de Bloom como "… conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, compresiones y disposiciones cognitivas, socio afectivas y psicomotoras apropiadamente relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible, eficaz y con sentido de una actividad en contextos relativamente nuevos y retadores" (p. 49). Se debe tener en cuenta que, aunque estos documentos presenten una definición global de lo que se entiende por competencia, estas no son transversales a todas las áreas. Así mismo en la evaluación de dichas competencias, realizada mediante las pruebas, Saber 11, no se incluye la totalidad, teniendo en cuenta que es un examen estandarizado.

Los EBC de Ciencias Naturales están organizados en tres grupos en los cuales se establece el desarrollo de acciones concretas de pensamiento y producción que harían a una persona competente en ciencias (MEN, 2006).

El primer grupo: “me aproximo al conocimiento como científico (a) natural”, son acciones que responden a ¿cómo usar y llegar al conocimiento?; estas se relacionan con el conocimiento procedimental (mencionado en una sección anterior). El segundo grupo: “manejo conocimientos propios de las ciencias naturales”, hace referencia al conocimiento disciplinario o de contenido por lo tanto está subdividido en las áreas principales de las ciencias que, según el MEN, son: el entorno vivo (procesos biológicos), entorno físico (procesos químicos y físicos) y entorno relacionado con la ciencia la tecnología y la sociedad (CTS) (En los EBC no se encuentran explicitas ciencias como la geología o la astronomía). Finalmente está el grupo “desarrollo de compromisos personales y sociales”, que ese puede relacionar con las habilidades intrapersonales definidas por el NRC (MEN, 2006).

Como se evidencia, los EBC integran a una amplia gama de competencias que deben desarrollar los estudiantes durante su paso por la educación primaria hasta la educación media, reafirmando el análisis hecho previamente. Sin embargo, el ICFES hace énfasis en la alfabetización científica, una de las alfabetizaciones básicas establecidas por el WEF. Además de conocer y manejar los conceptos y nociones de las ciencias naturales, según los EBC, una persona alfabetizada científicamente debe:

- **a.** Formular preguntas, plantear problemas y abordarlos rigurosamente
- **b.** Construir distintas opciones de solución a un problema o interpretar las posibles soluciones, y elegir, con criterio, la más adecuada
- **c.** Usar los conocimientos en una situación determinada de manera pertinente
- **d.** Trabajar en equipo, intercambiando conocimiento y puntos de vista
- **e.** Dar y recibir críticas constructivas
- **f.** Tomar decisiones asumiendo las posibles consecuencias (ICFES, 2019). (p.22).

Los anteriores enunciados son capacidades asociadas con la alfabetización científica como se muestra en la definición propuesta por la NAP (NAP, 1998) “… es el conocimiento y la comprensión de conceptos y procesos científicos necesarios para la toma de decisiones personales, la participación en asuntos cívicos y culturales y la productividad económica” (p.22). Sin embargo, como se mencionó antes, no todas estas capacidades son susceptibles de evaluación teniendo en cuenta la naturaleza de las pruebas Saber 11. Solo tres de estas capacidades se evalúan en la prueba de Ciencias Naturales estas son:

uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación. A su vez, estas se desagregan en evidencias (objetivos) y afirmaciones (aprendizajes) como se muestra en el Anexo G.

De acuerdo con el análisis realizado (ver Anexo G) se encontró que la mayoría de las afirmaciones corresponden a un tipo de conocimiento “Conceptual” (78%) y que los procesos cognitivos están centrados principalmente en el nivel 2. “Entender”. (33% de las afirmaciones en el nivel de conocimiento conceptual). Como se mostrará más adelante, comparativamente con otros marcos curriculares de referencia, los EBC están rezagados en cuanto al desarrollo de competencias de nivel superior.

Se encontró también que, de las tres competencias evaluadas por el ICFES, la competencia “Uso comprensivo del conocimiento científico” es la que tiene más aprendizajes en niveles de complejidad inferiores, por esta razón, las afirmaciones de esta competencia se actualizarán en la dimensión del proceso cognitivo usando como referencia las competencias de los NGSS (Ver numeral 1.3.2). La competencia indagación tiene mayor proporción en niveles superiores en las dos dimensiones

2.3 Grandes ideas en ciencias: Contenidos disciplinares

El siguiente paso en el diseño curricular según UNESCO (OIE, 2017) es la fijación de objetivos y resultados amplios de aprendizaje, es decir los estándares, las expectativas de lo que los estudiantes deben saber y saber hacer al finalizar un grado o ciclo. Dado que la presente propuesta es de carácter interdisciplinar, como base para la orientación de los aprendizajes y competencias se tendrán en cuenta las denominadas “grandes ideas de las ciencias”. Al igual que los principios mencionados anteriormente, estas grandes ideas en ciencias fueron formuladas en el congreso de la ASE.

Se considera importante en este punto establecer algunas de las razones que se tuvieron en cuenta a la hora de proponer como marco para los contenidos disciplinares las denominadas “grandes ideas de las ciencias”. En primer lugar, existe una falta de interés de los estudiantes hacia las ciencias lo que puede contribuir a los siguientes hechos: bajo rendimiento académico, desempeño por debajo del promedio con otras áreas en pruebas externas y un reducido porcentaje de estudiantes manifiestan deseo de continuar con

estudios relacionados con las ciencias. Una posible causa de este fenómeno es que en el proceso de formación se evidencia una relación directa entre las actividades científicas y el mundo real, las estudiantes ven las ciencias como hechos desconectados que se deben aprender para pasar exámenes.

En segundo lugar y aunque el currículo en ciencias es obligatorio a nivel de secundaria, se presenta que estas asignaturas se perciben como algo útil solo para aquellos que van a continuar estudios en ciencias y no se les atribuye relevancia en la vida cotidiana. Algunos estudiantes pasan por el colegio sin ser conscientes que la compresión de las ideas científicas les permitirá entender los fenómenos del mundo y tomar decisiones informadas como ciudadanos de la llamada sociedad del conocimiento.

Otra dificultad importante es la dicotomía en la enseñanza de las ciencias en los niveles de primaria y bachillerato. En primaria, los profesores se aseguran de que los temas sean interesantes para los estudiantes y que las experiencias estén relacionadas con objetos cotidianos así que los estudiantes lo encuentran relevante. Sin embargo, el problema a este nivel es la utilidad futura de estas primeras experiencias con las ciencias. De otra parte, en el bachillerato se enseñan conceptos generales que, aunque mucho más útiles, son más abstractos para los estudiantes lo que trae como consecuencia que no les encuentren relevancia.

Según Bell (2010), una posible solución a estas problemáticas es estructurar el proceso de aprendizaje de las ciencias sobre la base de apropiación de ideas clave que les permitan a los estudiantes comprender eventos y fenómenos relevantes. Estas ideas clave reciben el nombre de “Grandes ideas”. Con esto se transforma la manera de enseñar las ciencias, como se ha venido haciendo, con base en hechos y teorías que conlleva a resultados pocos satisfactorios. A continuación, se describen estas grandes ideas de ciencias:

Todo el material en el universo está hecho de partículas muy pequeñas.

Los átomos son los componentes básicos de todos los materiales, vivos y no vivos. El comportamiento de los átomos explica las propiedades de los diferentes materiales. Las reacciones químicas implican el reordenamiento de átomos en sustancias para formar nuevas sustancias. Cada átomo tiene un núcleo que contiene neutrones y protones, rodeado de electrones. Las cargas eléctricas opuestas de protones y

electrones se atraen entre sí, lo que mantiene unidos a los átomos y explica la formación de algunos compuestos. (Bell, et al., 2010)

Los objetos pueden afectar a otros a determinada distancia.

Algunos objetos tienen un efecto sobre otros a distancia. En algunos casos, como la luz, el efecto se produce a través de la radiación que viaja desde la fuente hasta el receptor. En otros casos, la acción a distancia se explica en términos de la existencia de un campo de fuerza entre objetos, como un campo magnético o el campo gravitatorio universal. (Bell, et al., 2010)

Cambiar el movimiento de un objeto requiere que una fuerza neta actúe sobre él

Los objetos cambian su velocidad de movimiento solo si hay una fuerza neta actuando sobre ellos. La gravedad es una fuerza universal de atracción entre todos los objetos, sin importar qué tan grandes o pequeños sean, que mantiene a los planetas en órbita alrededor del Sol y hace que los objetos terrestres caigan hacia el centro de la Tierra. (Bell, et al., 2010)

La cantidad total de energía en el universo es siempre la misma pero la energía puede transformarse cuando las cosas cambian o se hace que ocurran

Muchos procesos o eventos involucran cambios y requieren energía para que sucedan. La energía se puede transferir de un cuerpo a otro de varias maneras. En estos procesos, algo de energía se transforma a una forma que es menos fácil de usar. La energía no puede crearse o destruirse. Por ejemplo, la energía obtenida de combustibles fósiles ya no está disponible en una forma conveniente para su uso. (Bell, et al., 2010)

La composición de la tierra y de su atmósfera y los procesos que ocurren en ellos dan forma a la superficie de la tierra y a su clima

La radiación del Sol calienta la superficie de la tierra y provoca corrientes de convección en el aire y los océanos, creando climas. Bajo la superficie, el calor del interior de la Tierra provoca movimientos en la roca fundida. La superficie sólida cambia constantemente a través de la formación y erosión de la roca. (Bell, et al., 2010)

Nuestro sistema solar es una parte muy pequeña de los millones de galaxias en el universo

Nuestro Sol, ocho planetas y otros objetos más pequeños que lo orbitan conforman el sistema solar. El día, la noche y las estaciones se explican por la orientación y rotación de la Tierra a medida que se mueve alrededor del Sol. El sistema solar es parte de una galaxia de estrellas, uno de los muchos millones en el universo, separadas por enormes distancias, muchas de las estrellas tienen planetas. (Bell, et al., 2010)

Los organismos se organizan en una base celular

Todos los organismos están constituidos por una o más células. Organismos multicelulares tienen células que se diferencian de acuerdo con su función. Todas las funciones básicas de la vida son el resultado de lo que sucede dentro de las células que componen al organismo. El crecimiento es el resultado de múltiples divisiones celulares. (Bell, et al., 2010)

Los organismos requieren un suministro de energía y materia para los que a menudo dependen o compiten con otros organismos

Los alimentos proporcionan materia y energía para que los organismos lleven a cabo las funciones básicas de la vida y crezcan. Algunas plantas y bacterias pueden usar la energía del sol para generar moléculas complejas de alimentos. Los animales obtienen energía al descomponer moléculas complejas de alimentos y, en última instancia, dependen de las plantas verdes para obtener energía. En cualquier ecosistema existe competencia entre especies por la energía y la materia que necesitan para vivir y reproducirse. (Bell, et al., 2010)

La información genética se transmite de una generación de organismos a otra

La información genética en una célula se encuentra en el ADN químico en forma de un código de cuatro letras. Los genes determinan el desarrollo y la estructura de los organismos. En la reproducción asexual, todos los genes de la descendencia provienen del progenitor. En la reproducción sexual, la mitad de los genes provienen de cada progenitor. (Bell, et al., 2010)

La diversidad de organismos, vivos y extintos es el resultado de la evolución

Toda la vida actual desciende de un ancestro común universal unicelular simple. A lo

largo de innumerables generaciones los cambios se derivaron de la diversidad natural dentro de las especias lo que hace posible la selección de aquellos individuos más aptos para sobrevivir bajo ciertas condiciones. Los organismos que no pueden responder adecuadamente a los cambios en su entorno se extinguen. (Bell, et al., 2010)

Las siguiente cuatro ideas son las denominadas ideas sobre las ciencias:

En ciencias se asume que para cada efecto siempre hay una o más causas.
Ciencia es una búsqueda para explicar y entender los fenómenos del mundo natural en términos de las causas. Las explicaciones propuestas se deben basar en evidencia fundamentada, en observaciones y experimentos. No existe un único método científico para generar y probar explicaciones científicas. (Bell, et al., 2010)

Las explicaciones, teorías y modelos científicos son aquellos que mejor se ajustan a los hechos conocidos en un momento particular.
Una teoría o modelo científico que representa relaciones entre variables o componentes de un sistema debe ser congruente con las observaciones disponibles en el momento y dar lugar a predicciones que se puedan comprobar. Cualquier modelo o teoría es provisional y objeto de revisión a la luz de nuevos datos incluso si permitió realizar predicciones de acuerdo con los datos en el pasado. Cada modelo tiene fortalezas y debilidades teniendo en cuenta las observaciones. (Bell, et al., 2010)

El conocimiento producido por la ciencia se usa en algunas tecnologías para crear productos que son útiles a los fines humanos
El uso de ideas científicas en tecnologías ha causado grandes cambios en las actividades humanas. El avance tecnológico permite mayor actividad científica, a cambio se aumenta el entendimiento, lo que satisface la curiosidad humana sobre el mundo natural. En algunas áreas de la actividad humanan la tecnología está más avanzada que la ciencia, pero en otras las ideas científicas preceden a la tecnología. (Bell, et al., 2010)

La aplicación de las ciencias frecuentemente tiene implicaciones éticas, sociales, económicas y políticas.

> El uso de conocimiento científico en dispositivos tecnológicos hace posible muchas innovaciones. Si algunas aplicaciones de la ciencia son deseables o no es algo que la ciencia en sí misma no puede controlar. Se necesitan juicios éticos y morales además de consideraciones como la seguridad humana y los impactos sobre las personas y el ambiente. (Bell, et al., 2010)

Se debe mencionar que estas ideas corresponden en cierta medida algunas de las denominadas leyes de la naturaleza (Suarez, 2020). Están incluidas dentro de las ideas mencionadas apartes de la Teoría cinético molecular de la materia, la mecánica clásica (leyes de Newton), la teoría cuántica, la teoría de la relatividad, y algunos conceptos relacionados con la termodinámica estadifica, electrodinámica clásica y cuántica (óptica y electromagnetismo) (Suarez, 2020). Otros conceptos implícitos en este grupo de ideas desde el punto de vista biológico son la teoría celular, el dogma central de la biología molecular y la teoría de la evolución. Por último, se incluyen nociones de astronomía y geología.

Aunque las ideas están presentadas de una manera sencilla, es claro que para el nivel de educación media se deben profundizar e incluso actualizar. Por ejemplo, hoy en día se sabe de la existencia de las denominadas materia y energía oscuras que no corresponden a materia bariónica y cuya estructura y composición aún se desconoce (Suarez, 2020). También se debe aclarar que el currículo planteado no pretende abordar todas las ideas de las ciencias sino aquellas que sean más relevantes para los conceptos dentro del alcance de educación media.

En trabajos posteriores (McLeod, 2018) (Gibney, 2018) y (Tracy, 2018) se transforman las grandes ideas para formular grandes preguntas que sirven como selectores de contenidos dentro del marco curricular. A continuación, se relacionan algunas de estas grandes preguntas con las grandes ideas.

Tabla 2-4: Relación grandes preguntas con grandes ideas en ciencias (McLeod, 2018) (Gibney, 2018) y (Tracy, 2018)

GRANDES IDEAS DE LAS CIENCIAS	GRANDES PREGUNTAS
Los organismos se organizan en una base celular	¿Qué son los organismos y de qué están hechos?

GRANDES IDEAS DE LAS CIENCIAS	GRANDES PREGUNTAS
	¿Cómo los organismos crecen y se reproducen?
	¿Cómo los organismos permanecen saludables?
Los organismos requieren un suministro de energía y materia para los que a menudo dependen o compiten con otros organismos	¿Qué son los organismos y de qué están hechos? ¿Cómo los organismos viven juntos?
La información genética se transmite de una generación de organismos a otra	¿Cómo los organismos crecen y se reproducen?
La diversidad de organismos, vivos y extintos es el resultado de la evolución	¿Por qué los organismos son tan diferentes?
Todo el material en el universo está hecho de partículas muy pequeñas.	¿De qué están hechas las cosas? ¿Cómo descubrimos de qué están hechas las cosas? ¿Cómo explicamos la manera en la que las sustancias/entidades se comportan? ¿Cómo las sustancias se pueden fabricar y cambiar?
Los objetos pueden afectar a otros a determinada distancia	¿Cómo explicamos la manera en la que las sustancias/entidades se comportan?
Cambiar el movimiento de un objeto requiere que una fuerza neta actúe sobre él	¿Cómo explicamos la manera en la que las sustancias/entidades se comportan?
La cantidad total de energía en el universo es siempre la misma pero la energía puede transformarse cuando las cosas cambian o se hace que ocurran	¿Cómo explicamos la manera en la que las sustancias/entidades se comportan?
La composición de la tierra y de su atmósfera y los procesos que ocurren en ellos dan forma a la superficie de la tierra y a su clima	-
Nuestro sistema solar es una parte muy pequeña de los millones de galaxias en el universo	-

2.4 Fijación de objetivos y metas

La visión del currículo se definió en la sección anterior mediante la presentación de los principios del diseño curricular, así mismo se establecieron las competencias que se buscan desarrollar y fortalecer en los estudiantes. El siguiente paso, según la UNESCO (OIE, 2017) es la definición de los objetivos de lo que se está aprendiendo, es decir, los estándares, las expectativas de lo que el estudiante debe saber y saber hacer el finalizar el ciclo de estudios.

El análisis al que fueron sometidas las competencias evaluadas por el ICFES (ver Anexo G), se realizó también para los EBC usando como referencia la taxonomía de Bloom (Bloom, Engelhart , & Furst, 1956). Como paso previo, se realizó una codificación de los EBC de acuerdo con el componente (Biológico, químico y físico) y una subclasificación de

componentes que se muestra en el Anexo E. Los resultados del análisis de los EBC se muestran en el Anexo H.

De manera congruente con el análisis de las competencias evaluadas por el ICFES, se obtuvo que la mayoría de los EBC (72%) se encuentran en la dimensión del conocimiento “Conceptual” y en la dimensión del proceso cognitivo “Entender”. Esta cifra representaría el bajo nivel de complejidad exigido en los EBC, es decir que lo que se espera que los estudiantes sepan y sepan tiene un nivel de exigencia bajo. Solo uno de los 47 EBC para educación media tiene un nivel de conocimiento alto, es decir conocimiento “Procedimental” y proceso cognitivo “Evaluar”.

Con el ánimo que en la propuesta curricular se lleguen a niveles superiores de complejidad en las expectativas de lo que el estudiante debe saber y saber hacer, se tomaron como referencia los NGSS para el nivel de High School (HS). Se realizó una comparación entre los dos conjuntos de estándares para encontrar la equivalencia entre ellos. Los resultados se muestran en el Anexo H.

De acuerdo con la comparación hecha, se encontró una relación de uno a uno entre los EBC y los NGSS, en otras palabras, un estándar nacional es cubierto por un único estándar internacional lo que refleja una buena coherencia entre ambos marcos. Sin embargo, la principal diferencia radica en el nivel de profundidad en conocimiento y el nivel de complejidad de competencia que se exige al estudiante para alcanzar el estándar internacional. Lo anterior podría ser explicado en la medida en que los EBC fueron publicados mucho antes que los NGSS, por esta razón están desactualizados sobre todo en términos de uso de tecnologías de la información aplicado a la educación en ciencias.

También se encontró que, en ocho casos, un NGSS cubre más de un EBC y en otros dos casos, los EBC no son equivalentes a ningún NGSS. Esto se da sobre todo en el componente biológico en el que se incorporan elementos de los procesos químicos y físicos. Los siguientes EBC componen este grupo: “Identifico y explico ejemplos del modelo de mecánica de fluidos en los seres vivos” o “Explico el funcionamiento de neuronas a partir de modelos químicos y eléctricos”. Son precisamente estos EBC transversales sobre los que se pondrá mayor énfasis en la presente propuesta curricular.

Así mismo y a pesar de la coherencia vertical de los EBC, contenidos clave como ondas, estructura del ADN y estados de la materia, que corresponden al ciclo de grados 8 y 9, también se incluyeron en el análisis. Lo anterior a razón de que se encontró que, a diferencia de los EBC, los DBA si presentan estos contenidos para educación media (MEN, 2010). Además, al revisar los estándares internacionales, tanto en los NGSS (NGSS, 2021) como en los referentes IBO (IBO, 2016), se corroboró la correspondencia de estos contenidos para este nivel.

Finalmente, se debe resaltar que solo el 59% de los NGSS de las áreas de Ciencias de la vida y Ciencias físicas tuvieron correspondencia con los EBC. Por ejemplo, para el área de Ciencias de la Tierra y el Espacio" no se encontró equivalencia directa entre los dos marcos de referencia. Para el caso de los CTS se estableció que se pueden usar tres de los cuatro estándares de la asignatura Diseño e Ingeniería.

También en el Anexo H se hizo el análisis de los NGSS respecto a la taxonomía de Bloom, se determinó que de los 27 NGSS seleccionados, el 59% pertenece al nivel de conocimiento "Procedimental" que es superior al nivel "Conceptual", dominante en los EBC. Así mismo, en cuanto a la dimensión del proceso cognitivo, se encontró que la mayoría (63%) de los NGSS se encuentra en el nivel de complejidad "Aplicar" y "Evaluar" que son niveles que requieren mayor destreza que el nivel "Entender" preponderante den los EBC. Con el anterior análisis se llega a la conclusión que usar el estándar internacional como referente de lo que se espera que los estudiantes sepan y sepan hacer en la línea de énfasis en ciencias representará una mejora en el proceso educativo de educación media.

Se debe mencionar que, en la propuesta curricular no se cubren todos los estándares descritos, solo aquellos que cumplan más con la intencionalidad de la línea de énfasis de generar vocaciones científicas hacia áreas de ciencias de la salud.

2.5 Componentes curriculares y organización de tiempos

En esta sección se presentarán los contenidos disciplinares de la propuesta curricular la cual está enmarcada en tres referentes: EBC, IB y NGSS. Como punto de partida para definir los contenidos se realizó una comparación de las áreas disciplinares en las cuales están organizados los tres marcos que se muestra a continuación:

Tabla 2-5: Comparación áreas disciplinares EBC, IB, NGSS.

EBC	IB	NGSS
Entorno vivo	Biología	Ciencias de la vida
Entorno físico	Química	Ciencias Físicas
	Física	
		Ciencias de la tierra y el espacio
Ciencia, tecnología y sociedad	Sistemas ambientales y sociedades	
	Informática	Tecnología y aplicaciones de las ciencias
	Tecnología del diseño	
	Ciencias del deporte, el ejercicio y la salud	

El primer punto por notar es que la única área en la que coinciden los tres referentes es biología cuyos contenidos se usarán como eje central de la propuesta, así mismo, en los referentes internacionales (IB y NGSS) hay mayor número de áreas disciplinares. Aunque los referentes están organizados en áreas curriculares, la propuesta está orientada hacia la interdisciplinariedad y al desarrollo de competencias, por esta razón los módulos curriculares de la línea de énfasis están enfocados en el desarrollo, a mayor profundidad, de las tres competencias que se evalúan en el ICFES: Uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación.

Tomando como base lo anterior, la línea de énfasis estará integrada por los siguientes tres módulos:

Figura 2-9: Módulos curriculares línea de énfasis.

Fuente: Propia

A continuación, se describen cada uno de los módulos de la línea de énfasis en ciencias

- **Laboratorio**

Este módulo teórico-práctico tendrá una intensidad horaria de 3 horas/semana (30 horas /periodo académico). Busca desarrollar la competencia del uso comprensivo del conocimiento científico a través de la apropiación de las grandes ideas de las ciencias y su conexión con el mundo real. Para lograrlo se usará el modelo IBL, un modelo pedagógico centrado en el estudiante en el que el aprendizaje ocurre en varias etapas (Harlen, 2015). En este modelo, inicialmente, el papel del docente es ayudar a los estudiantes a desarrollar las competencias necesarias para recolectar evidencias con las que se comprueben ideas y se respondan preguntas a través de la indagación. Por su parte, los estudiantes tienen la oportunidad de plantear preguntas mediante la observación y exploración directa de fenómenos lo que lleva a la construcción de ideas más grandes y útiles. (Harlen, 2015).

