

**ASTRONOMÍA
Y APROPIACIÓN
DE LA CULTURA
CIENTÍFICA:
UNA APUESTA
DEL PLANETARIO
DE BOGOTÁ**

Alcaldía Mayor de Bogotá

Enrique Peñalosa Londoño
ALCALDE MAYOR DE BOGOTÁ

Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte

María Claudia López Sorzano
*SECRETARIA DE CULTURA, RECREACIÓN
Y DEPORTE*

Instituto Distrital de las Artes- Idartes

Juliana Restrepo Tirado
DIRECTORA GENERAL

Jaime Cerón Silva
SUBDIRECTOR DE LAS ARTES

Lina María Gaviria Hurtado
*SUBDIRECTORA DE EQUIPAMIENTOS
CULTURALES*

Ana Catalina Orozco Peláez
*SUBDIRECTORA DE FORMACIÓN
ARTÍSTICA*

Liliana Valencia Mejía
*SUBDIRECTORA ADMINISTRATIVA Y
FINANCIERA*

Planetario de Bogotá

Iván Hernando León Vivas
*COORDINACIÓN GENERAL DEL
ESCENARIO*

Gina Patricia Ceballos Baquero
GESTIÓN DE CONVENIO IDARTES-SED

Edgar Alfonso Cipagauta Pedraza
*PROFESIONAL ESPECIALIZADO ÁREA
MISIONAL*

Hernán Herrera Pineda
*PROFESIONAL ESPECIALIZADO ÁREA
ADMINISTRATIVA*

Jorge Ernesto Guevara Burgos
*PROFESIONAL ESPECIALIZADO
PROGRAMA SEMILLEROS*

Soledad Eugenia Gama García
*GESTIÓN DE MERCADEO Y
COMERCIALIZACIÓN*

Germán Puerta Restrepo
GESTIÓN INSTITUCIONAL Y ALIANZAS

Pablo Julián Moreno Castro
GESTIÓN DE PROYECTOS Y EVALUACIÓN

Catalina Díaz Velosao
GESTIÓN DE OPERACIONES Y LOGÍSTICA

Jenry Mauricio Giraldo Buitrago
*GESTIÓN DE EDUCACIÓN Y NUEVOS
CONTENIDOS*

Bety Yanira Moreno Montaña
GESTIÓN PROCESOS ADMINISTRATIVOS

Oficina de Comunicaciones

Yinna Alexandra Muñoz
ASESORA DE COMUNICACIONES

María Barbarita Gómez Rincón
COORDINACIÓN EDITORIAL

María José Díaz Granados M.
CORRECCIÓN DE ESTILO

Archivo Planetario de Bogotá
FOTOGRAFÍAS DE CARÁTULA E INTERIOR

Mónica Loaiza Reina
DISEÑO

Ángel David Reyes Durán
DIAGRAMACIÓN

Unión Temporal Idartes 2018
IMPRESIÓN

© Instituto Distrital de las Artes -
Idartes

© Luz Betty Oñate Parra,
Luz Helena Santos Flórez,
Cristián Eduardo Vargas Ordóñez
Octubre de 2019

ISBN (impreso): 978-958-5595-10-1
ISBN (pdf): 978-958-5595-11-8

Idartes
Carrera 8 # 15-46
Bogotá, D.C., Colombia
(57-1) 379 5750
contactenos@idartes.gov.co /
www.idartes.gov.co