Una vez los estudiantes forman nuevas ideas a partir de la indagación realizada en la clase, el docente debe hacer evidente la conexión entre estas nuevas ideas con eventos cotidianos y con experiencias e ideas previas. Posteriormente se debe dar espacios para que los estudiantes reflexionen sobre la manera en que sus ideas cambiaron a partir de la recolección y el uso de evidencia. Finalmente, el docente ayuda a los estudiantes a reconocer que las afirmaciones de ciencias no son opiniones y deben estar soportadas en evidencia válida y conocimiento científico y que estas pueden cambiar, si se encuentra nueva evidencia. (Harlen, 2015).

En otras palabras, el modelo IBL es un modelo de aprendizaje organizado en diferentes etapas de indagación que forman un ciclo (Pedaste , et al. , 2015). Existen diferentes versiones del denominado ciclo de indagación. Según Pedaste, et al. (2015) estas etapas son: orientación, conceptualización, investigación y conclusión, y a medida que se desarrolla el proceso, ocurre de manera simultánea la discusión. Un ciclo más simplificado consiste en tres etapas de indagación: motivación, construcción, mejoramiento (Dzeraldas, 2017). Al llevar este ciclo a la práctica se creó la estrategia 5E que consiste en cinco procesos secuenciales de aprendizaje: Enganchar, Explorar, Explicar, Elaborar y Evaluar. Entre otras ventajas, el modelo 5E ofrece al estudiante la posibilidad de adquirir conceptos y principios a partir de experimentos o experiencias de ciencias lo que resulta, no solo en construcción de conocimiento, sino en desarrollo

de competencias cognitivas como razonamiento crítico y resolución de problemas (Dzeraldas, 2017). Esta estrategia fue la seleccionada para usar en este módulo del currículo.

El proceso de indagación inicia con el “enganche que busca generar interés en el estudiante sobre el contenido a tratar. (Bastida, 2018). En esta etapa el docente plantea al estudiante una experiencia o situación problemática nueva frente a la que este debe proponer una predicción, tanto a nivel individual como grupal, de lo que sucederá. En esta etapa el estudiante comunica sus ideas previas dentro de un entorno de aprendizaje activo (Harlen, 2015)

En la siguiente etapa, el estudiante explora diferentes recursos (simuladores, bases de datos, modelos etc) a través de los cuales llegará a una o más soluciones que contribuyan a dar explicación a la situación planteada en el enganche. De manera simultánea el docente retroalimenta y orienta. (Bastida, 2018)

La o las posibles soluciones obtenidas en la etapa de exploración deben ser probadas en la etapa de explicación, en este caso se invita al estudiante a hacer una reflexión para explicar el fenómeno ocurrido, basándose en conceptos científicos y en la evidencia mientras el docente hace las aclaraciones pertinentes, retroalimenta y propone otras posibles soluciones. (Harlen, 2015)

En la etapa de elaboración, el estudiante debe recolectar nueva evidencia para validar la explicación dada al fenómeno en la etapa anterior. Esto se logra a través del desarrollo de una práctica investigativa que involucra recolectar e interpretar datos primarios (obtenidos de instrumentos de laboratorio, cuestionarios, encuestas, etc) o secundarios (bases de datos, artículos científicos, recursos virtuales, etc). (Harlen, 2015). La etapa de evaluación se mostrará en una sección posterior.

Al final del proceso de indagación, las ideas que explican los fenómenos sobre el mundo se hacen más grandes en la medida en que la nueva evidencia soporte la explicación planteada. En el caso contrario, la experiencia ayuda a refinar las ideas previas de los estudiantes y se tendrá que analizar una nueva explicación. (Harlen, 2015)

- **Diseño, Ingeniería y Tecnología**

En este módulo práctico, la competencia que se busca desarrollar es la explicación de fenómenos y tendrá una intensidad horaria de 2 horas/semana (20 horas por periodo). En este caso se implementará el modelo pedagógico ABPy, otra forma del IBL (Kai Wah Chu, Reynolds, Tavares, Notari, & Wing Yi Lee, 2017).

Como referencia para la estructuración del módulo se usarán las pautas establecidas en la actividad del DP de IB denominada Proyecto Grupo 4 (IBO, 2015) y los NGSS (2021) para el componente *Engineering Design.* En este nivel se espera que los estudiantes, organizados en equipos de trabajo, desarrollen una solución que permita demostrar o comprobar uno o varios conceptos científicos interdisciplinarios que involucren la ciencia, la tecnología, el medio ambiente y la sociedad (NGSS, 2021). Dentro de las posibilidades de solución están prototipos, modelos, montajes o simulaciones.

De manera general las etapas en el desarrollo del proyecto son: planificación, acción y evaluación de resultados. Durante la planificación los estudiantes hacen la selección de una gran idea de la ciencia (abordada en el módulo de laboratorio) y deciden específicamente el concepto científico sobre el que quieren trabajar. Así mismo se defienden con claridad las actividades a ejecutar en las etapas posteriores. En la etapa de acción, de manera colaborativa, los equipos de trabajo deben ejecutar todos los pasos del ciclo del diseño en ingeniería (ver numeral 1.1.3) para encontrar y desarrollar la solución requerida. Estos son: estudiar y recolectar información sobre el concepto, plantear posibles soluciones, diseñar el modelo respetando restricciones y especificaciones, hacer pruebas, seleccionar la mejor solución, optimizar el modelo y rediseñar en caso de ser necesario. Finalmente se hace la evaluación de resultados, etapa en la que los estudiantes deben hacer la socialización a la comunidad educativa de aciertos y dificultades durante el proceso en un formato de feria de ciencia.

En este módulo los estudiantes estarán expuestos a problemas propios de la construcción del conocimiento científico como la falta de recursos y la dificultad de acceso a datos adecuados (IBO, 2015). La superación de estas limitaciones induce a que los estudiantes desarrollen habilidades propias del quehacer científico mientras

aplican y llevan a la realidad conceptos teóricos clave para comprender diversidad de fenómenos. Las mejores soluciones elaboradas por los estudiantes serán usadas como recurso pedagógico a fin de introducir estos conceptos a estudiantes de otras modalidades y de cursos de ciencias de educación media.

- **Investigación**

El objetivo de este módulo es desarrollar la competencia de indagación, es por esto que, la estructuración del módulo se basó en la actividad del DP de IB denominada Monografía. (IBO, 2018). Con una intensidad horaria de 2 horas semanales (20 horas por periodo académico), el objetivo principal en este módulo es que, de manera individual, los estudiantes lleven a cabo un ejercicio de investigación. El punto de partida consiste en la selección del tema sobre el cual quieren profundizar que debe estar relacionado con una o varias de las grandes ideas de las ciencias y con los conceptos científicos abordados en los módulos de Laboratorio y Diseño, Ingeniería y Tecnología. Así mismo la temática debe estar enmarcada dentro uno de los desafíos globales actuales, por ejemplo, los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) (ONU, 2021).

Bajo supervisión constante del tutor, el estudiante recibirá orientación en sesiones planeadas sobre las diferentes etapas del proceso investigativo desde la definición del problema, alcance de la investigación, el planteamiento de la pregunta de investigación, la redacción y la probidad académica. (IBO, 2018)

La problemática para investigar deberá ser de carácter interdisciplinario y se deberá abordar desde los diferentes enfoques (biológico, químico y físico), aunque existe la posibilidad de hacer investigaciones centradas en una sola asignatura (IBO, 2018). Así mismo es importante que antes de definir el alcance y el enfoque de la investigación, se verifique que no se incurrirá en faltas en cuento a los aspectos éticos, de seguridad y confidencialidad. (IBO, 2018)

Durante el proceso investigativo el estudiante deberá analizar datos tanto cualitativos como cuantitativos de diferentes fuentes (experimentos, encuestas o estudios, observaciones, trabajo de campo, etc) para comprender de qué forma esta

problemática está relacionada con su contexto inmediato (IBO, 2018). Estos datos deberán ser analizados de forma adecuada usando métodos estadísticos pertinentes (de ser necesarios). El proceso debe quedar registrado en un formato de monografía, un documento bien estructurado, coherente, lógico que deberá cumplir con criterios específicos de calidad académica y que estará bajo constate revisión por parte del tutor en diferentes sesiones de reflexión y análisis.

Es importante que el estudiante sea consciente de que el enfoque de la investigación puede cambiar en más de una ocasión como resultado de las dificultades que se presentaran tales como el acceso a la información, la ausencia de conocimiento técnicos específicos en un área determinada, la posible falta de equipos e insumos especializados, el tiempo y el alcance de la investigación.

Los elementos y temas específicos se definen en su mayoría durante la aplicación en el aula.

2.6 Organización curricular de la línea de énfasis

La organización de la línea se hizo por unidades didácticas para cada módulo y periodo en los grados 10 y 11.

ASIGNATURA	**LABORATORIO**	GRADO	**10**
OBJETIVOS - Caracterizar fenómenos naturales basándose en principios y conceptos científicos - Desarrollar competencias científicas en los estudiantes - Integrar el uso de la tecnología en la obtención, análisis e interpretación de datos en el desarrollo de prácticas de laboratorio - Incentivar vocaciones científicas			

PERIODO	I	
IDEA CENTRAL	Todo el material del universo está hecho de partículas muy pequeñas.	
PREGUNTA	¿Por qué algunas personas de clima cálido tienen dificultades para respirar en clima frio?	
TEMA	Teoría cinético molecular en gases	
APRENDIZAJE	COMPETENCIAS	ESTÁNDARES
Uso comprensivo del conocimiento científico	- Hacer preguntas - Utilizar modelos - Utilizar matemáticas y pensamiento computacional - Planear y hacer investigaciones - Analizar e interpretar datos - Construir explicaciones - Obtener y evaluar información	Planificar y llevar a cabo una investigación para reunir pruebas que permitan comparar la estructura de las sustancias a gran escala e inferir la intensidad de las fuerzas eléctricas entre las partículas Utilizar representaciones matemáticas para apoyar la afirmación de que el momento total de un sistema de objetos es conservado cuando no hay fuerza neta en el sistema. Desarrollar y usar un modelo para ilustrar la organización jerárquica de los sistemas que interactúan y ejecutan funciones específicas en organismos multicelulares

LOGROS		
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Fundamentará conceptos de la teoría cinético molecular en gases mediante la comprobación de una de las leyes de los gases (i.e. Boyle) - Analizará el comportamiento del aire como gas ideal a través del proceso de respiración humana - Usará las matemáticas para predecir el comportamiento de un gas y con base en ellos evaluará los resultados experimentales - Aplicará bases de la ley de Raoult, Fick y Henry en el proceso del intercambio de gases en la respiración	-Experimentará mediante el uso de sensores, instrumentos de medida y material real -Obtendrá e interpretará datos mediante el estudio de la relación entre dos o más variables - Evaluará datos experimentales a través de realización y análisis de gráficas - Predecirá el comportamiento de un gas a partir de datos y ecuaciones matemáticas	Patrones Causa – Efecto Escala, proporciones, cantidades

EJES TEMÁTICOS	PRÁCTICAS SUGERIDAS VERNIER ®
- Conservación del momento: masa, velocidad - Leyes de los gases: ideal, real, presiones parciales - Presión: atmosférica, absoluta, parcial, manométrica, de vapor - Intercambio de gases: ecuación barométrica, presión alveolar, cociente respiratorio, Ley de Raoult. - - Difusión: Gradiente de concentración, ley de Fick, curvas de disociación, efecto Bohr, quimiorreceptores.	- Control de la respiración Humana - Ley de Boyle - Enfermedades respiratorias (investigación)

PERIODO	II	
IDEAS CENTRALES	Los organismos se organizan en una base celular. La información genética se transmite de una generación de organismos a otra	
PREGUNTA	¿Cuál es la diferencia entre personas intolerantes a la lactosa a las que no los son?	
TEMA	Biología Molecular	
APRENDIZAJE	COMPETENCIAS	ESTÁNDARES
Uso comprensivo del conocimiento científico	Hacer preguntas Desarrollar modelos Analizar e interpretar datos Construir explicaciones Obtener, evaluar y comunicar información	Construir y revisar una explicación basada en evidencia de como el carbono, hidrógeno y oxígeno de moléculas de azúcar se combinan con otros elementos para formar aminoácidos y otras grandes moléculas basadas en carbono Construir una explicación basada en la evidencia de cómo la estructura del ADN determina la estructura de las proteínas que llevan a cabo las funciones esenciales de la vida a través de sistemas de células especializadas. Desarrollar y usar un modelo para ilustrar la organización jerárquica de los sistemas que interactúan y ejecutan funciones específicas en organismos multicelulares

LOGROS		
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Diferenciará entre distintos tipos de moléculas orgánicas mediante reconocimiento de grupos funcionales - Seleccionará biomoléculas basándose en función y/o enfermedades relacionadas (i.e lípidos) mediante uso de software - Seleccionará las condiciones óptimas de velocidad de reacción en la actividad catalizadora de una enzima (i.e. catalasa) mediante experimentación - Analizará la función de las enzimas en el dogma central de la biología molecular y sus variaciones	- Usará representaciones y modelos para clasificar los distintos tipos de moléculas orgánicas (biomoléculas) - Obtendrá datos experimentales a partir del uso de sensores, instrumentos de medida y material real -Analizará e interpretará datos mediante el estudio de la relación entre dos o más variables	Causa – Efecto Estructura y función Sistemas y modelos de sistemas

EJES TEMÁTICOS	PRÁCTICAS SUGERIDAS VERNIER ®
- Química orgánica: hidrocarburos, grupos funcionales (fosfato) - Biomoléculas: Glúcidos (formación, tipos, pentosas), lípidos (reacción, tipos, almacenamiento de energía), proteínas (enlace peptídico, tipos de aminoácidos, polipéptidos, proteoma), ácidos nucleicos (nucleótidos, puentes de hidrógeno, datos de Chargaff) - Cinética química (velocidad de reacción, catalizadores, energía) - Dogma central de la biología Molecular (helicasa, ADN polimerasa, ARNm, ARNt, codones/anticodones)	- Acción Enzimática de la Catalasa - Obtención de ADN de material vegetal (i.e. fresa) - Intolerancia a la lactosa (investigación).

PERIODO	III	
IDEA CENTRAL	La cantidad total de energía en el universo es siempre la misma pero la energía puede transformarse cuando las cosas cambian o se hace que ocurran.	
PREGUNTA	¿Por qué sudamos cuando hacemos ejercicio, tenemos fiebre o nos ponemos nerviosos?	
TEMA	Termorregulación	
APRENDIZAJE	COMPETENCIAS	ESTÁNDARES
Uso comprensivo del conocimiento científico	Hacer preguntas Desarrollar modelos Analizar e interpretar datos Utilizar matemáticas y pensamiento computacional Planear y hacer investigaciones Construir explicaciones Obtener, evaluar y comunicar información	- Planear y construir una investigación que proponga evidencias de que mecanismos de retroalimentación mantienen la homeóstasis - Planificar y llevar a cabo una investigación para proporcionar pruebas de que la transferencia de energía térmica cuando dos componentes de diferentes temperaturas se combinan dentro de un sistema cerrado resulta en una energía más uniforme distribuida entre los componentes del sistema (segunda ley de la termodinámica). - Desarrollar y usar un modelo para ilustrar la organización jerárquica de los sistemas que interactúan y ejecutan funciones específicas en organismos multicelulares

LOGROS		
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Representará los cambios de estado mediante curvas de calentamiento para determinar y relacionar las temperaturas de cambios de estado (i.e. congelación y fusión del agua) - Fundamentará los cambios de temperatura por evaporación de diferentes sustancias con su polaridad y fuerzas intermoleculares mediante observación y cuantificación - Diferenciará las diferentes etapas del proceso de transpiración con el proceso completo de trasporte de agua en las plantas mediante un experimento como evidencia de la homeóstasis - Analizará los conceptos básicos de las leyes de la termodinámica (i.e. conservación energética, espontaneidad) en el proceso de transpiración mediante la modelación y representaciones gráficas	-Obtendrá datos experimentales a partir del uso de sensores, instrumentos de medida y material real -Analizará e interpretará datos mediante el estudio de la relación entre dos o más variables - Probará conceptos teóricos mediante la determinación de variables cuantitativas a partir de experimentos - Usara leyes del conocimiento científico para explicar fenómenos observables y mediables	Causa – Efecto Escala, proporciones, cantidades Energía y Materia Estabilidad y cambio

EJES TEMÁTICOS - Cambios de Estado: curvas de calentamiento, diagramas de fase, calor sensible, capacidad calorífica, calor latente - Polaridad: electronegatividad, estructura Lewis - Fuerzas intermoleculares: Van der Waals, puentes de hidrógeno - Transferencia de calor: conducción, convección, radiación, balance energético - Leyes de la termodinámica: Conservación de la energía (calor, trabajo, energía interna), procesos espontáneos (entropía, entalpía) - Ecuación de Clausius Clapeyron - Homeóstasis: vasodilatación, vasoconstricción	PRÁCTICAS SUGERIDAS VERNIER ® - Transpiración - Congelación y fusión del agua - Evaporación y atracciones intermoleculares - Temperatura del punto de rocío - Determinación entalpía de vaporización de un líquido

PERIODO	IV	
IDEAS CENTRALES	Los objetos pueden afectar a otros a determinada distancia. La cantidad total de energía en el universo es siempre la misma pero la energía puede transformarse cuando las cosas cambian o se hace que ocurran. Los organismos se organizan en una base celular. Los organismos requieren un suministro de energía y materia para los que a menudo dependen o compiten con otros organismos	
PREGUNTA	¿Qué le sucede al cuerpo cuando hay deficiencia de energía?	
TEMA	Metabolismo - Respiración	
APRENDIZAJE	COMPETENCIAS	ESTÁNDARES
Uso comprensivo del conocimiento científico	Hacer preguntas Desarrollar modelos Analizar e interpretar datos Utilizar matemáticas y pensamiento computacional Construir explicaciones Obtener, evaluar y comunicar información	- Construir y revisar una explicación para el resultado de una reacción química simple basada en los estados de electrones más externos de los átomos, las tendencias en la tabla periódica, y el conocimiento de los patrones de propiedades químicas. - Desarrollar un modelo para ilustrar que la liberación o absorción de energía de un sistema de reacción química depende de los cambios en la energía total de los enlaces. - Usar representaciones matemáticas para apoyar la afirmación de que los átomos, y por lo tanto la masa, se conservan durante una reacción química. - Desarrollar y utilizar modelos para ilustrar que la energía a escala macroscópica puede ser considerada como combinación de energía asociada con el movimiento de partículas (objetos) y energía asociada con la posición relativa de las partículas (objetos). - Construir y revisar una explicación basada en evidencia para el ciclo de la materia y el flujo de energía en condiciones aeróbicas y anaeróbicas. - Desarrollar un modelo para ilustrar el papel de la fotosíntesis y la respiración celular en el ciclo del carbono entre la biosfera, la atmósfera, la hidrosfera y la geosfera. - Desarrollar y usar un modelo para ilustrar la organización jerárquica de los sistemas que interactúan y ejecutan funciones específicas en organismos multicelulares

LOGROS		
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Diferenciará las diferentes etapas de las principales rutas metabólicas (i.e. respiración aerobia, anaerobia, fotosíntesis) a partir de gráficos y modelos - Analizará conceptos de cinética química en la actividad de algunas enzimas a partir de uso de matemáticas sobre datos secundarios - Construirá explicaciones sobre la estructura y función de la célula a partir de observación de tomografías - Aplicará conceptos de luz y ondas en el proceso de fotosíntesis (i.e pigmentos fotosintéticos) a través de datos experimentales cualitativos	-Obtendrá datos experimentales a partir del uso de sensores, instrumentos de medida y material real -Definirá la solución a una situación problema con base en datos experimentales y en preguntas - Probará y observará conceptos teóricos (i.e químicos y físicos) mediante la interpretación de información científica (i.e imágenes, datos)	Energía y materia Sistemas y modelos de sistemas Causa – Efecto Estabilidad y cambio

EJES TEMÁTICOS	PRACTICAS SUGERIDAS VERNIER ®
- Rutas metabólicas - Enzimas (inhibidores enzimáticos) - Cinética química (catálisis de reacción, energía de activación) - Respiración anaerobia: Glicolisis - Respiración aerobia: (Ciclo de Krebs- oxidación, fosforilación, cadena de transporte de electrones, quimiósmósis) - Fotosíntesis (Ciclo de Calvin, luz, espectros de absorción) - Ultraestructura celular: Mitocondria, cloroplasto	- Respiración celular - Termoquímica - Cromatografía de pigmentos fotosintéticos (No Vernier)

ASIGNATURA	**LABORATORIO**	GRADO	**11**
OBJETIVOS - Caracterizar fenómenos de la fisiología humana con base en principios y conceptos científicos - Afianzar competencias científicas - Integrar el uso de la tecnología en la obtención, análisis e interpretación de datos en el desarrollo de prácticas de laboratorio - Incentivar las vocaciones científicas			

PERIODO	I	
IDEA CENTRAL	Los organismos se organizan en una base celular Los organismos requieren un suministro de energía y materia para los que a menudo dependen o compiten con otros organismos	
PREGUNTA	¿Cómo se ve afectado el proceso de digestión en una persona con diabetes?	
TEMA	Digestión y absorción	
APRENDIZAJE	COMPETENCIAS	ESTÁNDARES
Uso comprensivo del conocimiento científico	Hacer preguntas Desarrollar modelos Planear y hacer investigaciones Analizar e interpretar datos Utilizar matemáticas y pensamiento computacional Construir explicaciones Obtener, evaluar y comunicar información	- Aplicar los principios científicos y la evidencia para proporcionar una explicación sobre los efectos de cambiar la temperatura o la concentración de las partículas que reaccionan sobre la velocidad a la que se produce una reacción. - Perfeccionar el diseño de un sistema químico especificando un cambio en las condiciones que produciría un aumento cantidades de productos en equilibrio. - Planear y construir una investigación que proponga evidencias de que mecanismos de retroalimentación mantienen la homeóstasis - Desarrollar y usar un modelo para ilustrar la organización jerárquica de los sistemas que interactúan y ejecutan funciones específicas en organismos multicelulares

LOGROS		
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Usará modelos para representar estructuras y tejidos involucrados en el proceso de digestión y absorción (i.e. intestino delgado) - Analizará los datos de concentración de disoluciones en procesos de transporte de membrana mediante modelos experimentales (i.e tubos de diálisis) - Construirá explicaciones de las fuerzas motrices en los procesos de transporte de membrana (i.e bomba de protones) - Usará datos experimentales para determinar el contenido energético de algunos alimentos - Utilizará un software en línea para evaluar el control nutricional de una dieta basándose en la clasificación de los nutrientes (i.e aminoácidos esenciales) - Justificará el proceso de producción jugos gástricos y secreciones digestivas para la digestión y su efecto en los alimentos mediante datos cualitativos - Diferenciará algunas de las enzimas más importantes involucradas en el proceso digestivo basándose en su función	- Experimentará a partir del uso de sensores, instrumentos de medida y material real - Interpretará datos mediante el estudio de la relación entre dos o más variables - Usará leyes del conocimiento científico para explicar fenómenos observables y mediables - Probará conceptos teóricos mediante la determinación de variables cuantitativas a partir de experimentos	Sistemas y modelos de sistemas Energía y materia Estructura y función Estabilidad y cambio