ASTRONOMÍA Y APROPIACIÓN DE LA CULTURA CIENTÍFICA: UNA APUESTA DEL PLANETARIO DE BOGOTÁ

Luz Betty Oñate Parra
Luz Helena Santos Flórez
Cristián Eduardo Vargas Ordóñez



Alcaldía de Bogotá

CONTENIDO

8 PRESENTACIÓN

10 INTRODUCCIÓN

16 PARTE I. EL CENTRO DE INTERÉS EN ASTRONOMÍA DEL PLANETARIO DE BOGOTÁ

18 Capítulo 1. El Planetario de Bogotá: un escenario partícipe en la educación de las ciencias

21 *La historia del Centro de Interés en Astronomía del Planetario de Bogotá*

24 *Referencias*

26 Capítulo 2. Teorías y conceptos que enmarcan la propuesta

26 *La columna vertebral: lo pedagógico*

48 *Armonizar y articular (AyA)*

52 *Sistema de evaluación*

52 *Referencias*

58 PARTE II. APUESTA PEDAGÓGICA DEL CENTRO DE INTERÉS EN ASTRONOMÍA DEL PLANETARIO DE BOGOTÁ

60 Capítulo 3. Educación para el diseño y diseño para la educación

61 *Definir el diseño*

63 *Planear el Centro de Interés en Astronomía*

68 *¿Cómo intervenir?: modelo pedagógico*

78 *Armonizar y articular. Acciones en el marco de la propuesta pedagógica*

- 80 *¿Cómo podemos evaluar?*
88 *Referencias*
- 92 **Capítulo 4. Innovación pedagógica en el aula: la ruta de diseño**
- 92 *Fase 1: Propuesta didáctica*
96 *Fase 2: Diseño de actividades*
100 *Fase 3: Validación de las actividades*
102 *Un punto de partida para acercarse al arte: los materiales*
103 *Referencias*

104 PARTE III. EL CAMINO POR RECORRER

- 106 **Capítulo 5. Retos y desafíos**
- 107 *Proceso pedagógico*
108 *Actividades de armonización y articulación*
110 *Sistema de evaluación*

112 ANEXOS

- 114 *Anexo A. Formato radiografía institucional*
120 *Anexo B. Rúbrica de seguimiento a la implementación*
122 *Anexo C. Instrumento de percepción de la institución educativa frente al aporte pedagógico del CIA en el área de Ciencias Naturales*
123 *Anexo D. Instrumento de percepción de la institución educativa frente al aporte pedagógico de los eventos, diferentes a la implementación de los macroambientes, realizados por el CIA*
124 *Anexo E. Instrumento de percepción de los estudiantes de ciclos 1, 2 y 3*
125 *Anexo F. Instrumento de percepción de los estudiantes de ciclo 4*
126 *Anexo G. Formato macroambiente de aprendizaje ciclo 1*
128 *Anexo H. Formato macroambiente de aprendizaje ciclos 2, 3 y 4*
130 *Anexo I. Ejemplos de macroambientes*
136 *Anexo J. Matriz de criterios de validación de macroambientes de aprendizaje ciclo 1*
142 *Anexo K. Matriz de criterios de validación de macroambientes de aprendizaje ciclos 2, 3 y 4*

PRESENTACIÓN

8

Construir educación es una tarea de ciudad, la participación del ciudadano y de las instituciones es esencial, más cuando la educación se concibe como un derecho fundamental. El Instituto Distrital de las Artes-Idartes busca generar procesos de transformación social a través de sus programas, escenarios y líneas estratégicas; específicamente en arte, ciencia y tecnología se proponen diálogos que permitan su convergencia y faciliten a la sociedad su acceso, innovación y difusión.

Desde el 2015, el Planetario de Bogotá, escenario cultural del Idartes, ha realizado esfuerzos con la Secretaría de Educación del Distrito a fin de concretar acciones enmarcadas en la política pública y sus lineamientos en el campo de la educación, trabajando en la promoción y el fomento del acceso, y asegurando la calidad y permanencia en el sistema. Los acuerdos interinstitucionales se materializan en apuestas específicas, como el Centro de Interés en Astronomía del Planetario de Bogotá, una estrategia de acompañamiento pedagógico que promueve el desarrollo de competencias que le permiten al estudiante acercarse al conocimiento como un científico natural.

Acompañar los procesos pedagógicos de instituciones educativas en Bogotá implica considerar elementos de orden normativo, contextual, cultural y sociohistórico; por eso, pensar el Centro de Interés en Astronomía desde la consigna puramente académica y disciplinar imponía límites a las múltiples posibilidades de diálogo con diferentes actores: entidades, escuela, estudiantes, familia. Es entonces cuando el Planetario de Bogotá, como escenario cultural de la ciudad, asume el riesgo de proponer una estrategia dirigida a la educación, un camino paralelo al fomento de la cultura, específicamente encaminado a la apropiación de la cultura científica.