EJES TEMÁTICOS	PRÁCTICAS SUGERIDAS VERNIER ®
- Transporte a través de membrana: Difusión simple/facilitada, ósmosis, transporte activo - Bombas iónicas: de protones, sodio – potasio - Calorimetría: capacidad calorífica - Nutrientes: aminoácidos esenciales, minerales esenciales, vitaminas - Disoluciones: unidades de concentración - Equilibrio de pH (equilibrio ácido base, titulación, indicadores, principio de Le Chatelier)	- Difusión a través de Membranas - Calorimetría. Contenido energético de alimentos por combustión - Ácidos y Bases - Diabetes, - Sobrepeso

PERIODO	II	
IDEA CENTRAL	Cambiar el movimiento de un objeto requiere que una fuerza neta actúe sobre él. Los organismos se organizan en una base celular	
PREGUNTA	¿Cómo funciona el sistema circulatorio de una persona con enfermedades coronarias?	
TEMA	Flujo sanguíneo	
APRENDIZAJE	COMPETENCIAS	ESTÁNDARES
Uso comprensivo del conocimiento científico	Hacer preguntas Desarrollar modelos Planear y hacer investigaciones Analizar e interpretar datos Utilizar matemáticas y pensamiento computacional Construir explicaciones Participar en discusiones basadas en evidencia Obtener, evaluar y comunicar información	- Analizar los datos para apoyar la afirmación de que la segunda ley de movimiento de Newton describe la relación matemática entre la fuerza neta sobre un objeto macroscópico, su masa y su aceleración. - Utilice representaciones matemáticas para apoyar la afirmación de que el momento total de un sistema de objetos es conservado cuando no hay fuerza neta en el sistema. - Planear y construir una investigación que proponga evidencias de que mecanismos de retroalimentación mantienen la homeóstasis - Desarrollar y usar un modelo para ilustrar la organización jerárquica de los sistemas que interactúan y ejecutan funciones específicas en organismos multicelulares

LOGROS		
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Construye explicaciones sobre modelo de circulación doble sobre la evidencia de experimentos (i.e William Harvey) - Diferencia componentes del sistema sanguíneo (i.e. venas, arterias, capilares) a partir la estructura de sus paredes - Distingue entre las válvulas y cavidades de un corazón de animal diseccionado - Construye explicaciones sobre el funcionamiento del sistema circulatorio y el corazón basándose en datos experimentales (i.e ritmo cardiaco, electrocardiograma) - Utiliza las matemáticas para hacer cálculos sobre conceptos de mecánica de fluidos en el sistema circulatorio (i.e presión sistólica, diastólica) mediante comparación con datos experimentales - Analiza propiedades asociadas a disoluciones de la sangre que le permiten cumplir con sus diversas funciones (i.e viscosidad, tensión superficial, capilaridad)	-Experimentará a partir del uso de sensores, instrumentos de medida y material real -Interpretará datos mediante el estudio de la relación entre dos o más variables - Utilizará matemáticas como herramienta para comprobar principios científicos - Probará y observará conceptos teóricos (i.e químicos y físicos) mediante la interpretación de información científica (i.e imágenes, datos)	Escala, proporciones, cantidades Causa – Efecto Sistemas y modelos de sistemas Estructura y función Estabilidad y cambio

EJES TEMÁTICOS - Circulación (doble, diástole, sístole, sistémica, pulmonar, Capilares) - Presión sanguínea (arterial, venosa) - Corazón (nódulo sinoauricular – auriculoventricular ciclo cardiaco, epinefrina) - Células musculares (cardiacas, paredes arteriales) - Mecánica de fluidos (ecuación de Poiseuille, Viscosidad) - Propiedades de las disoluciones (viscosidad, tensión superficial, capilaridad) - Desfibrilador, marcapasos	PRÁCTICAS SUGERIDAS VERNIER ® - Ritmo cardiaco y entrenamiento físico - Monitoreo EKG - Enfermedades coronarias - Hipertensión, trombosis/ Colesterol

PERIODO	III	
IDEA CENTRAL	Los organismos se organizan en una base celular	
PREGUNTA	¿Por qué la memoria de las personas empieza a fallar con la edad?	
TEMA	Sinopsis y Neuronas	
APRENDIZAJE	COMPETENCIAS	ESTÁNDARES
Uso comprensivo del conocimiento científico	Hacer preguntas Desarrollar modelos Planear y hacer investigaciones Analizar e interpretar datos Construir explicaciones Obtener, evaluar y comunicar información	-Planear y construir una investigación que proponga evidencias de que mecanismos de retroalimentación mantienen la homeóstasis - Construir y revisar una explicación para el resultado de una reacción química simple basada en los estados de electrones más externos de los átomos, las tendencias en la tabla periódica, y el conocimiento de los patrones de propiedades químicas. Planificar y llevar a cabo una investigación para proporcionar evidencia de que una corriente eléctrica puede producir un campo magnético y que un campo magnético cambiante puede producir una corriente eléctrica. Desarrollar y utilizar modelos para ilustrar que la energía a escala macroscópica puede ser considerada como combinación de energía asociada con el movimiento de partículas (objetos) y energía asociada con la posición relativa de las partículas (objetos).

LOGROS		
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Diferenciará entre electrolitos y no electrolitos a partir de datos de conductividad en diferentes tipos de disoluciones - Analizará los distintos tipos de potenciales en la neurona a partir de datos obtenidos en osciloscopio - Construirá explicaciones de la manera en la que funcionan las neuronas aplicando conceptos físicos (i.e electrostática), químicos (i.e difusión) y biológicos (i.e transporte de membrana) - Diferencia entre las diferentes fases de los impulsos nerviosos mediante la construcción de modelos (sinopsis, despolarización, repolarización)	-Experimentará a partir del uso de sensores, instrumentos de medida y material real - Probará y observará conceptos teóricos (i.e químicos y físicos) mediante la interpretación de información científica (i.e imágenes, datos)	Escala, proporciones, cantidades Causa – Efecto Sistemas y modelos de sistemas Estructura y Función Estabilidad y cambio

EJES TEMÁTICOS	PRÁCTICAS SUGERIDAS VERNIER ®
- Bomba Sodio potasio: Despolarización, Repolarización - Mielinización - Potenciales: Reposo, acción, umbral - Sinopsis: acetilcolina, Transmisión sináptica, neonicotinoides - Desarrollo Neuronal - Sistema nervioso (central, autónomo)	- Soluciones conductoras - Propiedades de las soluciones: Electrolitos, No electrolitos - Enfermedad del Parkison (investigación)

PERIODO	IV	
IDEA CENTRAL	Los organismos se organizan en una base celular. La información genética se transmite de una generación de organismos a otra	
PREGUNTA	¿Cómo se tratarán las enfermedades en el futuro?	
TEMA	Biotecnología	
APRENDIZAJE	COMPETENCIAS	ESTÁNDARES
Uso comprensivo del conocimiento científico	Hacer preguntas Desarrollar modelos Planear y hacer investigaciones Analizar e interpretar datos Utilizar matemáticas y pensamiento computacional Construir explicaciones Participar en discusiones basadas en evidencia Obtener, evaluar y comunicar información	**-** Construir una explicación basada en la evidencia de cómo la estructura del ADN determina la estructura de las proteínas que llevan a cabo las funciones esenciales de la vida a través de sistemas de células especializadas. - Haga preguntas para aclarar las relaciones sobre el papel del ADN y los cromosomas en la codificación de las instrucciones para rasgos característicos pasados de padres a hijos - Planear y construir una investigación que proponga evidencias de que mecanismos de retroalimentación mantienen la homeóstasis - Desarrollar y usar un modelo para ilustrar la organización jerárquica de los sistemas que interactúan y ejecutan funciones específicas en organismos multicelulares - Haga preguntas para aclarar las relaciones sobre el papel del ADN y los cromosomas en la codificación de las instrucciones para rasgos característicos pasados de padres a hijos - Construir una explicación basada en la evidencia de cómo la selección natural conduce a la adaptación de las poblaciones

LOGROS		
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Diferencia bacterias de acuerdo con el tipo de membrana como Gram Negativas y Gram positivas, usando técnicas de tinción - Analiza condiciones óptimas para llevar a cabo procesos biotecnológicos (i.e fermentadores, producción de ácido cítrico) - Justifica el mecanismo de acción de algunos antibióticos sobre bacterias cultivadas en laboratorio - Aplica conceptos de genética en ejemplos sobre patologías hereditarias - Difiere entre las diferentes etapas para la modificación genética y biofarming en diversos organismos mediante el uso de modelos (i.e soya, papa, insulina, antitrombina) - Usa bases de datos y software para poner en práctica conceptos propios de la ingeniería genética (i.e exploración de un cromosoma, alineación de proteínas, elaboración de cladogramas)	-Interpretará datos mediante el estudio de la relación entre dos o más variables - Probará y observará conceptos teóricos (i.e químicos y físicos) mediante la interpretación de información científica (i.e imágenes, datos)	Patrones Causa – Efecto Escala- proporciones y cantidades Sistemas y modelos de sistemas Energía y Materia Estructura y función Estabilidad y cambio

EJES TEMÁTICOS	PRÁCTICAS SUGERIDAS
- Técnicas de análisis (electroforesis, PCR) - Modificación genética: clonación, transgénicos, marcadores, ADN recombinante - Rutas metabólicas: fermentación, biogás - Enfermedades genéticas (antígenos, marcadores, metabolitos, terapia génica, biopharming) - Bioinformática	- Producción de alcohol mediante fermentación - Producción de ácido cítrico - Producción de Biogás

ASIGNATURA	**DISEÑO, INGENIERÍA, TECNOLOGÍA**	GRADO	**10**
OBJETIVOS - Aplicar conceptos científicos en el diseño de una solución a una situación problema - Diseñar u optimizar posibles soluciones a una situación problema planteada respetando criterios y condiciones de diseño - Desarrollar competencias relacionadas con la ingeniería			

APRENDIZAJE	COMPETENCIAS	ESTÁNDARES
Explicación de fenómenos	- Definir problemas - Desarrollar modelos - Analizar e interpretar datos - Diseñar soluciones	Analizar un desafío global importante teniendo en cuenta especificaciones, criterios y limitaciones cualitativas y cuantitativas para solucionar necesidades y deseos de la sociedad. Diseñar una solución a un problema complejo del mundo real dividiéndolo en problemas más pequeños y manejables que se pueden resolver a través de la ingeniería. Evaluar una solución a un problema complejo del mundo real basado en criterios priorizados y compensaciones que tengan en cuenta para una serie de limitaciones, incluidos el coste, la seguridad, la fiabilidad y la estética, así como posibles aspectos sociales, culturales e impactos ambientales.

PERIODO	I	
CONCEPTO O PRINCIPIO	Variables que influyen el proceso de respiración	
PREGUNTA	¿Cómo construir un dispositivo para determinar experimentalmente la presión atmosférica de un lugar?	
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Analizará la importancia de variables ambientales (i.e altitud, contaminación ambiental) en el funcionamiento de los sistemas del cuerpo (i.e respiratorio) - Calculará experimentalmente la presión atmosférica de un sitio mediante el procesamiento de datos experimentales - Diferenciará los principios científicos en el funcionamiento de diversos tipos de mascarillas de oxígeno (i.e. cánula, Venturi, etc.)	- Diseñará y construirá un dispositivo analógico que permita comprobar experimentalmente una de las leyes de los gases (i.e Ley de Boyle) - Usará bases de programación en el diseño de un dispositivo que permita medir la presión atmosférica usando sensores (i.e. Arduino®) - Comunicará el proceso de planeación, diseño y construcción del dispositivo mediante poster (i.e feria de las ciencias)	Sistemas y modelos de sistemas

PERIODO	II	
CONCEPTO O PRINCIPIO	Procesos relacionados con la biología molecular	
PREGUNTA	¿Cómo representar mediante modelos, un proceso relacionado con la biología molecular?	
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Analiza y distingue la estructura y función de las biomoléculas (i.e. glúcidos, lípidos, ADN, proteínas) y las representa mediante modelos - Diferencia cada una de las etapas de procesos biológicos relacionados con la biología molecular (i.e. dogma central de la biología molecular)	- Usará bases de programación orientada a objetos usando software gratuito (i.e Scratch ®) - Planificará, diseñará y construirá una simulación que represente detalladamente uno de los procesos biológicos relacionados con la biología molecular (i.e dogma central) -Comunicará el proceso de planeación, diseño y construcción de la simulación mediante un vídeo	Sistemas y modelos de sistemas

PERIODO	III	
CONCEPTO O PRINCIPIO	Variables que influyen la termorregulación	
PREGUNTA	¿Cómo funciona un sensor de temperatura?	
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Construirá una curva de calentamiento usando datos de temperatura en un proceso de cambio de estado (i.e fusión y ebullición del agua) - Analiza los principios científicos que rigen el funcionamiento de los sensores de temperatura (i.e termocuplas, termómetros de mercurio) - Reconoce las alteraciones en los principios homeostáticos que rigen la regulación de temperatura en caso de enfermedad (i.e infección)	- Usará bases de programación en el diseño de un dispositivo que permita medir la temperatura usando sensores (i.e. Arduino®) - Comunicará el proceso de planeación, diseño y construcción del dispositivo mediante poster (i.e feria de las ciencias) -	Sistemas y modelos de sistemas

PERIODO	IV	
CONCEPTO O PRINCIPIO	Representación de rutas metabólicas	
PREGUNTA	¿Cómo representar mediante modelos, un proceso relacionado rutas metabólicas?	
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Analiza y distingue la estructura y función de moléculas relacionadas con rutas metabólicos (i.e. ATP, ADP, NADPH, NADP) y las representa mediante modelos - Diferencia cada una de las etapas en las rutas metabólicas (i.e. ciclo de Krebs, ciclo de Calvin)	- Usará bases de programación orientada a objetos usando software gratuito (i.e Scratch ®) - Planificará, diseñará y construirá una simulación que represente detalladamente una de las rutas metabólica (i.e ciclo de Calvin) -Comunicará el proceso de planeación, diseño y construcción de la simulación mediante un vídeo	Sistemas y modelos de sistemas

ASIGNATURA	**DISEÑO, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA**	GRADO	**11**
OBJETIVOS - Aplicar conceptos científicos en el diseño de una solución a una situación problema - Diseñar u optimizar posibles soluciones a una situación problema planteada respetando criterios y condiciones de diseño - Afianzar el desarrollo de competencias relacionadas con la ingeniería			

APRENDIZAJE	COMPETENCIAS	ESTÁNDARES
Explicación de fenómenos	- Definir problemas - Desarrollar modelos - Analizar e interpretar datos - Diseñar soluciones	Analizar un desafío global importante teniendo en cuenta especificaciones, criterios y limitaciones cualitativas y cuantitativas para solucionar necesidades y deseos de la sociedad. Diseñar una solución a un problema complejo del mundo real dividiéndolo en problemas más pequeños y manejables que se pueden resolver a través de la ingeniería. Evaluar una solución a un problema complejo del mundo real basado en criterios priorizados y compensaciones que tengan en cuenta para una serie de limitaciones, incluidos el coste, la seguridad, la fiabilidad y la estética, así como posibles aspectos sociales, culturales e impactos ambientales.

PERIODO	I	
CONCEPTO O PRINCIPIO	pH	
PREGUNTA	¿Cómo funciona un sensor pH-metro?	
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Construirá una curva de titulación usando datos de pH y los conceptos asociados (i.e equilibrio ácido-base, neutralización, punto de viraje) - Analiza los principios científicos que rigen el funcionamiento de los sensores de pH e indicadores (i.e. naturales, fenolftaleína, universal, etc.) - Reconoce las alteraciones en los principios homeostáticos que rigen la regulación del pH a nivel de estómago y sangre (i.e ulceras, acidosis)	- Usará bases de programación en el diseño de un dispositivo que permita medir pH usando sensores (i.e. Arduino®) - Comunicará el proceso de planeación, diseño y construcción del dispositivo mediante poster (i.e feria de las ciencias)	Sistemas y modelos de sistemas

PERIODO	II	
CONCEPTO O PRINCIPIO	Presión arterial	
PREGUNTA	¿Cómo funciona un medidor de presión arterial?	
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Determinará experimentalmente la presión sistólica y diastólica de un compañero - Analiza los principios científicos que rigen el funcionamiento de los sensores de presión (i.e manómetros, digitales) - Reconoce las alteraciones en los principios homeostáticos que rigen la regulación de la presión en caso de enfermedad (i.e hipertensión, enfermedades coronarias)	- Usará bases de programación en el diseño de un dispositivo que permita medir la presión usando sensores (i.e. Arduino®) - Comunicará el proceso de planeación, diseño y construcción del dispositivo mediante poster (i.e feria de las ciencias)	Sistemas y modelos de sistemas

PERIODO	III	
CONCEPTO O PRINCIPIO	Sinopsis	
PREGUNTA	¿Cómo hacer una simulación que represente la sinopsis entre neuronas?	
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Analiza y distingue la estructura y función de la neurona y las representa mediante modelos - Identifica los principios científicos que rigen los mecanismos de transferencia de membrana en el proceso de sinopsis - Diferencia cada una de las etapas en el proceso de sinopsis (i.e. despolarización, repolarización)	- Usará bases de programación orientada a objetos usando software gratuito (i.e Scratch®) - Planificará, diseñará y construirá una simulación que represente detalladamente una de las rutas metabólica (i.e ciclo de Calvin) -Comunicará el proceso de planeación, diseño y construcción de la simulación mediante un vídeo	Sistemas y modelos de sistemas

PERIODO	IV	
CONCEPTO O PRINCIPIO	Productos biotecnológicos de importancia comercial	
PREGUNTA	¿Cómo funciona un glucómetro?	
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Diferenciará los mecanismos de reacción para la producción de sustancias de importancia comercial (i.e insulina, ácido cítrico, biogás, alcohol etílico) - Seleccionará las mejores condiciones para la producción de sustancias de importancia comercial (i.e ácido cítrico, biogás, alcohol etílico) - Analizará los principios científicos que rigen el funcionamiento de sensores de glucosa	- Diseñará experimentos para la optimización de condiciones producción de sustancias de importancia comercial - Construye un dispositivo que permite la producción de sustancias de importancia comercial - Usará bases de programación en el diseño de un dispositivo que permita medir la glucosa usando sensores (i.e. Arduino®) - Comunicará el proceso de planeación, diseño y construcción del dispositivo mediante poster (i.e feria de las ciencias)	Sistemas y modelos de sistemas

ASIGNATURA	**INVESTIGACIÓN**	GRADO	**10**
OBJETIVOS - Brindar a los estudiantes herramientas básicas en el desarrollo de proyectos investigación para que planeen su proyecto - Asesorar a los estudiantes en las etapas iniciales del proyecto de investigación - Desarrollar competencias científicas y de indagación en los estudiantes			
TEMAS GENERALES SUGERIDOS - Enfermedades/tratamientos: respiratorias, coronarias, diabetes, trombosis, Parkinson, Alzheimer, autoinmunes, genéticas, cáncer - Fármacos: tipos, mecanismos de acción - Intolerancias/Alergias: lactosa, gluten - Salud pública: vacunación, prevención del embarazo			

IDEA CENTRAL	En ciencias se asume que para cada efecto siempre hay una o más causas. Las explicaciones, teorías y modelos científicos son aquellos que mejor se ajustan a los hechos conocidos en un momento particular.	
APRENDIZAJE	COMPETENCIAS	ESTÁNDARES
Indagación: Diseñar proyectos	- Hacer preguntas y definir problemas - Planear investigaciones - Obtener y evaluar información	- Comprendo e interpreto textos con actitud crítica y capacidad argumentativa. - Interpreto y comparo resultados de estudios con información estadística provenientes de medios de comunicación. - Interpreto nociones básicas relacionadas con el manejo de información como población, muestra, variable aleatoria, distribución de frecuencias, parámetros y estadígrafos).

PERIODO	I	
PREGUNTA	¿Qué y para qué voy a investigar algo?	
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Diferenciará las etapas en la estructura del proyecto de investigación y la monografía mediante la lectura de guías y pautas - Definirá un tema general de investigación mediante la observación de la realidad, preferencias y experiencias personales. - Especificará el tema general de investigación seleccionado con alguno de contenidos científicos. - Formulará la pregunta de investigación con base en los objetivos y la definición del con base en la definición del problema plantead	- Planteará un tema o problema de investigación. - Delimitará el tema o problema espacial y temporalmente. - Observará fenómenos específicos. - Formulará preguntas específicas sobre una observación, sobre una experiencia o sobre las aplicaciones de teorías científicas.	- Patrones - Causa efecto - Escala, proporciones, cantidades - Sistemas y modelos de sistemas - Energía y Materia - Estructura y función - Estabilidad y cambio

PERIODO	II	
PREGUNTA	¿Qué se sabe de lo que voy a investigar?	
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Utilizará la argumentación basada en fuentes para justificar el problema seleccionado como tema de investigación - Iniciará la fundamentación teórica de la monografía a través de la consulta selectiva de fuentes primarias y secundarias que permitan describir y argumentar hechos y antecedentes relacionados con el tema de investigación - Usará citas y referencias correctamente de acuerdo con criterios y normas académicas en las diferentes etapas de la investigación	- Justificará la importancia de la investigación que propone. - Diseñará un plan de búsqueda bibliográfica - Hará una revisión bibliográfica siguiendo el plan predeterminado - Evaluará la calidad de la información recopilada mediante el análisis crítico de los documentos y dará el crédito correspondiente.	- Patrones - Causa efecto - Escala, proporciones, cantidades - Sistemas y modelos de sistemas - Energía y Materia - Estructura y función - Estabilidad y cambio

PERIODO	III	
PREGUNTA	¿Qué quiero averiguar en mi proyecto de investigación?	
Saber	Saber hacer	
- Definirá claramente los objetivos de la investigación a fin de que se logre responder a la pregunta de investigación planteada - Seleccionará una metodología adecuada para el estudio del problema definido en la etapa previa	-Definirá los objetivos y la hipótesis del trabajo con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos. - Describirá la metodología de la investigación a usar en el proyecto	- Patrones - Causa efecto - Escala, proporciones, cantidades - Sistemas y modelos de sistemas - Energía y Materia - Estructura y función - Estabilidad y cambio

PERIODO	IV	
PREGUNTA	¿Cómo voy a realizar mi investigación?	
Saber	Saber hacer	
-Planeará la investigación mediante el diseño de un cronograma de trabajo, instrumentos de recolección de datos y/o experimentos	- Diseñará un cronograma de trabajo para el desarrollo de la investigación - Recogerá información de otras fuentes pertinentes según el plan. • - Registrará información de manera sistemática. - Clasificará, comparará e interpretará la información obtenida en las diversas fuentes. - Identificará y verificará las condiciones que influyen en los resultados de un experimento y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables). - Propondrá modelos para predecir los resultados de los experimentos.	- Patrones - Causa efecto - Escala, proporciones, cantidades - Sistemas y modelos de sistemas - Energía y Materia - Estructura y función - Estabilidad y cambio

ASIGNATURA	**INVESTIGACIÓN**	GRADO	**11**
OBJETIVOS -Brindar herramientas y orientar a los estudiantes para que ejecuten sus trabajos de investigación - Asesorar a los estudiantes en cuanto a la redacción de la monografía - Desarrollar competencias científicas y de indagación en los estudiantes			
TEMAS GENERALES SUGERIDOS - Enfermedades/tratamientos: respiratorias, coronarias, diabetes, trombosis, Parkinson, Alzheimer, autoinmunes, genéticas, cáncer - Fármacos: tipos, mecanismos de acción - Intolerancias/Alergias: lactosa, gluten - Salud pública: vacunación, prevención del embarazo			

IDEA CENTRAL	El conocimiento producido por la ciencia se usa en algunas tecnologías para crear productos que son útiles a los fines humanos. La aplicación de las ciencias frecuentemente tiene implicaciones éticas, sociales, económicas y políticas	
APRENDIZAJE	COMPETENCIAS	ESTÁNDARES
Indagación: Desarrollar investigaciones Presentar resultados	- Desarrollar y utilizar modelos - Hacer investigaciones - Analizar e interpretar datos - Utilizar matemáticas y pensamiento computacional - Construir explicaciones y diseñar soluciones - Participar en discusiones basadas en evidencia - Obtener, evaluar y comunicar información	- Produzco textos argumentativos que evidencian mi conocimiento de la lengua y el control sobre el uso que hago de ella en contextos comunicativos - Justifico o refuto inferencias basadas en razonamientos estadísticos a partir de resultados de estudios publicados en los medios o diseñados en el ámbito escolar. - Diseño experimentos aleatorios (de las ciencias físicas, naturales o sociales) para estudiar un problema o pregunta. - Realizo investigaciones como lo hacen los científicos sociales o naturales: diseño proyectos, desarrollo investigaciones y presento resultados.

PERIODO	I	
PREGUNTA	¿Cómo obtengo respuestas a mi problema de investigación?	
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Aplicará los instrumentos de recolección de datos, consultará las fuentes secundarias o realizará los experimentos adecuados como parte central del proyecto de investigación de acuerdo con el cronograma elaborado - Registrará de manera sistemática y ordenada los datos obtenidos usando los recursos tecnológicos apropiados	- Realizará mediciones con instrumentos adecuados a las características y magnitudes de los objetos de estudio y las expresará en las unidades correspondientes. - Registrará observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas. - Registrará resultados en forma organizada y sin alteración alguna. - Establecerá diferencias entre descripción, explicación y evidencia	- Patrones - Causa efecto - Escala, proporciones, cantidades - Sistemas y modelos de sistemas - Energía y Materia - Estructura y función - Estabilidad y cambio

PERIODO	II	
PREGUNTA	¿Qué dicen los resultados de mi investigación?	
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Dominará conceptos básicos de estadística mediante el desarrollo de ejercicios básicos - Analizará de manera crítica, rigurosa e imparcial los datos obtenidos en la etapa anterior utilizando, en caso de ser necesario, las herramientas estadísticas básicas pertinentes - Establecerá las relaciones causa efecto a que haya lugar los datos recolectados mediante comparación, verificación y análisis	- Utilizará herramientas de las diferentes disciplinas de las ciencias naturales para analizar la información. - Utilizará las matemáticas como herramienta para modelar, analizar y presentar datos. - Establecerá relaciones causales y multicausales entre los datos recopilados. - Relacionará información recopilada y los resultados de la investigación.	- Patrones - Causa efecto - Escala, proporciones, cantidades - Sistemas y modelos de sistemas - Energía y Materia - Estructura y función - Estabilidad y cambio

PERIODO	III	
PREGUNTA	¿Cómo redacto mi proyecto de investigación?	
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Obtendrá las conclusiones del proceso de investigación basándose en la interpretación de los resultados obtenidos - Redactará en documento académico del proceso de investigación donde se plasme todas las etapas del proceso investigativo y cumpla con todos los criterios de calidad -	- Utilizará diversas formas de expresión, para dar a conocer los resultados de la investigación. - Interpretará los resultados teniendo en cuenta el orden de magnitud del error experimental. - Derivará conclusiones de los datos que obtuvo, aunque no obtenga los resultados esperados. - Propondrá y sustento respuestas a sus preguntas y las comparará con las de otras personas y con las de teorías científicas. - Identificará y usará adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias. - Citará adecuadamente las diferentes fuentes de la información obtenida.	- Patrones - Causa efecto - Escala, proporciones, cantidades - Sistemas y modelos de sistemas - Energía y Materia - Estructura y función - Estabilidad y cambio

PERIODO	IV	
PREGUNTA	¿Cómo comunico lo que encontré en mi proyecto de investigación?	
Saber	Saber hacer	Conceptos transversales
- Expondrá a la comunidad educativa, el proceso de investigación haciendo énfasis en la manera en la que superó las dificultades durante el proceso de investigación - Comunicará los resultados y conclusiones de investigación comparándolos con otras investigaciones y con las referencias consultadas.	- Identificará y usará adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias. - Promoverá debates para discutir los resultados de la investigación y relacionarlos con otros. - Comunicará el proceso de indagación y los resultados, utilizando gráficas, tablas, ecuaciones aritméticas y algebraicas. - Relacionará las conclusiones con las presentadas por otros autores y formulará nuevas preguntas. - Persistirá en la búsqueda de respuestas a sus preguntas.	- Patrones - Causa efecto - Escala, proporciones, cantidades - Sistemas y modelos de sistemas - Energía y Materia - Estructura y función - Estabilidad y cambio

2.7 Evaluación

A continuación, se describen las pautas para la evaluación en cada uno de los módulos, aspectos se integrarán de acuerdo con el SIEE (Sistema Institucional de Evaluación) y el modelo pedagógico del Colegio.

2.7.1 Laboratorio

Respecto a los contenidos, se busca que el estudiante tenga una evolución desde ideas básicas hacia ideas más abstractas y generales que permitan explicar diversos fenómenos. La evaluación de este módulo estará centrada en las competencias que involucran el uso comprensivo del conocimiento científico (i.e. explicación de fenómenos, obtención y análisis de datos, aplicación del método científico).

En cuanto a la metodología, en este módulo se utilizarán los dos tipos de evaluación: formativa y sumativa. El propósito de la evaluación formativa es asegurar que los estudiantes comprenden la finalidad de su trabajo y la manera en la que se juzga la calidad (Harlen, 2015). Durante el desarrollo de la metodología 5E, se hará una retroalimentación continua en cuanto al acercamiento que los estudiantes están teniendo hacia las grandes ideas de las ciencias. Esta podrá darse de forma oral, escrita, gráfica (i.e. mapas conceptuales, mentefactos, esquemas, etc.). Así mismo deberán registrar las actividades en cada etapa, en una guía de trabajo e informes de laboratorio que servirá como evidencia del proceso.

Por su parte, la evaluación sumativa permite que el estudiante sea consciente de su compresión de las ideas de la ciencia en la medida en que las usa para explicar fenómenos del mundo alrededor (Harlen, 2015). Es allí donde el estudiante tiene la posibilidad de demostrar la aplicación de sus habilidades y conocimientos (IBO, 2016). Esta se realiza de forma periódica a través de tres pruebas a lo largo del periodo académico con una duración de diez semanas. En las pruebas se incluyen preguntas de opción múltiple conceptuales o basadas en datos, de respuesta corta y respuestas largas (obligatorias y opcionales) con la posibilidad del uso de calculadora en los casos que sea necesario.

2.7.2 Proyecto (Diseño Ingeniería y Tecnología)

De acuerdo con el IB, el proyecto de las asignaturas de ciencias (grupo 4) debe evaluarse en cuanto al nivel de cumplimiento de dos de los objetivos generales del programa diploma: “El desarrollo de habilidades de comunicación del siglo XXI para aplicarlas al estudio de la ciencia” (IBO, 2015) En esta propuesta curricular, no solo se limita a las habilidades de comunicación sino a las habilidades generales.

El otro objetivo es “Tomar conciencia crítica, como ciudadanos del mundo, las implicaciones éticas de la ciencia y la tecnología (IBO, 2015). En este aspecto se busca evaluar el impacto y el alcance del proyecto en cuanto las implicaciones dentro del contexto inmediato de los estudiantes. La metodología de evaluación se hará a través de rúbricas.

2.7.3 Investigación (Monografía)

Con este trabajo se determina la capacidad del estudiante de analizar y evaluar argumentos científicos sobre temas que no necesariamente están contemplados en el currículo y que incluye una revisión de bibliografía especializada (IBO, 2018). IB contempla diversos criterios de evaluación de la monografía descritos a continuación:

Enfoque y método: Se evalúa el alcance de la investigación, la claridad y precisión de la pregunta de investigación y la pertinencia de la metodología a usar para responder a la pregunta de investigación. En términos generales, el alumno debe demostrar que la investigación está bien planeada, que el enfoque es el adecuado respecto a los conceptos científicos a estudiar, que los métodos y materiales son apropiados, la metodología es clara para que pueda ser replicada y se han consultado diversidad de fuentes confiables

Conocimiento y comprensión: Hace referencia a la precisión, uso y aplicación adecuados de los conceptos científicos propios del área dentro del proceso de investigación también se incluye en este criterio la confiabilidad de las fuentes consultadas, el dominio de la terminología mediante la explicación de fenómenos en términos técnicos, así como al uso adecuado de ecuaciones, cálculos, cifras significativas y unidades en el SI.

Pensamiento Crítico: Se evalúa la manera en la que el estudiante usó y relacionó datos (primarios o secundarios) con las referencias consultadas para soportar el argumento

principal de la investigación y para responder a la pregunta de investigación. Se revisa que estos se hayan presentado eficazmente mediante tablas y gráficos y que se haya hecho el tratamiento pertinente usando matemáticas y estadística.

Así mismo las conclusiones derivadas de la investigación deben reflejar coherencia con la pregunta y los métodos utilizados incluyendo resultados inesperados y posibles formas de subsanar las limitaciones encontradas durante el proceso y la validez de los datos.

Presentación: Se evalúa que la estructura del documento respete las guías establecidas por el IB en cuanto a organización y forma académica. Se presta especial atención a la extensión (que debe ser máximo de 4000 palabras), el registro de los experimentos (cuando aplique), los gráficos, imágenes y tablas y sobre todo el manejo de las referencias bibliográficas y citas.

Compromiso: Se pone a prueba el aprendizaje del estudiante y su nivel de reflexión durante todas las etapas de la realización de la monografía en cuanto a toma de decisiones, el enfoque de aprendizaje, la evolución conceptual, la superación de los desafíos, las preguntas que deja la investigación y la creatividad. Esta flexión se hace una vez se ha finalizado la investigación y se ha presentado el documento.

3. Pilotaje y Evaluación de la propuesta

Con el fin de poner a prueba el diseño curricular, se realizó una prueba piloto para la implementación de la línea de énfasis. Con esta intervención, se buscó responder preguntas como ¿Existe población estudiantil interesada en participar en la línea de énfasis? ¿Es viable implementar la línea de énfasis en el colegio? ¿Se cuenta con los recursos y espacios necesarios para la elaboración de los proyectos en la línea?

En esta sección se describen las etapas que se siguieron para la realización de la prueba piloto. En primer lugar, se describe el proceso para la selección de las estudiantes, en segundo lugar, se hace una breve descripción de las actividades desarrolladas en la intervención y finalmente se presentan los resultados de los instrumentos utilizados para la recolección de información, así como algunos de los productos realizados por las estudiantes.

3.1 Población de estudio

Para la selección de las estudiantes que participaron en la prueba piloto se aplicó un sondeo de orientación vocacional al grado décimo integrado por cinco cursos (1001 a 1005) y un total de 185 estudiantes con edades entre los 14 y 18 años. Se recibieron 181 respuestas (97.8%) donde las encuestadas seleccionaron su intención de estudiar alguna carrera relacionada con una de las diferentes áreas del conocimiento establecidas por el SNIES. De estas áreas se derivan los Núcleos Básicos de Conocimiento (NBC) relacionados a continuación:

- Agronomía, veterinaria y Afines

- Bellas Artes (diseño, música, periodismo, publicidad)
- Ciencias de la educación (Licenciaturas, pedagogía)
- Ciencias de la Salud (medicina, enfermería, instrumentación, bacteriología)
- Ciencias Sociales y Humanas
- Economía, Administración, Contaduría y afines
- Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y Afines
- Matemáticas y Ciencias Naturales (biología, física, química, astronomía)

El área de conocimiento: Ingeniería, Arquitectura, urbanismo y Afines se desagregó en tres áreas distintas teniendo en cuenta las modalidades de profundización existentes en la I.E, estas fueron:

- Arquitectura y afines
- Ingeniería de sistemas, telemática, electrónica, telecomunicaciones y afines
- Otras ingenierías

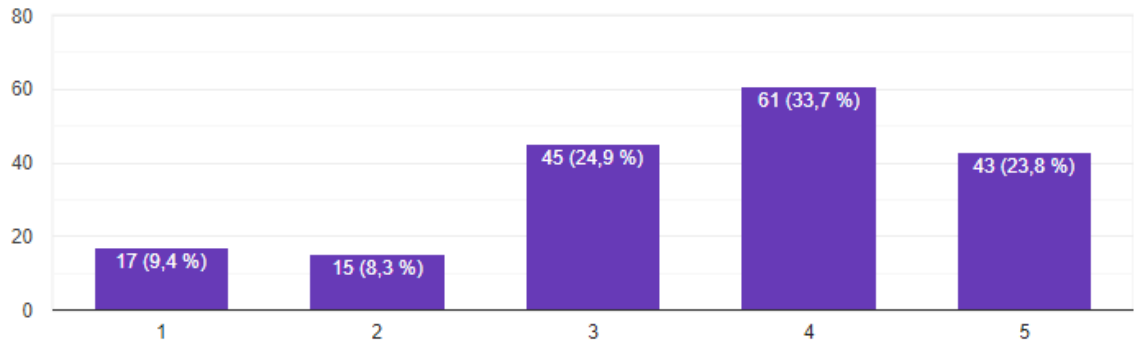
El mayor porcentaje de estudiantes afirmó estar interesadas en cursar Ciencias de la Salud (27,1%); por el contrario, solo el 3,3 % de las estudiantes seleccionó Ciencias Naturales. Así mismo se encontró que el 40,3% de las estudiantes manifestó estar interesada en continuar con estudios superiores relacionados con las Ciencias Naturales (Ciencias de la Salud, Otras Ingenierías, Matemáticas y Ciencias Naturales). Los resultados de la encuesta se muestran en la Figura 3-1.

Figura 3-1: Área del conocimiento de preferencia estudiantes grado décimo 2021.

Fuente: Propia

Adicionalmente en la encuesta las estudiantes indicaron en una escala de 1 a 5 el nivel de convencimiento a la hora de seleccionar el área de conocimiento de su preferencia. Se determinó que el 57,5% de las estudiantes están convencidas o muy convencidas de lo que quieren estudiar y solo el 9,4% de las estudiantes manifestaron no saber qué quieren estudiar. Los resultados se muestran en la Figura 3-2.

Figura 3-2: Grado de convencimiento selección área de conocimiento estudiantes grado décimo 2021.



Del total de 181 estudiantes que participaron en el sondeo de orientación vocacional se preseleccionaron 73 quienes eligieron alguna de las siguientes áreas: Ciencias de la Salud, Otras Ingenierías o Matemáticas y Ciencias Naturales. También se tuvo en cuenta a aquellas estudiantes que, habiendo escogido un área de interés diferente a las mencionadas, mostraban resultados académicos sobresalientes en química y física.

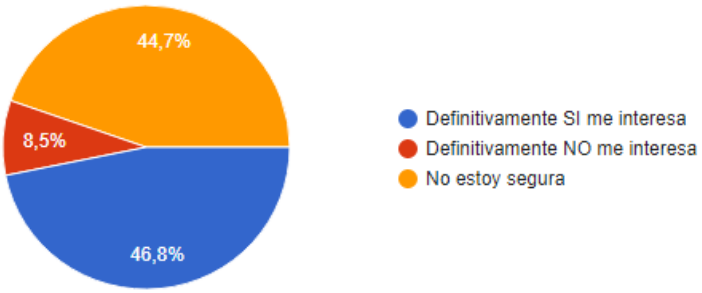
Sobre este grupo se aplicó un segundo sondeo que buscó establecer la intención de participar en la prueba piloto de la nueva modalidad de ciencias. Se recibieron 47 respuestas (64,4 %). Los resultados se muestran en la Figura 3-3.

Solo 22 estudiantes manifestaron completo interés en participar en la prueba mientras que 4 dijeron no estar interesadas. Para las otras 21 estudiantes quienes afirmaron no estar seguras, se propusieron preguntas adicionales relacionadas con su disponibilidad de tiempo y recursos económicos, así como su disposición para trabajar en equipos.

Con los datos obtenidos en el tercer sondeo, se conformó un grupo de 36 estudiantes quienes fueron invitadas a un encuentro virtual a fin de definir el grupo definitivo de

estudiantes participantes en el proyecto. Quince (15) estudiantes asistieron a este primer encuentro (42%) y con ellas se conformó le grupo de participantes para la realización de la intervención, el grupo de no participantes estuvo conformado por las demás 170 estudiantes de grado décimo.

Figura 3-3: Intención de participar en la prueba piloto estudiantes grado décimo 2021.



Fuente: Propia

3.2 Diseño de la intervención

En la intervención se abordaron, de manera virtual, los módulos de Laboratorio y Diseño, Ingeniería y Tecnología. Durante 8 semanas, se realizó una serie de actividades tipo STEM guiadas por los docentes del área de ciencias y siguiendo el modelo IBL con las metodologías 5E y ABPy. Durante las sesiones, las estudiantes estuvieron expuestas a situaciones problema cuya solución requirió el uso de instrumentos de laboratorio como los de Vernier® y. la elaboración de sensores con Arduino ®. Estas actividades estuvieron dirigidas al desarrollo de competencias como las evaluadas por el ICFES, pero también otras competencias como las denominadas científicas y del Siglo XXI mencionadas anteriormente. Se planea que los productos elaborados durante las sesiones sean mostrados en un evento de muestra de proyectos realizado por el colegio.

Adicional al desarrollo de la primera unidad de los módulos, para la realización de la intervención se diseñaron otros tipos de actividades como encuentros virtuales con profesionales mujeres que se desempeñan en áreas relacionadas con las ciencias e investigación. El objetivo de estas sesiones fue ampliar las percepciones de las estudiantes sobre lo que hace alguien que trabaja en ciencias. Así mismo, basándose en la experiencia de las invitadas a los encuentros, se platearon preguntas que buscaban derribar mitos respecto a la participación de las mujeres en la ciencia como: “las ciencias son difíciles”,

“a los hombres se les facilita más las ciencias y las matemáticas que a las mujeres”, “para estudiar ciencias hay que ser muy inteligente”, “debo tener muy buenas calificaciones en ciencias para poder estudiar una carrera relacionada con las ciencias”, entre otras ideas.

Así mismo, se realizaron conversatorios con egresadas que están actualmente estudiando carreras relacionadas con las ciencias. Su objetivo fue motivar a las participantes a continuar con estudios superiores relacionados con las ciencias e identificar las principales dificultades y posibles soluciones que encuentran los alumnos en la transición desde el colegio hacia la universidad.

3.3 Aplicación de los instrumentos de recolección de datos.

A continuación, se presentan algunas especificaciones sobre la aplicación de los instrumentos de recolección de datos.

3.3.1 Encuesta ASPIRES

La encuesta fue aplicada a las estudiantes de grado décimo del colegio Nacionalizado La Presentación en 2021, en total son 185 de las cuales 175 respondieron la encuesta inicial, este número incluyen el grupo de no participantes y el grupo de participantes. La encuesta después fue respondida por 115 estudiantes de las cuales 100 corresponden al grupo de no participantes y 15 al grupo de participantes. El tiempo transcurrido entre la aplicación de la encuesta antes y la encuesta después fue de 12 semanas. Las preguntas fueron presentadas en la misma secuencia que aparece en el Anexo D. Todas las preguntas eran obligatorias a fin de obtener datos para el total de los ítems para los diferentes constructos.

3.3.2 Grupo Focal

Una vez finalizadas las 20 sesiones, se llevó a cabo una sesión de grupo focal con 4 estudiantes que participaron en la prueba piloto y manifestaron su deseo de hacer parte de esta actividad. De acuerdo con una encuesta practicada al inicio de la intervención, dos manifestaron en ese momento estar muy seguras de continuar con carreras relacionadas con las ciencias (Estudiante 1 y 2) mientras que las otras dos estudiantes manifestaron no estar tan seguras de continuar con carreras STEM (Estudiantes 3 y 4). Lo anterior permite

hacer una comparación cualitativa del impacto que tuvo la intervención en ambos tipos de estudiantes.

3.4 Resultados

A continuación, se presentan los resultados cuantitativos de la encuesta tomada del proyecto ASPIRES, así como los resultados cualitativos tomados de la sesión de grupo focal. Los valores presentados para la prueba antes y después corresponden al promedio acumulado de cada constructo calculado mediante la Ecuación (1.2) y el cambio entre la encuesta antes y después se calculó usando la Ecuación (1.3). Solo se muestran resultados para aquellos constructos donde, para el total de la población, se obtuvo un coeficiente de Crobach (Ecuación (1.4)) igual o mayor a 0,70, que acuerdo con la literatura (Cortina, 1993), es un valor aceptable para confiabilidad interna. Los constructos que pasaron la prueba de confiabilidad interna tanto en la prueba antes y después fueron: Aspiraciones en ciencias (1), actitudes hacia las ciencias en el colegio (2), Autoconcepto positivo de la ciencia (3), participación en actividades de ciencia fuera del colegio (5), actitudes familiares frente a las ciencias (6), actitudes de los compañeros frente al colegio (9), actitudes de los compañeros frente a las ciencias (10), percepciones negativas de los científicos (12).

Un porcentaje de cambio menor que cero indica que ese constructo tuvo una desmejora, es decir que la intervención no logró revertir la tendencia negativa en este aspecto de las aspiraciones en ciencias. Respecto a los resultados cualitativos, a continuación, se presenta un análisis para los constructos que, de acuerdo con los resultados cuantitativos, tuvieron mayor impacto en las estudiantes.

Tabla 3-1: Promedio acumulado de encuesta antes y después para el grupo de no participantes y piloto

	CATEGORÍA / DESCRIPCIÓN	1	2	3	5	6	9	10	12
No participantes	PRE	17,0	26,3	25,3	13,9	12,5	14,7	6,8	11,3
	POST	14,8	22,8	20,4	14,1	11,8	14,3	6,3	11,1
	Cambio (%)	-13	-13	-20	1	-6	-3	-7	-2

CATEGORÍA / DESCRIPCIÓN		1	2	3	5	6	9	10	12
Participantes	PRE	20,9	27,8	26,1	14,5	12,8	16,5	7,0	12,1
	POST	21,8	27,1	26,3	17,7	13,3	14,0	6,3	12,8
	Cambio (%)	4	-3	1	22	4	-15	-11	6
Cronbach		0,89	0,75	0,75	0,71	0,70	0,84	0,85	0,70

Aspiraciones en ciencias

Uno de los objetivos específicos de la prueba piloto fue presentar a las estudiantes un espectro más amplio de las posibles carreras de ciencias y además que tuvieran contacto con mujeres que se desempeñan en la actualidad en áreas relacionadas para que así se hicieran una idea de cómo es el trabajo en el mundo de la investigación. La intervención también buscó incrementar en las estudiantes de la prueba piloto la intención de continuar con carreras relacionadas con las ciencias, para ello se usó la encuesta antes y después pero además se compararon los resultados con los del grupo de no participantes.

Aunque en el grupo piloto no se obtuvo un cambio significativo en este constructo (20,9 de 25 puntos posibles en el antes y 21,8 en el después) al hacer la comparación con el grupo de no participantes si se aprecia una diferencia significativa, no sólo en cuanto al antes y el después, sino al cambio que hubo entre las dos encuestas. Para el grupo de no participantes se obtuvo una disminución en las aspiraciones en ciencias de 13%, resultado alineado con en estudios previos para estudiantes de este mismo rango de edad (Archer & DeWitt, 2010) y (DeWitt, Archer, & Osborne, 2014). Por el contrario, en el grupo de participantes se obtuvo un aumento de 4% en este constructo que, aunque no fue estadísticamente significativo, al menos revierte la tendencia negativa.