El diálogo y la reflexión pedagógica le han permitido al Centro de Interés en Astronomía del Planetario de Bogotá configurar una propuesta capaz de responder a las expectativas institucionales y a las apuestas que, como nación, plantea la educación en Colombia; a su vez, le permite pensarse cada día frente a la mejora de sus procesos internos asumiendo una actitud de autoevaluación tendente al cambio.

La presente publicación se configura como producto de la reflexión frente a la práctica pedagógica, en ella se presentan los logros, obstáculos y desafíos con los que se encuentra un equipo de profesionales al transitar la ruta de diseño e implementación del Centro de Interés en Astronomía, en 2019. Asimismo, se detallan las actividades de evaluación, armonización y articulación curricular asociadas a la propuesta pedagógica, y se aportan diferentes posibilidades de evidencia, medición e impacto.

Se invita a la lectura de esta publicación a personas inquietas por proponer, diseñar y ejecutar propuestas pedagógicas novedosas, esperando que esta apuesta sea replicada y ajustada según dinámicas contextuales diferentes.

Juliana Restrepo Tirado

Directora general

Instituto Distrital de las Artes-Idartes



INTRODUCCIÓN



observa el firmamento
e miles de estrellas

Existen muchos problemas, pero creo que hay una solución para todos estos problemas; es una sola, y es la educación.

Malala Yousafzai

Pensar la interdisciplinariedad desde la producción del conocimiento pedagógico, educativo y científico, mediante la elaboración de propuestas alternativas que promuevan prácticas pedagógicas no convencionales a partir de la construcción colectiva de conocimientos, y del surgimiento de didácticas y saberes que se ponen en diálogo con los procesos de consolidación y gestión del conocimiento, es lo que permite cruzar otras fronteras en cuanto a la formación de competencias y de redes de docentes, así como a la gestión de procesos de calidad educativa. Asimismo, permite entramar puntos de vista independientes que posibilitan la configuración de un panorama de experiencias, conocimientos, tendencias y metodologías que ponen

en escena la producción pedagógica y vivencial desde la escuela, desde los imaginarios de docentes, niños, niñas y jóvenes, y de la comunidad educativa en general, así como de las dinámicas socioculturales, económicas y políticas que empoderan el discurso que desde diversos actores y sus conocimientos se pueden gestar. Por tanto, la enseñanza de las ciencias, la psicopedagogía y la ingeniería deciden aventurarse a hacer un barrido por la gestión de procesos educativos, a través de la reestructuración del Centro de Interés en Astronomía (CIA), vinculando la interdisciplinariedad y los marcos de la política pública que lo transversalizan a partir de la forma de educar en la ciudad bajo la perspectiva de desarrollo humano.

La enseñanza de las Ciencias Naturales no dista, a grandes rasgos, de otros procesos de enseñanza-aprendizaje. Podría tener particularidades, como la gran influencia de sus métodos y su rigurosidad que termina por penetrar su enseñanza. Resulta fundamental entender la ciencia como el estudio del mundo que nos rodea y, por tal motivo, todo lo que se quiera lograr en torno a su aprendizaje y apropiación debería conservar el mismo nivel de cercanía que tienen para nosotros las cosas simples y cotidianas de la vida. La ciencia debe dejar de ser un ejercicio de unos pocos; en este sentido, el papel integrador que tiene el desarrollar competencias en ciencias implica enseñarlas desde la integración de diversas disciplinas, artes y otras ciencias que permitan una comprensión del mundo y del universo.

La psicopedagogía, por su lado, como campo disciplinar que se encarga de observar el comportamiento en las situaciones de enseñanza y aprendizaje, su preocupación por la infancia y las nuevas formas en las que la ciudadanía hace parte activa en un contexto que, aún, sigue fuertemente influenciado por la teoría de la selección natural de las especies, se enfoca en las interacciones y los contextos que rodean la cotidianidad de niños, niñas y jóvenes en desarrollo. En tanto, se tiene en cuenta el ciclo vital de ellos en relación con los factores biológicos que atañen a la herencia o maduración fisiológica, entendiendo que no es posible comprender el desarrollo sin la participación del cerebro

humano; este último, resultado de la evolución y de los complejos entramados en los que el niño, la niña y el joven se encuentran en sus relaciones con la cultura y el lenguaje. Así, para el CIA, la psicopedagogía ha permitido pensar nuevas formas desde la didáctica, el desarrollo, la organización curricular por ciclos, las intencionalidades de los grados y la perspectiva de diversidad. El interés ha sido por las otras prácticas que incitan formas de sentir, pensar, ser, existir, hacer y oír atravesando lo que se ciñe a la escuela.

Por su parte, hablar de ingeniería en educación resulta un tópico altamente controversial dadas las implicaciones que esto tiene en la práctica. En teoría, desde sus detractores, esta limitaría los alcances de los docentes en el aula y las posibilidades de creación, al igual que generaría presión en la comunidad educativa para lograr lo proyectado. Sin embargo, la ingeniería es más que eso. Si bien esta intenta hacer un ejercicio de síntesis constante (organización y creación) en torno a situaciones que le faciliten o mejoren la calidad de vida al ser humano, esto no significa que se deba hacer de una sola forma o que no atienda al contexto. Entre otras, la ingeniería se vale de elementos de la administración, el diseño y las ciencias naturales para lograr el mejor resultado con los recursos existentes, por tanto, se constituye en una herramienta valiosa para crear y hacer realidad las ideas. En esta publicación, la ingeniería logra establecer algunos pilares para la creación a través del diseño, el cual se expresa en la planeación tanto del CIA como de las actividades que serán llevadas al aula posterior a una ruta de diseño que fue creada en conjunto. La ingeniería en este proyecto, por consiguiente, es una apuesta metodológica para estructurar y buscar adaptarse a los cambios, es una forma de ver y ser en el mundo de la educación.

En consecuencia, ser docente también implica planear, gestionar y evaluar. Es como trabajar tras bambalinas para que se logren los objetivos con los estudiantes, a través de experiencias didácticas y prácticas pedagógicas innovadoras que transforman ambientes educativos (espacios, procedimientos, estructuras y saberes) y modernizan

la estructura escolar, modificando de alguna forma la dinámica de la enseñanza de las ciencias en busca de la integración y la diferenciación con los contextos sociales existentes, por lo que la educación, y la escuela en sí misma, no se limitan al aula de clase. Finalmente, esta publicación busca que cada una de las personas que se acerquen a ella vea la infinidad de posibilidades que existe para innovar en educación, a partir de la interdisciplinariedad como uno de los pilares primordiales para ello, la astronomía como pretexto y el Planetario de Bogotá como espacio que acoge este tipo de iniciativas.

A hand is shown reaching towards a glowing plasma ball. The plasma ball is filled with a vibrant red and purple light, with a bright yellow-orange point of light on its surface. The background is dark, and the overall scene is illuminated by the glow of the plasma ball. The text "PARTE I" is overlaid in a glowing green font, centered horizontally and partially obscured by two thin white horizontal lines.

PARTE I



EL CENTRO DE INTERÉS
EN ASTRONOMÍA DEL
PLANETARIO DE BOGOTÁ

CAPÍTULO 1

EL PLANETARIO DE BOGOTÁ: UN ESCENARIO PARTICIPE EN LA EDUCACIÓN DE LAS CIENCIAS

18

Cada uno de nosotros es una preciosidad, en una perspectiva cósmica. Si alguien discrepa de tus opiniones, déjalo vivir. En un trillón de galaxias, no hallarías otro igual.