Así mismo, en tres ítems de este constructo se observó un cambio significativo en el porcentaje de estudiantes que estuvieron de acuerdo con las afirmaciones presentadas. Es el caso de “me gustaría convertirme en una científica/investigadora” (pasó de 58% a 83%). De igual manera, en el ítem “me gustaría trabajar en ciencias” hubo un incremento de 17 puntos porcentuales pasando de 83% en el antes a 100% en el después. Finalmente,

ante la afirmación “pienso que podría ser una buena científica/investigadora” el aumento fue de 75% en el antes a 92%. Con los anteriores resultados se demuestra que a pesar de que no se puede afirmar que el impacto de la intervención fuera estadísticamente significativo, las estudiantes que participaron cambiaron positivamente su visión de las ciencias y las consideran como una aspiración potencial después de la intervención.

En la encuesta también se les solicitó a las estudiantes responder una pregunta abierta en la que debían listar todas las profesiones que relacionaban con las ciencias. El número de profesiones que las estudiantes listaron en el antes y en el después fue similar. Sin embargo, se observó que, en el después, las estudiantes ampliaron el espectro de las carreras que relacionan con las ciencias de acuerdo con las siguientes observaciones.

En primer lugar, a diferencia de lo que ocurrió en el antes en el que especificaron algunas ramas de la ingeniería (ingeniería química, civil, etc.), en el después se encontraron respuestas como “la mayoría de las ramas de la ingeniería” o simplemente “ingeniería” lo que refleja que reconocen la relación de las ciencias con todas las áreas de la ingeniería.

En segundo lugar, en el después incluyeron carreras que no se habían relacionado en el antes y que generalmente no se consideran STEM como odontología y enfermería. Por último, se observaron respuestas que dan cuenta de que las estudiantes son conscientes de que las ciencias están relacionadas en casi todas las profesiones dado que incluyen palabras como “docente, científico, investigador” o “todo lo que tiene que ver con laboratorios” que no respondieron en el antes.

De los resultados cualitativos obtenidos del grupo focal se encontró que están muy relacionados con los datos cuantitativos. En este caso todas las estudiantes ya tenían algún grado de inclinación hacia las carreras STEM así que la intervención buscó confirmar esa inclinación y en el escenario de las estudiantes indecisas, se buscó que ellas mostraran mayor grado de inclinación hacia continuar con carreras de ciencias. Ante la pregunta ¿Considera que las actividades que desarrollamos en la prueba piloto tuvieron una influencia en tu posible elección de carrera? las estudiantes respondieron:

> Estudiante 1: “…*siento que lo que más influyó en mi fueron las conferencias…. esto me quitó algunos estereotipos y el miedo que tuve en algún momento de guiarme por algo de*

las ciencias… Los simuladores también me dieron impulso ya que es algo que estaba haciendo con mis propias manos y experimentar algo nuevo te deja feliz...

Estudiante 2: "… *entender que sí me llama mucho la atención y sobre todo darle un espacio en mi rutina y en mi tiempo a estas sesiones me hizo reafirmar que sí quiero estudiar algo relacionado con la ciencia… cuando armábamos en el primer proyecto donde estaba la jeringa y demás pues si era bastante divertido y entretenido entonces si reafirmó, en ese aspecto, bastante y además da un poco de mentalidad nueva a como me enseñaban antes*"

Estudiante 3: "… *estas sesiones nos han permitido también ver un poco más sobre la ingeniería y darnos a conocer un poco sobre algunas cosas que se pueden hacer en ingeniera ehh, por ejemplo, cuando nos tocaba dar algunas ideas sobre cómo se conectaba un cable y también inspirarnos a investigar un poco más sobre el tema*."

Estudiante 4: "… *me ayudó como a enfocar en lo que quiero a futuro, en base algunos temas que se presentaron en la prueba piloto me gustaron, me llamaron la atención me dieron ganas de ponerlos más en práctica en la vida cotidiana como por ejemplo el tema del manómetro… también me gustó sobre los sensores la protoboard y sobre el Arduino®.*

Comparativamente se evidenció que la intervención fortaleció en las estudiantes 1 y 2 sus deseos de continuar con sus aspiraciones hacia la ciencia. Se registraron expresiones como "me dio impulso" o "reafirmaron". Por su parte en las estudiantes 3 y 4 se denota una visión más amplia de las ciencias en donde se incluyen en sus respuestas expresiones como "ver un poco más", "darnos a conocer" y "me ayudó a enfocarme". Aunque las opiniones de los adolescentes pueden llegar a ser muy volátiles, es evidente que se logró en las estudiantes un cambio en la mentalidad y una visión más positiva hacia las carreras de ciencias.

En línea con lo que se estableció en la pregunta abierta en la encuesta respecto a las habilidades en las profesiones STEM, en el grupo focal también se percibió que las estudiantes relacionan más la motivación que las habilidades lógico-matemáticas para seguir carreras de ciencias:

Estudiante 1: "…*primero sería como la motivación, que tenga la motivación de estudiar ciencias si o si porque imagínate estar involucrado con algo así y que no te guste… saber que eso es lo que quiere y estar determinado a que vas a seguir ese camino de ciencia y que quieres eso*"

Estudiante 2: "…*uno de los principales ehh habilidades que se necesitan es la curiosidad, la curiosidad por el mundo por descubrirlo y además también la honestidad y pues*

perspicacia para recolectar los datos y así mismo obtener su validación, también una mente abierta para aceptar las críticas, los errores, porque en las ciencias hay muchos errores"

Estudiante 3: *"… tener un espíritu investigativo y también tener una persistencia para realizar cada una de estas investigaciones… también ser responsables porque no podemos dejar un experimento o prueba a la mitad del camino… y el trabajo en equipo puesto que la ciencia muchas veces trabaja en un conjunto, en una comunidad*"

Estudiante 4: "… *la principal es la dedicación y la pasión que se debe tener para poder aprender esto ¿no? También tener iniciativa o la curiosidad*"

Las respuestas mostradas demuestran que las estudiantes cambiaron el estereotipo de que las ciencias son difíciles y que se necesita ser inteligente para lograr estudiar algo relacionado, este también fue uno de los objetivos principales de la intervención.

Actitudes frente a las ciencias en el colegio

Otro de los constructos que tiene una influencia importante en el grado de inclinación hacia carreras STEM son las actitudes frente a las ciencias en el colegio, aunque este no fue uno de los objetivos específicos de la intervención. Dentro de los datos cuantitativos se obtuvo 27,8 puntos de promedio acumulado en el antes de un total de 30 posibles y pasó a 27,1 en el después. Aunque en el grupo piloto hubo una disminución de 3% en este constructo, resultado acorde con otros trabajos (Archer, DeWitt, & Dillon, 2014), el efecto fue positivo al hacer la comparación con el grupo de no participantes donde la disminución fue de 13%. Se debe aclarar que, de las seis afirmaciones propuestas para este constructo, en dos de ellas se obtuvieron resultados positivos respecto al porcentaje de estudiantes que se mostraron de acuerdo. Estas afirmaciones fueron: "aprendemos cosas interesantes en la clase de ciencias" que pasó de 92% a 100% así como "mi profesor de ciencias es apasionado por las ciencias" con los mismos porcentajes. Otras dos afirmaciones permanecieron invariables en 92% de acuerdo, que es un porcentaje alto, en comparación con los datos del grupo de no participantes.

Estos resultados positivos se respaldan con la información cualitativa recolectada en el grupo focal particularmente la estudiante 1 quien siempre ha estado inclinada a hacer una carrera en medicina manifestó: "Yo desde muy chiquita he querido estudiar ciencias…, gracias a ti y la forma de dictar las clases y digamos es tan dinámico y lo dices con una alegría que se nota que te gusta entonces es gracias a ti que quiero como que

mentalizarme e idearme a estudiar algo que tenga que ver con neurociencias". En las anteriores declaraciones se pone de manifiesto el alcance que tiene el docente de ciencias no solo en las actitudes de los estudiantes sino también en sus decisiones. Respecto a la primera afirmación se planteó a las estudiantes la pregunta: ¿Cómo crees que están relacionadas las ciencias que se ven en el colegio con las ciencias del mundo real?

> Estudiante 1: *"... lo que nos enseñaron tendrá que ver algo con nuestra formación para un futuro, esto que estamos viendo del ADN evidentemente en algún futuro, y como estamos en prueba piloto para ser nuevas científicas, querremos saber un poco de esto... el colegio te ayuda y te forma para que de alguna manera en algún futuro también incentives lo que te enseñaron anteriormente*"
> Estudiante 2 "*el colegio nos da una base, nos incentiva, pero hay muchísimos temas relacionados con las ciencias, nos dábamos cuenta cuando respondíamos lo que mandaste el formulario donde nos preguntaban todos los ámbitos que tenía que ver con la ciencia y la verdad es que son muchísimos… también lo vemos con los experimentos con los que vamos más allá de la clase en la prueba piloto, entonces nos da un punto de partida, pero siento que está en nosotras continuar ese camino*"
> Estudiante 3: "…*a veces como estudiantes nos ponemos a pensar que algunos temas que estamos viendo puede que no nos sirvan para nuestro diario vivir. Por ejemplo, a veces pensaba que el tema de los gases que estábamos viendo no nos podía servir, pero a veces me pongo a pensar cuando uno está en la cocina uno se pone a ver ese tema*…"
> Estudiante 4:"… *las ciencias que nos enseñan en el colegio no son tan distintas de las del mundo real, porque lo que nos enseñan en el colegio nos lo enseñan de forma más fácil que en la vida real*"

Las anteriores declaraciones permiten afirmar que, en este aspecto, se logró que las estudiantes relacionaran más las ciencias con su contexto y con su futuro. Se evidencia que conectaron los contenidos tratados con su mundo inmediato y con la idea de que en el colegio se ofrecen algunas bases pero que, si continúan en carreras relacionadas, las verán a mayor profundidad.

Autoconcepto positivo de las ciencias

En este constructo al comparar el grupo de no participantes con el grupo piloto se aprecia una diferencia de 21 puntos porcentuales. Mientras que en el grupo de no participantes la

disminución fue de 20% en el grupo piloto se logró un aumento de 1% pasando de 26,1 de un total de 30 a un 26,3 en el después. En este caso, de las 6 afirmaciones propuestas, tres mostraron un cambio hacia una percepción más positiva de su auto concepto en las ciencias demostrando que la intervención reforzó esa idea en las estudiantes.

En primer lugar, está "mi profesor espera que me vaya bien en ciencias" que pasó de 83 puntos porcentuales a 93%. Con un cambio de 92% a 100% entre las encuestas antes y después estuvieron las afirmaciones "si estudio mucho, me irá bien en ciencias" y "me va bien en ciencias". Aunque no fueron estadísticamente significativos, estos resultados reflejan que la intervención en cierta medida aumentó la confianza que sienten las estudiantes de sus desempeños en las ciencias lo que les podría inclinar hacia una carrera en ciencias.

En este aspecto los datos cualitativos reflejan una visión más positiva, al preguntarles a las estudiantes sobre sus fortalezas en las ciencias, ellas reconocieron aspectos como:

> Estudiante 1: "… *a diferencia de otros yo le pongo mucho pero mucho empeño y esfuerzo a los trabajos que hago… me gusta hablar de ciencia, escribir sobre ciencia y me gusta vivir la ciencia entonces por qué no entregar unos trabajos en los cuales se vea lo mucho qué me gusta*"
> Estudiante 2: "…*considero que he sido muy disciplinada en la entrega de los trabajos como cuando ponemos atención en clase…. Digamos en mi caso se me dificultan las fórmulas, las ecuaciones y demás entonces tengo que estar muy pendiente porque si no me pierdo, digamos que a partir de ahí empecé a cogerle un cariño a la disciplina y bueno de por si la verdad es que me gustan muchos las ciencias*"
> Estudiante 3:"…*creo que también es tomar apuntes, me di cuenta que la virtualidad uno deja al lado eso y cuando me puse a tomar apuntes sobre la clase aprendí mucho más… también me gusta investigar y leer, cuando estábamos viendo la teoría cinético molecular, había leído un libro sobre Stephen Hawking y dije ese tema ya lo había visto, es algo que te conecta a la clase y también no solo aprender uno mismo sino enseñarle a los demás*"
> Estudiante 4: "*yo pienso que me va bien en ciencias porque es de las pocas materias que me gustan … es como si, la dedicación y el empeño*"

Es de resaltar que en ningún caso las estudiantes atribuyeron sus buenos resultados a las habilidades cognitivas o inteligencia "innata" como es el estereotipo, sino más bien

mencionaron la aplicación de algunas técnicas a las que les atribuyen su éxito en las asignaturas de ciencias. Lo anterior es muy importante porque refleja que las estudiantes son conscientes que para continuar con carreras en ciencias no es necesario tener buenas calificaciones sino aplicar las técnicas correctas haciendo que exista la idea de que cualquier estudiante puede abrirse paso en las ciencias.

Participación en actividades de ciencia fuera del colegio

A diferencia de los demás constructos analizados, en este caso se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa (prueba t student de dos colas 0,028) de 22% entre el antes y el después para el grupo de participantes. Se pasó de 14,5 de 25 puntos posibles a 17,7 en el después, con lo que se evidencia que si hubo un impacto importante de la intervención.

Las estudiantes percibieron su participación en la prueba piloto como una actividad extracurricular relacionada con las ciencias y además las llevó a buscar o continuar participando en actividades relacionadas fuera del colegio. Estos resultados se refuerzan con la información cualitativa obtenida en el grupo focal, en algunos casos las estudiantes se inscribieron en cursos extracurriculares: “yo estoy en un grupo de conferencias sobre neurocirugía y eso me impulsó para guiarme por la carrera de neurocirugía… es que la manera en la cual hablan y expresan su amor hacia las ciencias, me digo Dios mío, fue increíble, ya con eso supe que quiero estudiar neurocirugía”.

Otra forma en la que las estudiantes se involucraron fue a nivel individual como fue el caso de la estudiante 2 quien manifestó “empecé a leer mucho sobre Astronomía y he leído ya 5 libros de Steven Hawking”. De otra parte, las estudiantes se vieron influenciadas no solo en el ámbito escolar sino por su contexto, otra estudiante mencionó “yo tengo un familiar que digamos es bastante cercano a las ciencias…me ha enseñado más que nada algunos aspectos de las ciencias…Me gustaría hacer muchas más cosas el próximo…”

Los datos cuantitativos y cualitativos muestran que este fue uno de los constructos en los que la intervención tuvo mejores resultados, las estudiantes empezaron a interesarse o aumentaron su interés en participar en actividades relacionadas con las ciencias, más allá

del colegio y de manera autónoma que es otro aspecto importante en la elección de carrera.

Percepciones de los científicos

Para este constructo se evaluaron tanto el aspecto positivo como el negativo, en el primer caso, el conjunto de afirmaciones no pasó la prueba de consistencia interna porque se obtuvo un coeficiente de Cronbach de 0,57, en la segunda prueba si con un coeficiente de Cronbach de 0,70. Los ítems fueron planteados de manera negativa, por ejemplo: "Los investigadores/científicos/ingenieros son personas extrañas", estos puntajes se convirtieron a manera positiva restando el valor de respuesta de cada estudiante a 6, i.e si una estudiante marcó 2 en esta afirmación (que corresponde a que está en desacuerdo), el valor analizado fue 6 – 2 = 4.

En este caso tampoco se obtuvo significancia estadística entre la prueba antes y después, de 15 puntos posibles hubo un cambio de 12,1 a 12,8 que representa una mejora en la percepción de los científicos de 6%. Por su parte en el grupo de no participantes hubo una disminución de esta percepción positiva de los científicos en 2%. Uno de los primeros objetivos de la intervención fue lograr que las estudiantes se replantearan los estereotipos que existen sobre los científicos y particularmente lo relacionado con las mujeres. La estrategia que se usó para lograr fueron las charlas que se sostuvieron al inicio de la intervención con científicas que se desempeñan actualmente en investigación. A diferencia de los resultados cuantitativos, la información del grupo focal muestra una historia muy positiva. A continuación, algunas de las declaraciones de las estudiantes:

> Estudiante 1: "… *y siento que pasa el tiempo evidentemente la generación está cambiando y tal vez las mujeres tengamos un futuro más abierto… en mi caso soy mujer y quiero ser científica, quiero estudiar algo así y otra persona no creo que tengan la influencia como para decirme si sí o si no*"
> Estudiante 2: "… *aunque considero que en la actualidad se está rompiendo muchas barreras como lo estamos haciendo en este momento y con la prueba piloto*"
> Estudiante 3: "…*que las mujeres no somos capaces de realizarla (ciencia) pero estas barreras se han destruido, y creo que en esta sociedad ya podemos tener más oportunidades que anteriormente*"

Estudiante 4: *"… yo pienso que a lo largo del tiempo se ha venido avanzando en eso ehh quitando como esos prejuicios que las mujeres no puedan y no solo eso, sino que las mujeres pueden desempeñarse en sus trabajos*"

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

A partir de un amplio diagnóstico que involucró docentes, estudiantes y egresadas se determinó la necesidad de crear a línea de ciencias en la IE principalmente como apoyo a estudiantes con interés en seguir carreras de ciencias, particularmente ciencias de la salud.

La propuesta curricular de una línea de énfasis en ciencias para estudiantes de educación media presentada en este trabajo es un modelo curricular basado en competencias. Este trabajo se planteó como estrategia para revertir tendencias negativas de actitudes frente a las ciencias que presentan estudiantes de este nivel educativo y busca impactar dos aspectos: resultados en ciencias en pruebas estandarizadas y aumento de vocaciones científicas en un grupo poblacional femenino (Archer & DeWitt, 2010).

En busca de mejorar los resultados en pruebas estandarizadas, las competencias que se usaron como referencia de la propuesta fueron aquellas evaluadas por el ICFES en la prueba Saber 11 de Ciencias Naturales: uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación.

Los contenidos se orientaron hacia ciencias de la salud y fisiología humana como rama de estudio dentro del marco de las grandes ideas de las ciencias y las leyes universales. Teniendo en cuenta la diversidad de principios científicos aplicables para su comprensión, los contenidos generales seleccionados para grado décimo fueron: Teoría cinético molecular en gases, biología molecular, termorregulación, metabolismo-respiración. Para grado once fueron: digestión-absorción, flujo sanguíneo, neuronas-sinapsis y biotecnología.

Estos contenidos se abordan de manera teórico-práctica principalmente en uno de los módulos que estructuran la propuesta: Laboratorio. Los otros dos módulos: Diseño, Ingeniería y Tecnología e Investigación se diseñaron para que los estudiantes apliquen estos principios a través del diseño de dispositivos y/o simulaciones y el desarrollo de ejercicios de investigación con impacto en el contexto inmediato.

Por sus ventajas sobre otros modelos, estos contenidos se abordan con un enfoque interdisciplinario a través de modelo pedagógico IBL integrado con aspectos de la corriente educativa STEM en los tres módulos curriculares. En lo didáctico, para el módulo de laboratorio se seleccionó la estrategia 5E: Enganchar, Explorar, Explicar, Elaborar y Evaluar con rasgos de aprendizaje activo y el uso de equipos laboratorio como Vernier ®. Para el módulo de Diseño, Ingeniería y Tecnología la metodología seleccionada fue el ABPy con el desarrollo del denominado ciclo de diseño en ingeniería e integrando el uso de simulaciones y sensores como Arduino ®. Finalmente, en el módulo de investigación, la metodología planteada fue una aproximación del enfoque mixto de acuerdo con lo establecido por Hernández (Hernandez, Fernández, & Bautista, 2010)

La pertinencia de la propuesta se evaluó a través de una prueba piloto que involucró a 15 estudiantes quienes asistieron a 20 sesiones donde se abordaron los módulos de laboratorio e ingeniería. En cuanto a los resultados cuantitativos se usó la encuesta validada del proyecto ASPIRES (Dewitt, y otros, 2011) teniendo como objeto de estudio el constructo “actitudes frente a las ciencias”. En general el grupo de participantes mantuvo constante su nivel de actitud frente a las ciencias mientras que el grupo de no participantes desmejoró, resultado alineado con en otros estudios. Debido a la modalidad en la que se tuvo que ejecutar las actividades, los resultados cuantitativos no fueron tan contundentes como se esperaba. Sin embargo, los resultados cualitativos, registrados mediante preguntas abiertas usando la técnica de grupo focal, demostraron un notable impacto en la vocación hacia las ciencias.

La propuesta curricular es innovadora en varios sentidos: en primer lugar, se profundiza en contenidos disciplinares mediante didácticas actuales como STEM y ABPy. Además, responde a las necesidades de la comunidad educativa específica ya que fue diseñada con base en un diagnóstico amplio y riguroso que incluyó la situación de las pruebas Saber

11, las egresadas y las estudiantes. Finalmente, la propuesta integra referentes internacionales actuales que moderniza la educación en ciencias en la IE.

Otro aspecto positivo fue el uso de recursos pedagógicos con los que cuenta el colegio, y que hasta el momento habían sido desaprovechados, como los sensores de Vernier® y módulos Arduino® y que contribuyen a un mejoramiento de la calidad y modernización de la educación en ciencias.

Finalmente, se rescata la disposición tanto de las estudiantes como de las directivas de la institución por permitir la implementación de un proyecto innovador y a pesar de que la participación no fue masiva, las estudiantes que hicieron parte del proyecto aprovecharon al máximo las actividades que se plantearon, fueron conscientes del potencial de las metodologías aplicadas, profundizaron en conocimientos y alfabetización científica y mejoraron su desempeño académico en las asignaturas de ciencias naturales.

4.2 Recomendaciones

Más allá de establecer si la investigación fue exitosa o no, en esta sección se discutirán algunas reflexiones sobre la prueba piloto que se llevó a cabo y cómo esta podría ser susceptible de mejora para futuras intervenciones en otras instituciones educativas.

El primer aspecto es la integración de las actividades de la prueba piloto con el desarrollo del currículo vigente en ciencias. Durante la intervención se debe buscar que las actividades tipo STEM y ABPy no se desarrollen de forma extracurricular a la clase de ciencias, sino que los estudiantes hagan una relación directa de este tipo de educación centrada en el estudiante con el desarrollo curricular tradicional en ciencias. Así no solo se genera mayor interés por la clase de ciencias en los estudiantes, sino que se aumenta las posibilidades de tener vocaciones científicas.

El segundo factor es aumentar la duración de la intervención; basados en los resultados, ocho semanas (20 sesiones) no fueron suficientes para alcanzar una mejora notable en las actitudes frente a las ciencias. A pesar de las presiones que siempre existen en cuanto

a tiempo para impartir los contenidos y la escasez de recursos, gran parte del éxito en este tipo de intervenciones radica en tener suficiente espacio para hacer una reflexión amplia y profunda en el desarrollo de las actividades, en la evaluación y sobre todo en la retroalimentación.

Aunque no está muy relacionado con el diseño curricular, un aspecto importante de esta intervención y que tuvo un gran impacto en las participantes fue las charlas experienciales impartidas por investigadoras como estrategia para inspirar vocaciones científicas y cambio en los estereotipos relacionados. Se considera que en este aspecto se debió hacer un mayor énfasis, invitando a mayor número de personas con antecedentes más diversos y así ampliar la visión de las estudiantes de lo que hace una persona que trabaja en ciencias.

Es importante mencionar también que la población de estudió fue un grupo adolescentes entre los 14 y 17 años, en este sentido, las afirmaciones que puedan surgir basadas en estos datos son muy susceptibles de cambio y no necesariamente son extrapolables a otros contextos. Lo anterior es una situación que se presenta en la mayoría de los estudios de este tipo donde, como en este caso, los datos cuantitativos pueden no tener una significancia estadística. Se hace necesario profundizar en los resultados y las conclusiones en metodologías cualitativas que reflejen mejor el impacto del proyecto en el grupo estudiado.