Carl Sagan

La educación es un objeto de difícil estudio sobre el cual debe provocarse la producción de conocimiento por parte de todos los que interactúan con la escuela. Por esta razón, “su apropiación científica tiene origen en diferentes disciplinas y saberes que, desde sus propias áreas, teorías, modelos e intereses, generan conocimientos que soportan los desarrollos producidos por la comunidad científica de la educación del país” (IDEP, 2002, p. 20). Los nuevos espacios de la investigación en el ámbito educativo son resultado de la fertilidad académica de muchos de los proyectos que, a partir de la disposición y disponibilidad de los diferentes actores que rodean la escuela, han empezado a

valorar este campo de conocimiento, potenciando otros desarrollos y posibilidades de muy alto nivel. Por ello, la emergencia de nuevos escenarios para la pedagogía, que sobrepasan los muros, posibilita el liderazgo, no solo de comunidades, sino de instituciones educativas y no educativas que hacen sus apuestas desde diversos proyectos que las descentralizan y que permiten pensar otras formas desde lo colectivo. Así pues, para lograr una educación integral, se considera la ciudad como parte esencial del desarrollo de las personas que la componen. Se trata de crear una ciudad educadora que “reconozca, ejercite y desarrolle, además de sus funciones tradicionales (económica, social, política, y de prestación de servicios) una función educadora. Cuando asuma la intencionalidad y responsabilidad cuyo objetivo sea la formación, promoción y desarrollo de todos sus habitantes” (Jurado, 2003, p. 8).

En torno a esto, ya la política pública de Bogotá había vislumbrado diferentes formas en las que el arte se relaciona con otras disciplinas, como la ciencia, para la creación y la experimentación. Por ejemplo, a través del Plan Decenal de Cultura para la ciudad 2012-2021 (SDCRD, 2012), se configuró la línea estratégica Arte, Ciencia y Tecnología (ACT) en el Instituto Distrital de las Artes-Idartes, dado el impacto del fenómeno tecnológico y la exégesis de la diversidad cultural que trae consigo, lo que ha generado acciones para fomentar y visibilizar la relación existente entre la cultura científica, la tecnología y el arte en el contexto de las dimensiones de la creación, formación, circulación, apropiación e investigación. Para ello, esta institución se vale del Planetario de Bogotá como escenario que, a través de su misión, pretende inspirar y fomentar la cultura científica a toda la comunidad de una manera comprensible y entretenida, mediante experiencias que interrelacionan el arte, la ciencia y la tecnología, por medio de nuevas estrategias y experiencias pedagógicas. Asimismo, en su calidad de laboratorio, este plan propone “generar acciones de intercambio tendientes al desarrollo de prácticas creativas disciplinares, interdisciplinares y transdisciplinares” (p. 78), a fin de potenciar la creación artística y la investigación.

Dentro de su plan estratégico, el Planetario de Bogotá desarrolla tres líneas a través de las cuales ha gestionado programas y proyectos con miras a alcanzar los objetivos misionales, la adecuada ejecución presupuestal, así como los recursos propios. Una de estas líneas es el programa *Planetario acoge*, en el que se encuentran proyectos como el domo, el Museo del Espacio, las experiencias lúdicas, las investigaciones y los descubrimientos mediante el trabajo en equipo, la Astroteca, las observaciones astronómicas, los ambientes de aprendizaje interculturales, y el fomento de la cultura científica. La segunda línea, *Planetario en movimiento*, se desarrolla con un proyecto de astronomía itinerante. La tercera línea, *Planetario enseña*, integra proyectos de astronomía, tecnología, arte y ciencia para niños, niñas y jóvenes; astronomía; astrofotografía; astrovacaciones; semilleros de astronomía y teatro ciencia (Planetario de Bogotá, 2018).