De manera adicional al alcance del trabajo, se hizo un análisis comparativo de los EBC (MEN, 2006) en cuanto a proceso cognitivo (competencia) y del tipo de conocimiento propuestos en la taxonomía de Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001). Se encontró que el nivel de exigencia de los EBC para grado 10 y 11 en ciencias está por debajo de otros referentes curriculares actuales como los NGSS (NGSS, 2021) y el IB y que, teniendo en cuenta que fueron publicados en 2006, se hace necesaria su renovación.

Finalmente, a manera de comentario, teniendo en cuenta las características de la población estudiada, la intervención podría dar pie a estudios más profundos sobre equidad de género y la relación que hay entre las ciencias con personas particularmente dotadas.

A. Anexo: Detalle encuesta diagnóstica egresadas 2018-2019

Sección	Ítem	Pregunta/Afirmación
Datos Generales	1	¿Aceptas que eres egresada del Colegio Nacionalizado la Presentación-Duitama?
	2	Año en el que te graduaste
	3	Estrato socioeconómico
Preferencias académicas	4	El área que MÁS te gustaba o MÁS te motivaba en el colegio era
	5	La razón por la que te gustaba o motivaba el área que escogiste está relacionada con (selecciona más de una si quieres):
	6	El área que MENOS te gustaba o MENOS te motivaba en el colegio era
	7	La razón por la que NO te gustaba o desmotivaba el área que escogiste está relacionada con (selecciona más de una si quieres):
Percepción de resultados Pruebas Saber 11	8	En una escala de 1 a 5 califica cómo consideras tus resultados GENERALES en las pruebas Saber 11 (Icfes)
	9	De las siguientes áreas, en la que consideras que te fue MEJOR en las pruebas Saber 11 (Icfes) fue:
	10	Si deseas, puedes agregar un comentario sobre tu respuesta anterior ¿Por qué crees que te fue bien en esa área? Es muy importante para nosotros saber lo que piensas.
	11	De las siguientes áreas, en la que consideras que te fue PEOR en las pruebas Saber 11 (Icfes) fue
	12	Si deseas puedes agregar un comentario sobre tu respuesta anterior ¿Por qué crees que te fue mal en esa área? Es muy importante para nosotros conocer tu punto de vista.
	13	En tu opinión personal consideras que el colegio te prepara adecuadamente para tener buen desempeño en las pruebas Saber 11 (Icfes)
	14	Si quieres podrías detallar un poco más tu respuesta a la pregunta anterior. Escribe por favor unas cuantas frases con tus pensamientos. Son muy valiosos para nosotros.
	15	Califica de una escala de 1 a 5 tu percepción respecto a las pruebas INSTRUIMOS comparándolas con las Saber 11 (Icfes).
	16	Selecciona la opción que mejor se ajusta al comparar tus resultados en pruebas INSTRUIMOS respecto a los de las pruebas Saber 11 (Icfes)
Impacto resultados Saber 11 (Icfes)	17	¿Cuántas veces has presentado la prueba Saber 11 (Icfes)?
	18	En una escala de 1 a 5 califica la influencia o relevancia que tuvieron los resultados de las pruebas Saber 11 (Icfes) en la definición de tu situación actual.
	19	

Sección	Ítem	Pregunta/Afirmación
	20	Califica de 1 a 5 tu acuerdo con la siguiente afirmación. "Si hubiera tenido mejores resultados en las pruebas Saber 11 (Icfes) mi situación actual sería diferente"
Situación actual	21	Cuéntanos sobre ti, actualmente estas:
Actualmente estudiando	22	La institución de educación superior en la que estás estudiando o en la que estas admitida es:
Universidad	23	¿Cuántos semestres después de que te graduaste del colegio fuiste admitida y/o iniciaste a estudiar en la universidad?
	24	La universidad a la que estas estudiando o estas admitida es:
	25	De las siguientes áreas del conocimiento ¿Con cuál se relaciona más la carrera a la que ingresaste/estas admitida?
	26	La decisión de estudiar la carrera a la que ingresaste a la universidad estuvo principalmente influenciada por:
	27	En una escala de 1 a 5 califica que tanta influencia tuvo el colegio (docentes, modalidad, asignaturas, psico orientación, orientación vocacional) en tu decisión sobre la carrera que escogiste.
Preuniversitario	28	¿Cuántos semestres después de que te graduaste del colegio fuiste admitida y/o iniciaste a estudiar el preuniversitario/premédico?
	29	La(s) principal(es) razón(es) por la(s) cual(es) estas estudiando o estas admitida en un preuniversitario/premédico está relacionada con (Selecciona más de una si así lo deseas)
	30	De las siguientes áreas del conocimiento ¿Con cuál se relaciona más la carrera para la que te estas preparando?
	31	La decisión de estudiar la carrera para la que te estás preparando estuvo principalmente influenciada por:
	32	En una escala de 1 a 5 califica que tanta influencia tuvo el Colegio (docentes, modalidad, asignaturas, psico orientación, orientación vocacional) en tu decisión sobre la carrera que quieres estudiar:
SENA-Instituto Técnico/ Tecnológico	33	¿Cuántos semestres después de que te graduaste del colegio fuiste admitida y/o iniciaste a estudiar en el SENA/Instituto Técnico-Tecnológico?
	34	La(s) principal(es) razón(es) por la(s) cual(es) estas estudiando o estas admitida en el SENA o en in Instituto Técnico/Tecnológico está relacionada con (Selecciona más de una si así lo deseas)
	35	Si tu respuesta a la pregunta anterior fue "Otra" nos gustaría que nos compartieras tus razones.
	36	Selecciona la respuesta que más se ajuste a tus planes:
	37	De las siguientes áreas del conocimiento con cuál crees que está relacionado el programa que estas estudiando o que vas a estudiar:
Percepción	38	En una escala de 1 a 5 califica que tan apropiadas consideras que son las modalidades del colegio (Sistemas, Dibujo arquitectónico, Humanidades) para orientar vocacionalmente a las estudiantes de 10° y 11°

Sección	Ítem	Pregunta/Afirmación
	39	En una escala de 1 a 5 califica que tan adecuadas consideras que son las modalidades del colegio (Sistemas, Dibujo arquitectónico, Humanidades) para mejorar los resultados en las pruebas Saber 11 (Icfes)
	40	¿Si al momento de ingresar a la educación media (10° y 11°) hubiera estado disponible la Modalidad Académica en Ciencias Naturales tú la hubieras seleccionado?
	41	En una escala de 1 a 5 califica si le recomendarías a un familiar estudiar una carrera o programa relacionado con las Ciencias (Ciencias puras, Ingenierías, Ciencias de la Salud)
	42	En una escala de 1 a 5 califica que tan aplicable para la vida crees que fue lo que aprendiste en el colegio sobre Ciencias (Química, Física, Biología)
	43	En una escala de 1 a 5 califica que tan importante consideras que es la ciencia para comprender y opinar sobre los acontecimientos mundiales de la actualidad (Covid-19, contaminación ambiental, cambio climático, avance tecnológico, etc.)
	44	En una escala de 1 a 5 califica que tan importante consideras que es la enseñanza de las ciencias en el colegio.

B. Anexo: Detalle encuesta actitudes hacia las ciencias bachillerato 2018-2019

Categoría de actitudes	Ítem	Afirmación
Aprendizaje de la ciencia en la escuela	1	En las clases de Ciencias aprendemos cosas interesantes
	2	En casa reviso mis apuntes tomados en las clases de Ciencias
	3	Las clases de Ciencias son interesantes
	4	Me gustaría tener más clases de Ciencias en la semana
	5	Me agrada más la clase de Ciencias que de otras asignaturas o materias
	6	La Ciencia es interesante
Autoconcepción de ciencia	7	La Ciencia es fácil
	8	Me creo buena en Ciencias
	9	Obtengo buenas notas en Ciencias
	10	Aprendo Ciencias con rapidez
	11	La Ciencia es mi tema favorito
	12	En mis clases de Ciencias comprendo todos los contenidos
Trabajo práctico en ciencia	13	El trabajo experimental en Ciencias es emocionante
	14	Me gusta el trabajo experimental en Ciencias porque me genera expectativas y preguntas
	15	El trabajo experimental en Ciencias es agradable porque me permite trabajar en grupo
	16	Cuando realizamos trabajo experimental en Ciencias me agrada porque puedo planearlo
	17	Me gustaría tener más trabajo experimental en clases de Ciencias
	18	El trabajo experimental me facilita el aprendizaje en Ciencias.
	19	Espero con interés las siguientes actividades experimentales en Ciencias.
	20	El trabajo experimental en Ciencias es interesante.
	21	Me gustaría pertenecer a un club de Ciencias.

Categoría de actitudes	Ítem	Afirmación
Ciencia fuera de la escuela	22	Me agrada ver programas de Ciencias en la TV
	23	Me gustaría visitar museos científicos,
	24	Me gustaría realizar más actividades científicas fuera de la clase.
	25	Me gustaría leer libros y revistas de Ciencias o divulgación científica.
	26	Es emocionante o interesante aprender sobre los nuevos avances y descubrimientos científicos.
Futura participación en ciencia	27	Me gustaría estudiar más Ciencias en el futuro,
	28	Me agradaría estudiar una carrera científica en la universidad.
	29	Me gustaría tener un empleo relacionado con las Ciencias.
	30	Me agradaría volverme un profesor de Ciencias.
	31	Me gustaría ser un científico.
Importancia de la ciencia	32	La Ciencia y la Tecnología son importantes para la sociedad.
	33	La Ciencia y la Tecnología hacen la vida más fácil y confortable.
	34	Los beneficios de las Ciencias son más importantes que los efectos perjudiciales.
	35	La Ciencia y la Tecnología ayudan a aliviar la pobreza.
	36	Hay muchas cosas importantes que ocurren en Ciencia y la Tecnología.
	37	El trabajo de los científicos es emocionante.
Pertenencia a la institución educativa	38	Me agrada el ambiente escolar en mi colegio.
	39	Recomendaría a mis amigos estudiar en este colegio.
	40	Las actividades que realizamos en el colegio me parecen interesantes.
	41	Me siento parte de esta institución educativa.
	42	Del total de mi tiempo deseo permanecer mucho en el colegio.
	43	Me llevo bien con mis profesores.
	44	Me siento feliz la mayor parte del tiempo cuando estoy en el colegio.
	45	Doy todo lo necesario por tener buen rendimiento en el colegio.

C. Anexo: Resultados encuesta actitudes hacia las ciencias estudiantes bachillerato

Categoría de actitudes	Ítem	TA	A	I	D	TD	Promedio ponderado	Promedio aritmético	Coeficiente Cronbach
Aprendizaje de la ciencia en la escuela	1	435	186	34	6	2	4,6	4,1	0,79
	2	163	309	133	45	13	3,9		
	3	370	214	59	16	4	4,4		
	4	179	191	201	64	28	3,6		
	5	126	231	197	79	30	3,5		
	6	462	165	28	4	4	4,6		
Autoconcepción de ciencia	7	121	242	177	93	30	3,5	3,6	0,88
	8	126	264	168	79	26	3,6		
	9	235	215	154	50	9	3,9		
	10	142	269	167	66	19	3,7		
	11	111	219	209	86	38	3,4		
	12	168	261	161	60	13	3,8		
Trabajo práctico en ciencia	13	349	224	68	16	6	4,3	4,2	0,89
	14	297	269	77	16	4	4,3		
	15	242	252	125	33	11	4,0		
	16	228	284	117	29	5	4,1		
	17	301	221	98	30	13	4,2		
	18	348	227	73	12	3	4,4		
	19	266	248	126	19	4	4,1		
	20	368	221	56	12	6	4,4		
Ciencia fuera de la escuela	21	161	197	199	76	30	3,6	4,1	0,79
	22	239	236	130	47	11	4,0		
	23	492	128	28	12	3	4,7		
	24	293	214	108	38	10	4,1		
	25	163	247	186	52	15	3,7		
	26	376	226	51	9	1	4,5		

Categoría de actitudes	Ítem	TA	A	I	D	TD	Promedio ponderado	Promedio aritmético	Coeficiente Cronbach
Futura participación en ciencia	27	157	210	154	97	45	3,5	3,2	0,91
	28	123	178	174	116	72	3,2		
	29	143	181	164	112	63	3,3		
	30	55	107	186	166	149	2,6		
	31	87	159	198	128	91	3,0		
Importancia de la ciencia	32	476	158	23	3	3	4,7	4,2	0,70
	33	325	246	79	11	2	4,3		
	34	157	282	179	32	13	3,8		
	35	142	207	212	73	29	3,5		
	36	457	161	39	5	1	4,6		
	37	331	232	92	4	4	4,3		
Pertenencia a la institución educativa	38	322	234	77	21	9	4,3	4,3	0,86
	39	407	174	65	9	8	4,5		
	40	305	252	81	19	6	4,3		
	41	432	164	51	9	7	4,5		
	42	203	228	149	56	27	3,8		
	43	382	225	46	5	5	4,5		
	44	333	201	97	18	14	4,2		
	45	371	247	37	6	2	4,5		

D. Anexo: Encuesta longitudinal aspiraciones de carrera STEM

Categoría	Ítem	NO PARTICIPANTES		PARTICIPANTES	
		ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
1. Aspiraciones en ciencias	Me gustaría estudiar más ciencias en el futuro	3,7	3,2	4,4	4,3
	Me gustaría tener un trabajo en el que se apliquen las ciencias	3,7	3,2	4,4	4,6
	Me gustaría convertirme en científico/investigador	3,0	2,5	3,9	4,2
	Creo que podría ser un buen científico/investigador un día	3,2	3,0	4,1	4,3
	Me gustaría trabajar en ciencias	3,4	3,0	4,1	4,6
2. Actitudes de las ciencias en la escuela	Aprendemos cosas interesantes en las clases de ciencias	4,8	4,1	4,8	4,8
	Deseo que lleguen las clases de ciencias	4,3	3,4	4,4	4,2
	Las clases de ciencias son emocionantes	4,4	3,5	4,6	4,3
	Las ciencias son uno de mis temas favoritos	4,1	3,4	4,7	4,7
	Mi profesor de ciencias es apasionado por las ciencias.	4,7	4,5	4,8	4,8
	Estudiar ciencias es útil para conseguir un trabajo en el futuro.	4,1	3,8	4,6	4,4
3. Auto concepto en ciencias (positivo)	Mi profesor espera que me vaya bien en ciencias	4,6	4,1	4,3	4,5
	Obtengo buenas calificaciones en ciencias	4,2	2,9	4,6	4,3
	Aprendo cosas rápidamente en las clases de ciencias	4,0	3,2	4,4	4,3
	Entiendo todo en las clases de ciencias	3,7	2,9	3,9	3,9
	Si estudio mucho, me irá bien en ciencias	4,7	4,2	4,4	4,8
	Me va bien en ciencias	4,1	3,0	4,5	4,5
4. Auto concepto en ciencias (negativo) *	Creo que las ciencias son difíciles	3,1	2,4	3,7	3,9
	Simplemente no soy buena en ciencias	3,8	3,0	3,9	4,3
	Me siento impotente en las clases de ciencias	3,7	3,2	3,9	4,3
5. Interés en ciencias fuera de la escuela	Fuera del colegio ¿con qué frecuencia haces actividades de ciencias (kits de ciencias, caminatas ecológicas)?	2,8	2,8	2,8	3,3
	Fuera del colegio ¿con qué frecuencia lees un libro o revista sobre ciencias?	2,7	2,6	3,0	3,8
	Fuera del colegio ¿con qué frecuencia visitas páginas de internet sobre ciencias?	2,9	2,8	3,3	3,8
	Fuera del colegio ¿con qué frecuencia ves programas de televisión sobre ciencias?	3,4	3,4	3,4	4,1

	¿Con qué frecuencia visitas museos, centros de ciencia o zoológicos?	2,1	2,5	1,9	2,6
6. Actitudes parentales hacia las ciencias	En mi familia piensan que las ciencias son interesantes	4,2	4,0	4,3	4,4
	En mi familia piensan que es importante que yo aprenda sobre ciencias	4,3	4,0	4,3	4,3
	En mi familia estarían felices si me convierto en científica-investigadora cuando sea grande.	4,0	3,7	4,3	4,6
7. Ambiciones parentales	Para mi familia es importante que tenga buenas calificaciones en el colegio	4,8	4,7	4,6	4,8
	Mi familia espera que yo vaya a la universidad	4,9	4,8	4,8	4,8
	Mi familia quiere que yo consiga un buen trabajo cuándo crezca	4,9	4,9	4,9	4,9
	Mi familia quiere que gane mucho dinero cuando crezca	4,5	4,4	3,9	4,3
8. Apoyo y participación parental	Para mi familia es importante que yo haga mi mejor esfuerzo en la escuela	4,9	4,8	4,8	4,7
	Mis padres o cuidadores saben de mi desempeño académico en el colegio.	4,8	4,7	4,8	4,8
	Mis padres o cuidadores van a las reuniones que organiza por el colegio.	4,5	4,4	4,3	4,8
9. Orientación de compañeros hacia las ciencias	¿Cuántos de sus amigos cercanos obtienen buenas calificaciones en ciencias?	3,7	3,4	3,8	3,6
	¿Cuántos de tus amigos cercanos se preocupan por sus calificaciones en ciencias?	3,7	3,8	4,4	3,7
	¿Cuántos de tus amigos cercanos son inteligentes para ciencias?	3,6	3,4	4,0	3,4
	¿Cuántos de sus amigos cercanos la animan para que le vaya bien en ciencias?	3,8	3,7	4,3	3,3
10. Actitudes de los compañeros hacia las ciencias	¿A cuántos de tus amigos cercanos les gustan las ciencias?	3,2	3,1	3,5	3,2
	¿Cuántos de tus amigos cercanos creen que las ciencias son chéveres?	3,6	3,3	3,5	3,1
11. Imágenes positivas de los científicos	Los investigadores, científicos e ingenieros pueden hacer diferencia en el mundo	4,8	4,7	4,8	4,8
	Los investigadores, científicos e ingenieros ganan mucho dinero	4,0	4,1	3,8	4,1
	Los investigadores, científicos e ingenieros tienen trabajos emocionantes	4,4	4,2	4,7	4,5
	Los investigadores, científicos e ingenieros son personas inteligentes.	4,7	4,5	4,5	4,2
	Los investigadores, científicos e ingenieros son personas respetadas en Colombia	3,8	3,7	3,6	3,3
12. Imágenes negativas de los científicos*	Los investigadores, científicos e ingenieros son personas extrañas.	4,1	4,0	4,1	4,5
	Los investigadores, científicos e ingenieros pasan la mayor parte del tiempo trabajando solos	3,3	3,2	3,8	3,6
	Los investigadores, científicos e ingenieros no tienen otros intereses	3,9	3,9	4,2	4,8
13. Hacer/crear en el trabajo futuro	En mi trabajo futuro es importante para mí hacer diferencia en el mundo	4,5	4,5	4,6	4,8
	En mi trabajo futuro es importante para mí trabajar en exteriores.	4,3	4,4	3,9	4,3
	En mi trabajo futuro es importante para mí hacer, diseñar o inventar cosas.	3,7	3,9	3,8	4,4
	En mi trabajo futuro es importante para mí construir o reparar cosas usando las manos	3,6	3,6	3,4	3,8
14.	En mi trabajo futuro es importante para mí trabajar con otros en lugar de trabajar solo.	3,8	3,7	3,8	3,9

Trabajo Futuro Social	En mi trabajo futuro es importante para mí tener tiempo para mis pasatiempos y para poder desarrollar otros intereses.	4,5	4,4	4,6	4,7
	En mi trabajo futuro es importante para mí trabajar con personas en lugar de trabajar con cosas	3,9	4,0	3,8	3,4
	En mi trabajo futuro es importante para mí tener tiempo para mi familia	4,7	4,5	4,8	4,8
15. Trabajo futuro-ambición	En mi trabajo futuro es importante para mí ganar mucho dinero	4,0	4,3	3,8	4,0
	En mi trabajo futuro es importante para mí ser mi propio jefe.	4,2	4,3	3,8	3,9
	En mi trabajo futuro es importante para mí volverme famosa	3,1	3,3	2,7	2,8

E. Anexo: Codificación EBC

C	SUBUNIDAD	CÓDIGO	ESTÁNDAR.
PROCESOS QUÍMICOS	Estructura y propiedades de la materia	PQ-EM-01.	Explico la estructura de los átomos a partir de diferentes teorías.
		PQ-EM-06	Relaciono grupos funcionales con las propiedades físicas y químicas de las sustancias.
		PQ-EM-02	Explico la obtención de energía nuclear a partir de la alteración de la estructura del átomo
		PQ-EM-04	Uso la tabla periódica para determinar propiedades físicas y químicas de los elementos.
		PQ-EM-05	Relaciono la estructura del carbono con la formación de moléculas orgánicas
		PQ-EM-03	Explico la relación entre la estructura de los átomos y los enlaces que realiza.
		PQ-EM-07	Comparo sólidos, líquidos y gases teniendo en cuenta el movimiento de sus moléculas y las fuerzas electroestáticas. *
	Reacciones químicas	PQ-RQ-01	Identifico cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente.
		PQ-RQ-02	Explico los cambios químicos desde diferentes modelos.
		PQ-RQ-03	Realizo cálculos cuantitativos en cambios químicos.
		PQ-RQ-04	Verifico el efecto de presión y temperatura en los cambios químicos.
		PQ-RQ-05	Identifico condiciones para controlar la velocidad de cambios químicos.

C	SUBUNIDAD	CÓDIGO	ESTÁNDAR.
		PQ-RQ-06	Caracterizo cambios químicos en condiciones de equilibrio.
		PQ-RQ-07	Explico algunos cambios químicos que ocurren en el ser humano.
PROCESOS FÍSICOS	Fuerzas e interacciones	PF-FI-01	Establezco relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme y establezco condiciones para conservar la energía mecánica.
		PF-FI-02	Modelo matemáticamente el movimiento de objetos cotidianos a partir de las fuerzas que actúan sobre ellos
		PF-FI-03	Establezco relaciones entre la conservación del momento lineal y el impulso en sistemas de objetos.
		PF-FI-04	Relaciono masa, distancia y fuerza de atracción gravitacional entre objetos.
		PF-FI-05	Establezco relaciones entre el modelo del campo gravitacional y la ley de gravitación universal.
		PF-FI-06	Establezco relaciones entre fuerzas macroscópicas y fuerzas electrostáticas.
		PF-FI-07	Establezco relaciones entre campo gravitacional y electrostático y entre campo eléctrico y magnético.
		PF-FI-08	Establezco relaciones entre estabilidad y centro de masa de un objeto.
	Energía	PF-E-01	Explico el comportamiento de fluidos en movimiento y en reposo.
		PF-E-02	Explico la transformación de energía mecánica en energía térmica.
		PF-E-03	Relaciono voltaje y corriente con los diferentes elementos de un circuito eléctrico complejo y para todo el sistema.
		PF-E-04	Establezco relaciones entre energía interna de un sistema termodinámico, trabajo y transferencia de energía térmica, y las expreso matemáticamente. *
	Ondas	PF-O-01	Establezco relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas. *
		PF-O-02	Explico el principio de conservación de la energía en ondas que cambian de medio de propagación. *

C	SUBUNIDAD	CÓDIGO	ESTÁNDAR.
PROCESOS BIOLÓGICOS	Estructura y Función	PB-EF-02	Establezco relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares. *
		PB-EF-03	Reconozco la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario*
		PB-EF-01	Explico el funcionamiento de neuronas a partir de modelos químicos y eléctricos.
	Materia y Energía en Organismos y Ecosistemas	PB-ME-01	Argumento la importancia de la fotosíntesis como un proceso de conversión de energía necesaria para organismos aerobios.
		PB-ME-02	Busco ejemplos de principios termodinámicos en algunos ecosistemas.
		PB-ME-03	Explico las relaciones entre materia y energía en las cadenas alimentarias.
		PB-ME-04	Identifico y explico ejemplos del modelo de mecánica de fluidos en los seres vivos.
		PB-ME-05	Relaciono los ciclos del agua y de los elementos con la energía de los ecosistemas.
	Relaciones Interdependientes en ecosistemas	PB-RE-01	Explico diversos tipos de relaciones entre especies en los ecosistemas.
		PB-RE-02	Establezco relaciones entre individuo, población, comunidad y ecosistema.
		PB-RE-03	Explico y comparo algunas adaptaciones de seres vivos en ecosistemas del mundo y de Colombia.
	Herencia y Variación genética	PB-VG-01	Explico la relación entre el ADN, el ambiente y la diversidad de los seres vivos.
	Selección Natural	PB-SN-01	Establezco relaciones entre mutación, selección natural y herencia.
		PB-SN-02	Comparo casos en especies actuales que ilustren diferentes acciones de la selección natural.
CIENCIAS	-	CTS-01	Explico cambios químicos en la cocina, la industria y el ambiente.

C	SUBUNIDAD	CÓDIGO	ESTÁNDAR.
		CTS-02	Verifico la utilidad de microorganismos en la industria alimenticia
		CTS-03	Describo factores culturales y tecnológicos que inciden en la sexualidad y la reproducción humanas
		CTS-04	Argumento la importancia de las medidas de prevención del embarazo y de las enfermedades de transmisión sexual en el mantenimiento de la salud individual y colectiva.
		CTS-05	Identifico tecnologías desarrolladas en Colombia.

F. Anexo: Taxonomía de Bloom

Este es un marco conceptual creado por Benjamin S. Bloomm para facilitar el intercambio de criterios de evaluación entre facultades de diferentes universidades midiendo el mismo objetivo educativo. (Krathwohl, 2010).

Existen dos versiones de la taxonomía de Bloom, en la publicación original de 1956 (Bloom, Engelhart , & Furst, 1956) Bloom establece tres dominios: cognitivo, afectivo y psicomotor, siendo el cognitivo el de mayor relevancia en el desarrollo curricular. En este dominio estableció seis categorías jerárquicas: Conocimiento, Comprensión, Aplicación, Análisis, Síntesis y Evaluación.

En 2001 se publicó una nueva versión de la taxonomía de Bloom en la que Anderson (Anderson & Krathwohl, 2001), separa en dos dimensiones cada una de las categorías establecidas por Bloom: la de conocimiento y la de procesos cognitivos. Los EBC se expresan en forma de expectativa de lo que estudiantes deberían ser capaces de realizar, por ejemplo: “Explico las relaciones entre materia y energía de las cadenas alimentarias” (EBC p. 140). En este caso la dimensión del conocimiento corresponde al sustantivo: “relaciones entre materia y energía de las cadenas alimentarias” y la dimensión de procesos cognitivos corresponde al verbo: “Explicar”. Con lo anterior las categorías originales de Bloom se diferencian y especifican de tal manera que su aplicación es útil para evaluar objetivos de propuestas curriculares.

La reorganización de las categorías de Bloom hecha por Anderson (2001) se presenta en las siguientes tablas.

TIPO DE CONOCIMIENTO	DEFINICIÓN	SUBTIPO DE CONOCIMIENTO EN	EJEMPLO
Fáctico	Los elementos básicos que los estudiantes deben saber para estar familiarizados con una disciplina o resolver problemas en ella	Terminología	Vocabulario técnico
		Detalles específicos y elementos	Fuentes de información confiable
Conceptual	Las interrelaciones entre los elementos básicos dentro de una estructura más grande que les permite funcionar juntos	Clasificación y categorías	Periodos de las eras geológicas
		Principios y generalizaciones	Teorema de Pitágoras
		Teorías modelos y estructuras	Teoría de la evolución
Procedimental	La manera de hacer algo, métodos de indagación y criterios para usar habilidades, algoritmos, técnicas y métodos	Habilidades y algoritmos propios de un área	Algoritmo de división de números enteros
		Técnicas y métodos propios de un área	Método científico
		Criterios para determinar uso apropiado de conocimientos	Criterios aplicación de la segunda Ley de Newton
Metacognitivo	Comprensión del proceso cognitivo y la toma de conciencia del propio proceso cognitivo.	Estratégico	Subrayado partes importantes dentro de un texto
		Tareas cognitivas (conocimiento contextualizado y condicional)	Reconocer tipos de pruebas aplicadas por los profesores
		Autoconocimiento	Conciencia del propio nivel de conocimiento

Fuente: Anderson & Krathwohl, 2001

CATEGORÍA	DEFINICIÓN	SUBCATEGORÍAS	DEFINICIÓN
1.Recordar	Recuperar conocimiento relevante de la memoria a largo plazo	**Reconocer** / Identificar	Localización del conocimiento en la memoria a largo plazo que es consistente con material presentado
		Recuperar / memorizar	Recuperación de conocimientos relevantes de la memoria a largo plazo
2.Entender	Construir significado a partir de mensajes de instrucciones: oral, escrito y gráfico	**Interpretar**/Clarificar/representar /parafrasear/traducir	Cambiar de una forma de representación (i.e. numérica) a otra (i.e. verbal)
		Ejemplificar / ilustrar / instanciar	Encontrar un ejemplo específico o ilustración de un concepto o principio
		Clasificar / Categorizar / subdividir	Determinar que algo pertenece a una categoría
		Resumir / abstraer / generalizar	Abstraer un tema general o puntos principales
		Inferir / concluir / extrapolar / interpolar /predecir	Extraer una conclusión lógica de la información presentada
		Comparar / contrarrestar / rastrear / relacionar	Detectar correspondencias entre dos ideas, objetos, y similares
		Explicar / Construir modelos	Construcción de un modelo de causa y efecto de un sistema
3.Aplicar		**Ejecutar** / llevar a cabo	Aplicar un procedimiento a una tarea rutinaria

CATEGORÍA	DEFINICIÓN	SUBCATEGORÍAS	DEFINICIÓN
	Llevar a cabo un procedimiento en una situación dada	Implementar /usar	Aplicar un procedimiento a una tarea NO rutinaria
4.Analizar	Desintegrar un material entre sus partes constituyentes y determinar cómo las partes se relacionan entre ellas y con la estructura o propósito general	**Diferenciar** /discriminar / distinguir / focalizar / seleccionar	Distinguir partes relevantes y no relevantes de un material entregado
		Organizar / encontrar coherencia / integrar / resaltar / estructurar	Determinar cómo los elementos se ajustan o funcionan en una estructura
		Atribuir / deconstruir	Determinar punto de vista, sesgos, valores o intenciones detrás de un material presentado
5.Evaluar	Emitir juicios basándose en criterios y estándares	Verificar/Coordinar/detectar/monitorear/probar	Detectar inconsistencias o fallas en un procedimiento o producto. Detectar consistencia interna de un procedimiento y la efectividad del procedimiento a medida que se implementa.
		Criticar/juzgar	Detectar inconsistencia de un producto con criterios externos. Revisar inconsistencia externa. Determinar pertinencia de la aplicación de un procedimiento
6.Crear	Organizar elementos para formar un conjunto coherente o funcional. Reorganizar elementos en una nueva estructura o patrón	Generar/hipotetizar	Proponer hipótesis alternativas con base en criterios
		Planificar /Diseñar	Idear un procedimiento para hacer una tarea
		Producir /Construir	Inventar un producto

Fuente: Anderson & Krathwohl, 2001

G. Anexo: Categorización competencias EBC

Competencia	Evidencia	Afirmación
1. Uso comprensivo del conocimiento científico	1. 1 Identificar las características de algunos fenómenos de la naturaleza, basándose en el análisis de información y conceptos propios del conocimiento científico.	1.1.A. Identifica características de los organismos, sus interrelaciones con otros y con los fenómenos que ocurren en ecosistemas, para comprender la dinámica de lo vivo.
		1.1.B. Identifica las fuerzas, torques, energías, masas, cargas, temperaturas, longitudes de onda y cualquier otra variable o constante física que determine la dinámica de un sistema.
		1.1.C. Identifica las propiedades y estructura de la materia, y diferencia entre elementos, compuestos y mezclas.
		1.1. D Reconoce posibles cambios en el entorno por la explotación de un recurso natural o por el uso de una tecnología.
	1.2 Asociar fenómenos naturales con conceptos propios del conocimiento científico.	1.2. A Establece relaciones entre conceptos y fenómenos biológicos para comprender su entorno.
		1.2. B. Relaciona las distintas variables y constantes físicas que determinan la dinámica de un sistema mediante el uso de los principios y leyes de la física.
		1.2. C. Establece relaciones entre conceptos químicos con distintos fenómenos naturales.
2. Explicación de fenómenos	2.1 Explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza sobre, la base de observaciones, patrones y conceptos propios de conocimiento científico.	2.1. A Analiza la dinámica interna de los organismos y de los ecosistemas, y da razón de cómo funcionan sus componentes por separado y en conjunto para mantenerse en equilibrio.
		2.1.B Elabora explicaciones al relacionar las variables de estado que describen un sistema, argumentando a partir de los conceptos y leyes de la física.
		2.1.C Analiza distintos fenómenos naturales y establece argumentos para explicarlos, usando distintos conceptos químicos.
	2.2 Modelar fenómenos de la naturaleza mediante análisis de	2.2.A Reconoce el modelo biológico, físico o químico apropiado para representar un fenómeno natural.

Competencia	Evidencia	Afirmación
	variables, relación entre conceptos y evidencia derivada de investigaciones.	2.2.B Usa modelos biológicos, físicos y químicos para explicar y predecir fenómenos naturales.
	2.3 Analizar el uso potencial de los recursos naturales y sus efectos sobre el entorno y la salud, así como las posibilidades de desarrollo que brindan para las comunidades.	2.3.A Explica algunos principios para mantener la buena salud individual y pública, sobre la base de conceptos biológicos, químicos y físicos.
		2.3.B Explica cómo la explotación de un recurso natural o el uso de una tecnología tienen efectos positivos o negativos en las personas y en el entorno.
		2.3.C Explica el uso correcto y seguro de una tecnología o de un artefacto en un contexto específico.
3. Indagación	3.1 Establecer qué tipo de preguntas pueden contestarse mediante una investigación científica.	3.1.A Comprende qué tipo de preguntas son pertinentes para una investigación científica.
		3.1.B Reconoce la importancia de la evidencia para comprender fenómenos naturales.
	3.2 Utilizar procedimientos para evaluar predicciones.	3.2.A Propone hipótesis de eventos o fenómenos que sean consistentes con conceptos de la ciencia.
		3.2.B Vincula información para evaluar una predicción o una hipótesis.
		3.2.C Diseña experimentos para dar respuesta a sus preguntas.
		3.2.D Elige y utiliza instrumentos adecuados para reunir datos.
		3.2.E Reconoce la necesidad de registrar y clasificar la información para realizar un buen análisis.
	3.3 Observar y relacionar patrones en los datos para evaluar las predicciones.	3.3.A Representa datos en gráficas y tablas.
		3.3.B Interpreta y sintetiza datos representados en textos, gráficas, dibujos, diagramas o tablas.
		3.3.C Identifica patrones y regularidades en los datos.
	3.4 Derivar conclusiones sobre la base de conocimientos científicos y evidencia de su propia investigación y de la de otros.	3.4.A Hace predicciones con base en información, patrones y regularidades.
		3.4.B Elabora conclusiones a partir de información o evidencias que las respalden.

Fuente: ICFES, 2019

Cada una de las afirmaciones que componen las competencias evaluadas por el ICFES fue analizada a la luz de la taxonomía de Bloom propuesta por Anderson (2011). Los resultados se muestran en la siguiente tabla

Dimensión de conocimiento	Dimensión del proceso cognitivo					
	Recordar	**Entender**	**Aplicar**	**Analizar**	**Evaluar**	**Crear**
Fáctico	1.1.C			1.1.C		3.3.A
Conceptual	1.1.A 1.1.B 1.1.D	1.2.A 1.2.B 1.2.C 2.1.B 2.3.A 2.3.B 2.3.C	2.2.B 2.3.C	2.1.A 2.1.C 2.2.A 3.3.B	3.1.A 3.3.C 3.4.A	3.2.B 3.4.B
Procedimental		3.1.B			3.2.E	3.2.C 3.2.D
Metacognitivo						

Fuente: Propia

.

H. Anexo: Categorización EBC y NGSS

Categorización EBC de acuerdo con la taxonomía de Bloom

Dimensión de conocimiento	**Dimensión del proceso cognitivo**					
	Recordar	**Entender**	**Aplicar**	**Analizar**	**Evaluar**	**Crear**
Fáctico	PQ-RQ-01	PB-EF-03	PQ-EM-06	PQ-EM-04		
Conceptual		PQ-EM-01/02/03 PQ-EM-05/07 PQ-RQ-02/07 PB-EF-01/02 PB-ME-01/02/03 PB-ME-04/05 PB-RE-01/02/03 PB-VG-01 PB-SN-01/02 PF-FI-03/04/05/ PF-FI-06/07/08 PF-E-01/02/03/04 PF-O-01/02 CTS-04/05		CTS-02/03		
Procedimental	PQ-RQ-05	PF-FI-01 CTS-01	PQ-RQ-03 PF-FI-02	PQ-RQ-06	PQ-RQ-04	
Metacognitivo						

Equivalencia entre EBC y NGSS

EBC (MEN, 2006)		**NGSS** (NGSS, 2021)	
PQ-EM-01.	Explico la estructura de los átomos a partir de diferentes teorías.	HS-PS1-3	Planificar y llevar a cabo una investigación para reunir pruebas que permitan comparar la estructura de las sustancias a gran escala para inferir la intensidad de las fuerzas eléctricas entre las partículas.
PQ-EM-06	Relaciono grupos funcionales con las propiedades físicas y químicas de las sustancias.		
PQ-EM-07	Comparo sólidos, líquidos y gases teniendo en cuenta el movimiento de sus moléculas y las fuerzas electroestáticas.*		
PQ-EM-02	Explico la obtención de energía nuclear a partir de la alteración de la estructura del átomo	HS-PS1-8	Desarrollar modelos para ilustrar los cambios en la composición del núcleo del átomo y la energía liberada durante los procesos de fisión, fusión y desintegración radiactiva.
PQ-EM-04	Uso la tabla periódica para determinar propiedades físicas y químicas de los elementos.	HS-PS1-1	Utilice la tabla periódica como un modelo para predecir las propiedades relativas de los elementos basados en los patrones de electrones en el nivel de energía más externo de los átomos.
PQ-EM-05	Relaciono la estructura del carbono con la formación de moléculas orgánicas	HS-LS1-6	Construya y revise una explicación basada en evidencia de como el carbono, hidrógeno y oxígeno de moléculas de azúcar se combinan con otros elementos para formar aminoácidos y otras grandes moléculas basadas en carbono
PQ-EM-03	Explico la relación entre la estructura de los átomos y los enlaces que realiza.	HS-PS1-3	Construir y revisar una explicación para el resultado de una reacción química simple basada en los estados de electrones más externos de los átomos, las tendencias en la tabla periódica, y el conocimiento de los patrones de propiedades químicas.
PQ-RQ-01	Identifico cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente.	HS-PS1-4	Desarrollar un modelo para ilustrar que la liberación o absorción de energía de un sistema de reacción química depende de los cambios en la energía total de los enlaces.
PQ-RQ-02	Explico los cambios químicos desde diferentes modelos.		
PQ-RQ-03	Realizo cálculos cuantitativos en cambios químicos.	HS-PS1-7	Usar representaciones matemáticas para apoyar la afirmación de que los átomos, y por lo tanto la masa, se conservan durante una reacción química.
PQ-RQ-04	Verifico el efecto de presión y temperatura en los cambios químicos.	HS-PS1-5	Aplicar los principios científicos y la evidencia para proporcionar una explicación sobre los efectos de cambiar la temperatura o la concentración de las partículas que reaccionan sobre la velocidad a la que se produce una reacción.
PQ-RQ-05	Identifico condiciones para controlar la velocidad de cambios químicos.		
PQ-RQ-06	Caracterizo cambios químicos en condiciones de equilibrio.	HS-PS1-6	Perfeccionar el diseño de un sistema químico especificando un cambio en las condiciones que produciría un aumento cantidades de productos en equilibrio.
PQ-RQ-07	Explico algunos cambios químicos que ocurren en el ser humano.		
PF-FI-01	Establezco relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme y establezco condiciones para conservar la energía mecánica.	HS-PS2-1	Analizar los datos para apoyar la afirmación de que la segunda ley de movimiento de Newton describe la relación matemática entre la fuerza neta sobre un objeto macroscópico, su masa y su aceleración.
PF-FI-02	Modelo matemáticamente el movimiento de objetos cotidianos a partir de las fuerzas que actúan sobre ellos		
PF-FI-03	Establezco relaciones entre la conservación del momento lineal y el impulso en sistemas de objetos.	HS-PS2-2	Utilice representaciones matemáticas para apoyar la afirmación de que el momento total de un sistema de objetos es conservado cuando no hay fuerza neta en el sistema.

EBC (MEN, 2006)		**NGSS** (NGSS, 2021)	
PF-FI-04	Relaciono masa, distancia y fuerza de atracción gravitacional entre objetos.	HS-PS2-4	Usar representaciones matemáticas de la Ley de Gravitación de Newton y la Ley de Coulomb para describir y predecir las fuerzas gravitacionales y electrostáticas entre los objetos.
PF-FI-05	Establezco relaciones entre el modelo del campo gravitacional y la ley de gravitación universal.		
PF-FI-06	Establezco relaciones entre fuerzas macroscópicas y fuerzas electrostáticas.		
PF-FI-07	Establezco relaciones entre campo gravitacional y electrostático y entre campo eléctrico y magnético.	HS-PS2-5	Planificar y llevar a cabo una investigación para proporcionar evidencia de que una corriente eléctrica puede producir un campo magnético y que un campo magnético cambiante puede producir una corriente eléctrica.
PF-FI-08	Establezco relaciones entre estabilidad y centro de masa de un objeto.		
PF-E-01	Explico el comportamiento de fluidos en movimiento y en reposo.	HS-PS3-2	Desarrollar y utilizar modelos para ilustrar que la energía a escala macroscópica puede ser considerada como combinación de energía asociada con el movimiento de partículas (objetos) y energía asociada con la posición relativa de las partículas (objetos).
PF-E-02	Explico la transformación de energía mecánica en energía térmica.	HS-PS3-3	Diseñe, construya y perfeccione un dispositivo que funcione dentro de ciertas restricciones para convertir una forma de energía en otra forma de energía.
PF-E-03	Relaciono voltaje y corriente con los diferentes elementos de un circuito eléctrico complejo y para todo el sistema.	HS-PS3-5	Desarrollar y utilizar un modelo de dos objetos que interactúan a través de campos eléctricos o magnéticos para ilustrar las fuerzas entre los objetos y los cambios en la energía de los objetos debido a la interacción.
PF-E-04	Establezco relaciones entre energía interna de un sistema termodinámico, trabajo y transferencia de energía térmica, y las expreso matemáticamente. *	HS-PS3-4	Planificar y llevar a cabo una investigación para proporcionar pruebas de que la transferencia de energía térmica cuando dos componentes de diferentes temperaturas se combinan dentro de un sistema cerrado resulta en una energía más uniforme distribuida entre los componentes del sistema (segunda ley de la termodinámica).
PF-O-01	Establezco relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas.*	HS-PS4-1	Utilice representaciones matemáticas para apoyar una afirmación con respecto a las relaciones entre la frecuencia, la longitud de onda, y la velocidad de las ondas viajando en varios medios
PF-O-02	Explico el principio de conservación de la energía en ondas que cambian de medio de propagación.*	HS-PS4-4	Evaluar la validez y fiabilidad de las afirmaciones en materiales publicados de los efectos que las diferentes frecuencias de radiación electromagnética cuando ha sido absorbida por la materia
PB-EF-02	Establezco relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares.*	HS-LS1-1	Construir una explicación basada en la evidencia de cómo la estructura del ADN determina la estructura de las proteínas que llevan a cabo las funciones esenciales de la vida a través de sistemas de células especializadas.
PB-EF-03	Reconozco la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario*	HS-LS3-1	Haga preguntas para aclarar las relaciones sobre el papel del ADN y los cromosomas en la codificación de las instrucciones para rasgos característicos pasados de padres a hijos