En el marco de este plan, este escenario implementa diversas estrategias orientadas al cumplimiento de sus objetivos misionales y al reconocimiento y la valoración de la diversidad de la ciudad, aportando al territorio desde las prácticas culturales y artísticas propias, así como al enriquecimiento de la construcción social de la comunidad desde el encuentro de culturas en torno a la apropiación de la ciencia (Idartes, 2016). En ese sentido, se apuesta por la creación de un Centro de Interés en Astronomía (CIA), como parte de la línea estratégica *Planetario enseña*, que se aproxima de forma investigativa a la educación y la pedagogía, aportando en la línea estratégica mencionada y considerando a la astronomía y las ciencias del espacio como pretexto para la construcción de ciudadanía, así como para el mejoramiento de la calidad educativa y la extensión de la jornada escolar (MEN, 2018) en instituciones educativas con capacidad para responder a los retos frente al pensar, sentir y actuar propios del aprendizaje social, en donde es posible profundizar y, a su vez, son posibles el cambio y la mejora.

Por tal razón, el CIA se vincula a la enseñanza de las Ciencias como ejercicio clave para entender la apropiación de la cultura científica, siendo esta un proceso que se vale de estrategias de divulgación,

popularización, comunicación y educación científica, independientemente del momento del curso de vida de los ciudadanos, con la idea de ser parte de las negociaciones entre actores con intereses y representaciones disímiles. De tal forma, se trata también de incluir en este cuadro los intereses y sistemas simbólicos de las personas no expertas, considerando a la ciencia como una construcción social que, al tiempo, es culturalmente reconstruida por actores disímiles, que no son solo científicos o académicos (Hess, 1995), ni de una misma disciplina. Por tanto, apropiarse de la ciencia permite la *construcción de sociedades modernas e incluyentes* (Calderón, 2009, p. 49) con el fin de promover el desarrollo humano, en términos del crecimiento económico y la mejora del bienestar social de un país en medio de las actuales sociedades de la información y del conocimiento (Drucker, 1974), al igual que la construcción de habilidades, desde una perspectiva de desarrollo humano (Bandura, 1982). En ese sentido, un primer paso para la apropiación de la ciencia y la tecnología es lograr la apropiación de la cultura científica en el diario vivir y, así, mejorar la percepción de la ciudadanía hacia la ciencia.

LA HISTORIA DEL CENTRO DE INTERÉS EN ASTRONOMÍA DEL PLANETARIO DE BOGOTÁ

La Secretaría de Educación del Distrito (SED), en el periodo de julio de 2012 a junio de 2016, implementó la política educativa distrital “Currículo para la excelencia académica y la formación integral 40x40”, que tuvo como apuesta el desarrollo de la Jornada Completa, para lo cual se tomó como referente el marco teórico de Centros de Interés, a partir del cual se desarrollaron estrategias pedagógicas para la ampliación de tiempos en la escuela, en aras de potenciar conocimientos y prácticas en las áreas del ser y del saber (SED, 2014). De esta forma, se han derivado sucesivamente convenios interadministrativos entre la Secretaría de Educación y el Instituto Distrital de las Artes-Idartes/

Planetario de Bogotá en torno a la apropiación de la cultura científica. En ese sentido, a diciembre de 2015, a través del Convenio interadministrativo 2166, el Centro de Interés en Astronomía atendió cinco instituciones educativas distritales (IED) de Bogotá, en talleres sobre astronomía respaldados por el diseño pedagógico del Planetario de Bogotá. En el año 2016, por medio del Convenio interadministrativo 3674, se implementaron las estrategias Centro de Interés en Astronomía (CIA) y Expediciones Pedagógicas (EP), a través de las cuales se atendieron 2250 estudiantes en las aulas de 68 grupos en 14 colegios, y 5000 niños y adolescentes de ciclos I al IV en 12 colegios con la estrategia de Expediciones pedagógicas.

En el año 2017, con el Convenio interadministrativo 1470, finalizado en agosto de 2018, se atendieron 3450 estudiantes para 118 grupos en 18 colegios, por medio de un diseño pedagógico que se planteó a partir del modelo de indagación estructurada y de un seguimiento desde la evaluación con base en la aplicación de instrumentos para la medición de las emociones y las actitudes hacia la ciencia escolar, de lo cual surgió la publicación *Emociones, actitudes y experiencias asociadas con la enseñanza de la Astronomía en colegios públicos de Bogotá*. Además, para este año, los procesos de enseñanza-aprendizaje adelantados por el CIA generaron un impacto significativo en el desarrollo de la ciencia en la ciudad desde lo local, desarrollando actividades como la Feria de Astronomía en el mes de noviembre de ese mismo año. En esta, los estudiantes expusieron sus trabajos en cada una de las líneas de interés e intercambiaron saberes con los clubes de astronomía del Planetario de Bogotá en temas de interés común como la robótica, la astronáutica, la radioastronomía o los telescopios. Por otro lado, se participó en escenarios como Expo-ciencia, ferias de ciencias institucionales y otros espacios de fortalecimiento académico que sugieren diversas formas de promover el conocimiento científico y las habilidades que desde allí se atañen. En el 2018, se dio continuidad a lo desarrollado en el año anterior realizando ajustes a la propuesta pedagógica según los lineamientos de la SED en torno a saberes y competencias, desde

el enfoque de desarrollo humano, e integrando procesos nuevos como la armonización con los proyectos educativos institucionales (PEI) y la articulación curricular.

Los avances dados en el Convenio interadministrativo 1470 celebrado entre la SED y el Idartes fueron enmarcados dentro del proceso pedagógico a partir del cual se logró una estructura que antes no se tenía —espacios como las socializaciones, el acercamiento a una ruta de armonización y articulación bajo la directriz de la mesa pedagógica intersectorial, articulación con las instituciones focalizadas y procesos de evaluación desde la mirada de las actitudes y las emociones hacia la ciencia escolar—. Para el Convenio interadministrativo 551504 de 2018, celebrado entre la SED y el Idartes, se avanzó en los procesos de evaluación por competencias, al igual que en el trabajo por mallas curriculares del ciclo 1 al ciclo 4, haciendo hincapié en el ciclo 1, avances en las estrategias pedagógicas de los estudiantes con necesidades educativas especiales (NEE), y en resaltar aspectos como la mujer en la astronomía. Dentro de este mismo convenio, y frente a los desarrollos previos que se habían gestado didácticamente en la enseñanza de la astronomía a través del CIA, fue necesario reflexionar sobre los nuevos retos planteados por la política pública en torno al desarrollo de competencias y la reorganización curricular, según el Ministerio de Educación Nacional (MEN).

Frente al alcance pedagógico del CIA se deben resaltar varias metamorfosis que invitan al mejoramiento continuo del proyecto por medio del reconocimiento de las propuestas pedagógicas que se han realizado, los campos de acción, los avances, las comprensiones de la estructura escolar, las formas organizativas y el desarrollo en la articulación de propuestas con las orientaciones generales de la SED y el MEN, así como la promoción del diálogo, la reflexión sobre las propuestas pedagógicas de las entidades (SED e Idartes) y la creación de puentes para la interacción con las dinámicas de los colegios. Asimismo, se buscan procesos de convergencia de las acciones adelantadas con el componente pedagógico del PEI durante la implementación del CIA

en los colegios focalizados, donde se espera que estos avancen hacia ajustes curriculares, desde un enfoque de competencias, con el fin de fortalecer los aprendizajes de los estudiantes y transformar las prácticas de aula de los docentes. La oportunidad que brinda el CIA permite visibilizar prácticas novedosas evidenciadas en acciones construidas desde los planes de mejoramiento institucional o planeaciones anuales que se insertan en las dinámicas de cada uno de los colegios. Por tanto, es necesario identificar una serie de elementos orientadores que den respuesta a estas necesidades.

REFERENCIAS

- Bandura, A. (1982). *Teoría del Aprendizaje Social*. Madrid: Espasa Calpe.
- Calderón García, R. (2009). Ciencia, desarrollo humano y calidad de vida. Hallazgos. *Revista de investigaciones*, 6(12), 47-57.
- Drucker, P. (1974). The age of social transformation. *The Atlantic Monthly*, 273(11), 53-80.
- Hess, D. J. (1995). *Science and Technology in a Multicultural World: The Cultural Politics of Facts and Artifacts*. New York. Recuperado de <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=faCQTD-mz6lAC&pgis=1>
- Instituto Distrital de las Artes-Idartes (2016). *Formato Formulación proyectos de inversión. Integración entre el arte, la cultura científica, la tecnología y la ciudad*. Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor de Bogotá. Recuperado de <http://www.idartes.gov.co/es/lineas-estrategicas/arte-ciencia-tecnologia>
- Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico (IDEP) (2002). *Experiencias docentes, calidad y cambio escolar: investigación e innovación en el aula*. Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor de Bogotá.