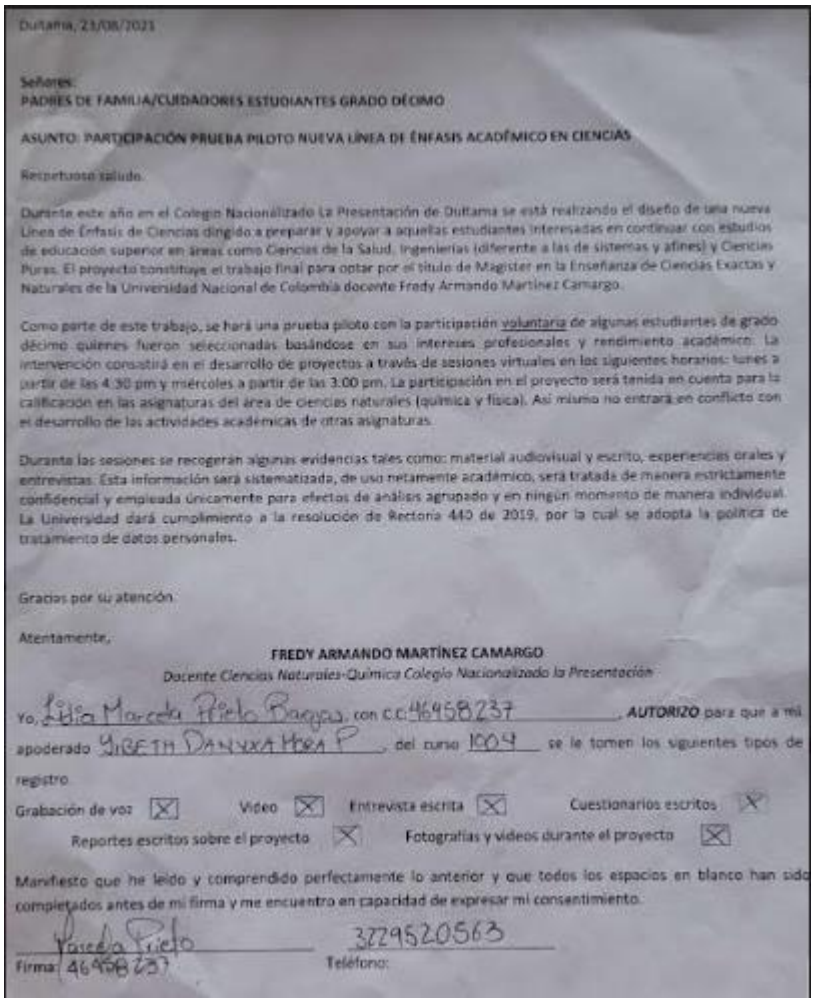
EBC (MEN, 2006)		**NGSS** (NGSS, 2021)	
PB-EF-01	Explico el funcionamiento de neuronas a partir de modelos químicos y eléctricos.	HS-LS1-3	Planear y construir una investigación que proponga evidencias de que mecanismos de retroalimentación mantienen la homeóstasis
PB-ME-01	Argumento la importancia de la fotosíntesis como un proceso de conversión de energía necesaria para organismos aerobios.	HS-LS1-5	Utilice un modelo para ilustrar cómo la fotosíntesis transforma la energía de la luz en energía química almacenada
		HS-LS1-7	Usar un modelo para ilustrar que la respiración celular es un proceso químico donde los enlaces de las moléculas de alimento y de oxígeno se rompen y se forman enlaces de productos nuevos lo que resulta en trasferencia de energía neta.
PB-ME-02	Busco ejemplos de principios termodinámicos en algunos ecosistemas.	HS-LS2-3	Construir y revisar una explicación basada en evidencia para el ciclo de la materia y el flujo de energía en condiciones aeróbicas y anaeróbicas.
PB-ME-03	Explico las relaciones entre materia y energía en las cadenas alimentarias.	HS-LS2-4	Utilice representaciones matemáticas para apoyar las afirmaciones del ciclo de la materia y el flujo de energía entre organismos en un ecosistema.
PB-ME-04	Identifico y explico ejemplos del modelo de mecánica de fluidos en los seres vivos.	HS-LS1-2	Desarrollar y usar un modelo para ilustrar la organización jerárquica de los sistemas que interactúan y ejecutan funciones específicas en organismos multicelulares
PB-ME-05	Relaciono los ciclos del agua y de los elementos con la energía de los ecosistemas.	HS-LS2-5	Desarrollar un modelo para ilustrar el papel de la fotosíntesis y la respiración celular en el ciclo del carbono entre la biosfera, la atmósfera, la hidrosfera y la geosfera.
PB-RE-01	Explico diversos tipos de relaciones entre especies en los ecosistemas.	HS-LS2-6	Evaluar las afirmaciones, evidencia y razonamiento de que las interacciones complejas en los ecosistemas mantienen relativamente números y tipos de organismos coherentes en condiciones estables, pero las condiciones cambiantes pueden dar lugar a un nuevo ecosistema.
PB-RE-02	Establezco relaciones entre individuo, población, comunidad y ecosistema.		
PB-RE-03	Explico y comparo algunas adaptaciones de seres vivos en ecosistemas del mundo y de Colombia.	HS-LS2-8	Evaluar la evidencia del papel del comportamiento grupal en las posibilidades de supervivencia de individuos y especies y de reproducirse.
PB-VG-01	Explico la relación entre el ADN, el ambiente y la diversidad de los seres vivos.	HS-LS3-1	Haga preguntas para aclarar las relaciones sobre el papel del ADN y los cromosomas en la codificación de las instrucciones para rasgos característicos pasados de padres a hijos
PB-SN-01	Establezco relaciones entre mutación, selección natural y herencia.	HS-LS4-2	Construir una explicación basada en la evidencia de que el proceso de evolución resulta principalmente de cuatro factores: (1) la posibilidad de que una especie aumente en número, (2) la variación genética hereditaria de los individuos en una especie debida a la mutación y la reproducción sexual, (3) la competencia por los recursos limitados, y (4) la proliferación de los organismos que son más capaces de sobrevivir y reproducirse en el medio ambiente.
PB-SN-02	Comparo casos en especies actuales que ilustren diferentes acciones de la selección natural.	HS-LS4-4	Construir una explicación basada en la evidencia de cómo la selección natural conduce a la adaptación de las poblaciones
CTS-01	Explico cambios químicos en la cocina, la industria y el ambiente.	HS-ETS1-1	Analizar un desafío global importante teniendo en cuenta especificaciones, criterios y limitaciones cualitativas y cuantitativas para

EBC (MEN, 2006)		**NGSS** (NGSS, 2021)	
CTS-02	Verifico la utilidad de microorganismos en la industria alimenticia	HS-ETS1-2 HS-ETS1-3	solucionar necesidades y deseos de la sociedad. Diseñar una solución a un problema complejo del mundo real dividiéndolo en problemas más pequeños y manejables que se pueden resolver a través de la ingeniería. Evaluar una solución a un problema complejo del mundo real basado en criterios priorizados y compensaciones que tengan en cuenta para una serie de limitaciones, incluidos el coste, la seguridad, la fiabilidad y la estética, así como posibles aspectos sociales, culturales e impactos ambientales.
CTS-03	Describo factores culturales y tecnológicos que inciden en la sexualidad y la reproducción humanas		
CTS-04	Argumento la importancia de las medidas de prevención del embarazo y de las enfermedades de transmisión sexual en el mantenimiento de la salud individual y colectiva.		
CTS-05	Identifico tecnologías desarrolladas en Colombia.		

Categorización NGSS HS de acuerdo con la taxonomía de Bloom

DIMENSIÓN DE CONOCIMIENTO	**DIMENSIÓN DEL PROCESO COGNITIVO**					
	RECORDAR	**ENTENDER**	**APLICAR**	**ANALIZAR**	**EVALUAR**	**CREAR**
Fáctico						
Conceptual		HS-LS3-1	HS-PS2-4	HS-PS2-1 HS-LS2-3 HS-LS4-2 HS-LS4-4	HS-PS4-4 HS-LS2-6 HS-LS2-8 HS-LS1-2	HS-PS1-1
Procedimental			HS-PS1-8 HS-PS1-4 HS-LS2-5 HS-PS1-7 HS-PS2-2 HS-PS4-1 HS-LS2-4		HS-PS1-5 HS-PS1-6 HS-PS3-2 HS-PS3-5 HS-LS1-5	HS-PS1-3 HS-PS2-5 HS-PS3-3 HS-PS3-4 HS-ETS1-2
Metacognitivo			HS-ETS1-1		HS-ETS1-3	

I. Anexo: Evidencias aplicación prueba piloto



Duitama, 23/08/2021

Señores
PADRES DE FAMILIA/CUIDADORES ESTUDIANTES GRADO DÉCIMO

ASUNTO: PARTICIPACIÓN PRUEBA PILOTO NUEVA LÍNEA DE ÉNFASIS ACADÉMICO EN CIENCIAS

Respetuoso saludo.

Durante este año en el Colegio Nacionalizado La Presentación de Duitama se está realizando el diseño de una nueva Línea de Énfasis de Ciencias dirigido a preparar y apoyar a aquellas estudiantes interesadas en continuar con estudios de educación superior en áreas como Ciencias de la Salud, Ingenierías (diferente a las de sistemas y afines) y Ciencias Puras. El proyecto constituye el trabajo final para optar por el título de Magister en la Enseñanza de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia docente Fredy Armando Martínez Camargo.

Como parte de este trabajo, se hará una prueba piloto con la participación voluntaria de algunas estudiantes de grado décimo quienes fueron seleccionadas basándose en sus intereses profesionales y rendimiento académico. La intervención consistirá en el desarrollo de proyectos a través de sesiones virtuales en los siguientes horarios: lunes a partir de las 4:30 pm y miércoles a partir de las 3:00 pm. La participación en el proyecto será tenida en cuenta para la calificación en las asignaturas del área de ciencias naturales (química y física). Así mismo no entrará en conflicto con el desarrollo de las actividades académicas de otras asignaturas.

Durante las sesiones se recogerán algunas evidencias tales como: material audiovisual y escrito, experiencias orales y entrevistas. Esta información será sistematizada, de uso netamente académico, será tratada de manera estrictamente confidencial y empleada únicamente para efectos de análisis agrupado y en ningún momento de manera individual. La Universidad dará cumplimiento a la resolución de Rectoría 440 de 2019, por la cual se adopta la política de tratamiento de datos personales.

Gracias por su atención

Atentamente,

FREDY ARMANDO MARTÍNEZ CAMARGO
Docente Ciencias Naturales-Química Colegio Nacionalizado la Presentación

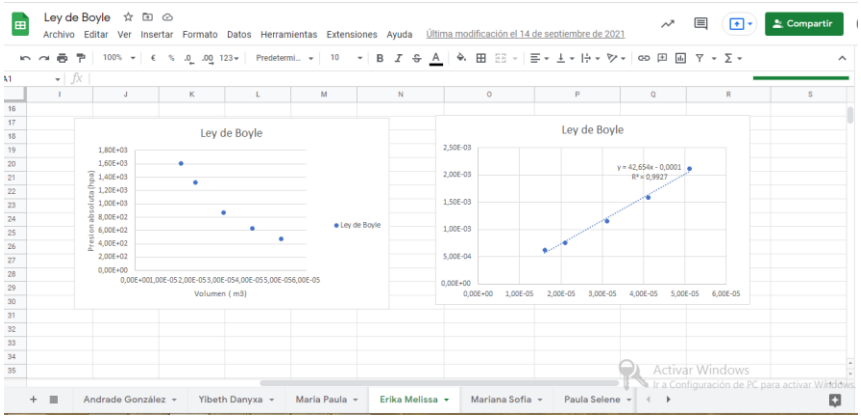
Yo, Lilia Marcela Prieto Barajas con C.C. 46458237, **AUTORIZO** para que a mi apoderado YIBETH DANYXA MORA P, del curso 1004 se le tomen los siguientes tipos de registro

Grabación de voz [X] Video [X] Entrevista escrita [X] Cuestionarios escritos [X]
Reportes escritos sobre el proyecto [X] Fotografías y videos durante el proyecto [X]

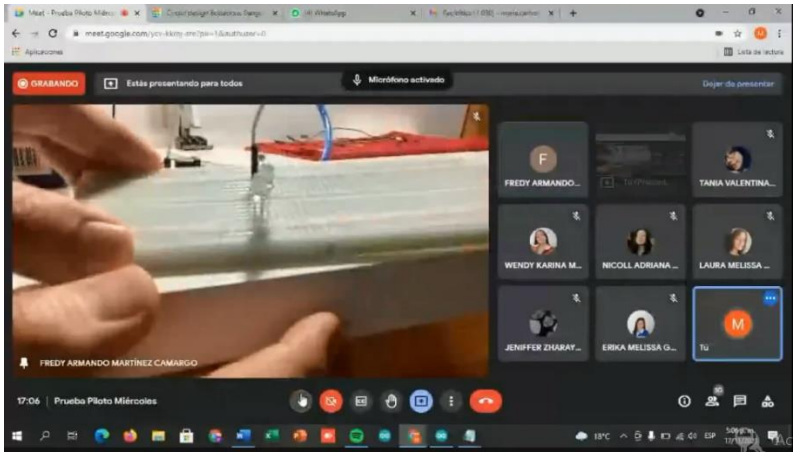
Manifiesto que he leído y comprendido perfectamente lo anterior y que todos los espacios en blanco han sido completados antes de mi firma y me encuentro en capacidad de expresar mi consentimiento.

Firma: 46458237 Teléfono: 3229520563

Consentimiento informado diligenciado



Hoja de cálculo compartida para comprobación de la Ley de Boyle



Sesión STEM virtual con el uso de Arduino®

Estudiantes de la prueba piloto manipulando Arduino®

Bibliografía

Achieve. (2010). *International Science Benchmarking Report*. Retrieved from https://www.achieve.org/files/InternationalScienceBenchmarkingReport.pdf

Anderson, L., & Krathwohl, D. (2001, 08). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assesing. A Revision of Bloom´s Taxonomy of Educational Objectives.* Retrieved from University of Kentucky: http://www.uky.edu/~rsand1/china2018/texts/Anderson-Krathwohl%20-%20A%20taxonomy%20for%20learning%20teaching%20and%20assessing.pdf

API. (2021, 04). *American Institute of Physics*. Retrieved from https://history.aip.org/phn/21511003.html

Archer , L., & DeWitt, J. (2010). “Doing” science versus “being” a scientist: Examining 10/11-year-old schoolchlidren´s constructions of science through the lens od identity. *Science Education*, 617-639.

Archer, L., DeWitt, J., & Dillon, J. (2014). "I didnt really cange my opinion":exploring what works, what doesn´t and why in a school science, technology, engineering and mathematics careers intervention. *Research in Science & Technological Education*, 35-55.

Barmby, P., Jones, K., & Kind, P. (2008). Examining Changing Attitudes in Secondary School Science. *International Journal of Sciencie Education*, 1075-1093.

Bastida, D. (2018). Adaptación del modelo 5E con el uso de herramientas digitales para la educación: propuesta para el docente de ciencias. *Revista Científica*, 73-80.

Bell, D., Devés, R., Diasy, H., Fernández de la Garza, G., Léna, P., Millar, R., . . . Yu, W. (2010). *Principles and Big Ideas of Science Education.* Retrieved from https://www.ase.org.uk/bigideas

Binkley, M., Erstad, O., & Herman, J. (2011). Defi ning Twenty-First Century Skills. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care, *Defining Twenty-First Century Skills* (pp. 17-66). Londres: Springer.

Bloom, B., Engelhart , M., & Furst, E. (1956). Handbook: I Cognitive Domain. In B. Bloom, *Taxonomy of Educational Objectives* (pp. 1-201). Londres: Lonngman, Green Co.

Botero, J. (2018). *Educación STEM. Introducción a una nueva forma de enseñar y aprender.* Bogotá: Educación STEM Colombia.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education.* Nueva York: Routledge.

Cortina, J. (1993). What Is Coefficien Alpha? An Examination of Theory and Applications. *Journal pf Applied Phycology*, 98-104.

DeWitt, J., & Archer, L. (2015). Who Aspires to a Science Career? A comparison of surveys responses from primary and secondary school students. *International Journal of Science Education*, 2170 - 2192.

Dewitt, J., Archer , L., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2011). High aspirations but low progression: the sience aspirations - careers paradox among minority ethnic students. *International Journal of Sciences and Math Education*, 243-271.

DeWitt, J., Archer, L., & Osborne, J. (2014). Sicience-related Aspirations. Across the Primary-Secondary Divide: Evidence from Two Surveys in England. *International Journal of Science Education*, 1609-1629.

Diénguez, A. (2011). *¿Qué es la filosofía de la biología?* Retrieved from http://www.encuentros.uma.es/encuentros132/filosofia.pdf

Dzeraldas, D. (2017). Theoretical Inquiry-Based Learning Insights on Natural Science Education: from the Source to 5E Model. *Pedagogika*, 83-98.

Edy, M. S., Halim, L., Sattar, M., Osman , K., & Afendi, M. (2017). STEM Learning through Engineering Design: Impact on. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 11891211.

FECYT. (2015). *¿Cómo podemos estimular una mente cinetífica? Estudio sobre vocaciones científicas.* Barcelona: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología -.

Gibney, D. (2018). *Towards an ideal chemistry curriculum.* Retrieved from https://www.ase.org.uk/system/files/SSR_September_2018_30-35_Gibney.pdf

Harlen, W. (2015). *Working with Big Ideas of Science Education.* Retrieved from https://www.ase.org.uk/bigideas

Hernandez, R., Fernández, C., & Bautista, M. (2010). *Metodología de la investigación.* México: McGraw Hill.

Huck, S. (2012). *Reading Statiscs and Research.* Boston: Pearson.

Huck, S. W. (2012). *Reading Statistics and Research.* Boston: Pearson.

IBO. (2015). *Aprproaches to teaching and learning in the Diploma Programme* . Retrieved from https://www.acsdvt.org/cms/lib8/VT01918853/Centricity/Domain/59/Approaches%20to%20Teaching%20and%20Learning.pdf

IBO. (2015). *Guía de Biología.* Cardiff: IBO.

IBO. (2016). *Guía de Física.* Retrieved from https://fisica23.files.wordpress.com/2015/12/guia-de-fisica_2016.pdf

IBO. (2018). *Guía de la Monografía.* Retrieved from https://www.dsc.cl/wp-content/uploads/2018/10/Gu%C3%ADa-Monograf%C3%ADa-2018.pdf

IBO. (2020). *Guía Teoría del Conocimiento.* Retrieved from http://www.apc.edu.ec/wp-content/uploads/2020/06/guia-teoria-del-conocimiento-primera-evaluacion-2020.pdf

IBO. (2021 a, 12). *El currículo del PD*. Retrieved from https://www.ibo.org/es/programmes/diploma-programme/curriculum/

IBO. (2021 b). *¿Qué es la monografía?* Retrieved from https://www.ibo.org/es/programmes/diploma-programme/curriculum/extended-essay/what-is-the-extended-essay/

IBO. (2021). *Perfil de la comunidad de aprendizaje IB*. Retrieved from https://www.ibo.org/globalassets/digital-toolkit/flyers-and-artworks/learner-profile-es.pdf

ICFES. (2013). *Sistema Nacional de la Evaluación Estandarizada. Alineación del Exámen Saber 11*. Retrieved from https://www.icfes.gov.co/documents/20143/193784/Alineacion%20examen%20Saber%2011.pdf

ICFES. (2017). *Guia de interpretación y uso de resultados exámen Saber 11.* Retrieved from https://www.icfes.gov.co/documents/20143/193560/Guia%20interpretacion%20uso%20resultados%20saber%2011%20-%20establecimientos%20educativos-2017.pdf

ICFES. (2019). *Marco de Referencia para la Evaluación Prueba de Ciencias Naturales Saber 11*. Retrieved from https://www.icfes.gov.co/documents/20143/1500084/Marco+de+referencia+ciencias+naturales+saber+11.pdf/1713a30f-87e5-e944-b8bc-07645b9a9a4e

ICFES. (2020). Retrieved from http://www2.icfesinteractivo.gov.co/resultados-saber2016-web/pages/publicacionResultados/agregados/saber11/clasificacionPlanteles.jsf#No-back-button

Kai Wah Chu, S., Reynolds, R., Tavares, N., Notari, M., & Wing Yi Lee, C. (2017). *21st Century Skills Development Through Inquiry-Based Learning. From Theory to Practice.* Singapore: Springer.

Kertil, M., & Gurel, C. (2016). Mathematical Modelling: A Bridge to STEM Education. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 44 - 55.

Kind, P., Jones, K., & Barmby, P. (2007). Developinf Attitudes towards Sience Messures. *International Journal of Science Education*, 871-893.

Kind, P., Jones, K., & Barmby, P. (2007). Developing Attitudes toward Science Measures. *International Journal of Science Education*, 871-893.

Kind, P., Jones, K., & Barmby, P. (2007). Developing Attitudes towards Sience Messures. *International Journal of Science Education*, 871-893.

Krathwohl, D. (2010). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. . *Theory Into Practice*, 212-218.

Leaton , S., Scott, D., & Auld, E. (2014). *Curriculum Development.* Londres: University of London.

Ley 115. (1994, 02 08). *Ley General de Educación*. Retrieved from https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=292

Link Engineering. (2021). Retrieved from https://www.linkengineering.org/Explore/EngineeringDesign/5824.aspx

Maass, K., Vince, G., Romero, M., & Goos, M. (2019). The Role of Mathematics in interdisciplinary STEM education. *ZDM Mathematics Education*, 869-884.

Martí , J., Heydrich , M., Rojas, M., & Hernandez, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Universidad EAFIT*, 11-21.

McDonald, C. (2016). STEM Education: A Review of the Contribution of the Disciplines of Science, Technology, Engineering and Mathematic. *Science Education International*, 530-569.

McLeod, L. (2018). *Developing a framework for biology curriculum .* Retrieved from https://www.rsb.org.uk/images/SSR_September_2018_23-29_McLeod.pdf

MEN. (2006). *Ministerio de Educación Nacional*. Retrieved from https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf

MEN. (2010). *Derechos Básicos de Aprendiaje DBA.* Retrieved from https://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C.Naturales.pdf

MEN. (2014, p. 87). *Red Caribe Lenguaje*. Retrieved from https://redcaribelenguaje.files.wordpress.com/2014/06/dcto-2-men-volumen-ii-jun-2-14.pdf

MEN. (2020). *Glosario Ministerio de Edcuación Nacional*. Retrieved from https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-propertyvalue-55247.html?_noredirect=1

MEN. (2021, 01). *Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES)*. Retrieved from https://snies.mineducacion.gov.co/portal/Informes-e-indicadores/Resumen-indicadores-Educacion-Superior/

Molina, M., Casas, J., & Rivera, J. (2017). Actitudes hacia la ciencia en bachilleres de colegios distritales. *Revista Lationamericana de Estudios Educativos*, 101-121.

NAP. (1998). *National Sciencie Education Standards*. Retrieved from https://www.nap.edu/read/4962/chapter/4#22

NAP. (2021, 04). *National Academies of Science, Engineering and Medicine*. Retrieved from https://www.nationalacademies.org/our-work/conceptual-framework-for-new-science-education-standards#:~:text=A%20Framework%20for%20K-12%20Science%20Education%20is%20the%20first,and%20learning%20across%20the%20country.

NGSS. (2021, 04). *Next Generation Science Standards*. Retrieved from https://www.nextgenscience.org/framework-k-12-science-education

NRC. (2011). *Assesing 21st Century Skills*. Retrieved from https://www.nap.edu/read/13215/chapter/1

NRC. (2012). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century.* Retrieved from https://www.nap.edu/read/13398/chapter/4#25

NSF. (2021, 04). *National Sciencie Foundation*. Retrieved from https://www.nsf.gov/about/

OCDE. (2014). Retrieved from https://www.oecd.org/careers/competency_framework_en.pdf

OIE. (2016). *¿Qué hace un currículo de calidad?* Retrieved from https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000243975_spa?posInSet=1&queryId=73e73d51-0b8f-4529-97f0-5d56cb5f91c7

OIE. (2017, 06). *Herramientas de Formación para el Desarrollo Curricular. Una Caja de Recursos.* Retrieved from http://www.redage.org/sites/default/files/adjuntos/caja_de_herramientas_desarrollo_curricular.pdf

ONU. (2021). *Objetivos del Desarrollo Sostenible.* Retrieved from https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals

Pedaste , M., Maeots, M., Siiman , L., de Jong, T., van Riesen, S., Kamp, E., . . . Tsourlidaki, E. (2015). Phases od Inquiry Based Learning: Definitiosn and the inquiry cycle. *Educationa Research Review*.

Rekalde, I., & García, J. (2015). El aprendizaje basado en proyectos: un constante desafío. *Innovación Educativa*, 219-234.

Sánchez, J. (2015). Qué dicen los estudios sobre el Aprendizaje Basado en Proyectos. *Actualidad Pedagógia*.

SED. (2014 a). *Secretaría de Educación Distrital*. Retrieved from Educación Media Fortalecida. Con paso firme hacia la educación superior: https://issuu.com/secretariadeeducacionbogota/docs/3_pantalla

SED. (2014 b). *Secretaria de Educación Distrital*. Retrieved from Orientaciones para el Área de CIencias Naturales: https://repositoriosed.educacionbogota.edu.co/bitstream/001/949/1/CIENCIAS_NATURALES.pdf

SEM. (2014). *Medellin construye un sueño maestro*. Retrieved from Espedición Curriculo. Plan de Área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental: https://www.atlantico.gov.co/images/stories/adjuntos/educacion/medellincienciasnaturales.pdf

Suarez, M. (2020). *Introducción a los conceptos fundamentales de química: una aproximación fisicoquímica.* Bogotá.

Taherdoost, H. (2016). Valisity an Riability of the Research Instrument; How to Test the Validation of a Questionnaire/Survey in a Research. *International Journal of Academic Research in Management*, 28-36.

Tracy, C. (2018). *Guidelines for future physics curricula.* Retrieved from https://www.ase.org.uk/system/files/SSR_September_2018_36-43_Tracy.pdf

UDEA. (2016). *Fundamentación Teórica de los DBA Ciencias Naturales.* Retrieved from https://aprende.colombiaaprende.edu.co/ckfinder/userfiles/files/fundamentacionciencias naturales.pdf

WEF. (2015). *New Vision for Education. Unlocking the Potential of Technology.* Retrieved from http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_NewVisionforEducation_Report2015.pdf