- Jurado Jurado, J. C. (2003). Ciudad educadora: aproximaciones conceptuales y contextuales. *Revista Iberoamericana de Educación*, 29, 127-142.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2018). *Lineamientos para la implementación de la jornada única en Colombia durante 2018*, Bogotá D.C.: MEN.
- Planetario de Bogotá (2018). *Plan estratégico 2018*. Recuperado de www.planetariodebogota.gov.co/pla-estrategico#contenido
- Secretaría Distrital de Cultura, Recreación y Deporte (SDCRD) (2012). *Plan Decenal de Cultura Bogotá D.C. 2012-2021*. Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Secretaría de Educación del Distrito (SED) (2014). *Lineamiento pedagógico. Educación para la ciudadanía y la convivencia – ECC*. Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor de Bogotá.

CAPÍTULO 2

TEORÍAS Y CONCEPTOS QUE ENMARCAN LA PROPUESTA

26

*Equipado con sus cinco sentidos, el hombre
explora el universo que lo rodea y a sus
aventuras las llama ciencia.*

Edwin Powell Hubble

La experiencia del Centro de Interés en Astronomía (CIA), entre el 2015 y hasta el 2018, permitió en 2019 reestructurar e incorporar los elementos conceptuales que soportan la propuesta pedagógica actual, los cuales se abordarán en los siguientes apartados.

LA COLUMNA VERTEBRAL: LO PEDAGÓGICO

Las percepciones sobre el proceso pedagógico del CIA han involucrado diferentes formas de reflexión, acción y participación, que han problematizado las prácticas pedagógicas desde los saberes teóricos

y prácticos de quienes son los responsables del ejercicio formativo, en este caso los formadores. Esto con el fin de impulsar experiencias pedagógicas que de alguna u otra manera promuevan modos pedagógicos y prácticas situadas que construyan comunidades de saber. Por tanto, se propone que “se considere la pedagogía [...] como el saber teórico-práctico generado por los pedagogos a través de la reflexión personal y dialogal sobre su propia práctica pedagógica, [...] a partir de su propia experiencia y de los aportes de las otras prácticas y disciplinas” (Vasco, 1990, p. 120).

En ese sentido, elementos tales como la perspectiva de desarrollo humano, la apropiación de la cultura científica y el aprendizaje por competencias hacen referencia a las claves y los acentos que se consideran relevantes para materializar una educación de calidad.

Ciclos de desarrollo. Desde la perspectiva de desarrollo humano (PNUD, 2016, 1990; Sen, 2004), este se concibe como un dispositivo que sostiene una profunda relación con los procesos del aprendizaje y la educación; así, son estos últimos los que matizan para el CIA el desarrollo de competencias, lo que significa ser competente y la trayectoria que se recorre a lo largo de la vida en las dinámicas que involucran el aprender. En ese sentido, un ciclo de desarrollo es, como lo señala Aguerro (2009), “una unidad de organización, de método y de promoción de igual jerarquía que otro y no un escalón de una estructura educativa” (p. 20). Por tanto, este presenta una amplia gama de sentidos que se relacionan con el aprendizaje, los sujetos, el tiempo, los espacios y que, sin duda, corresponde a razones de orden pedagógico, psicológico, sociológico, evolutivo y organizativo. En tal sentido, desde el CIA, se denomina ciclo al entramado de contenidos pedagógicos, competencias, desarrollo de experiencias/capacidades socialmente significativas que parten de la importancia de comprender, pensar, movilizar e incidir de forma directa e indirecta en las nuevas formas de comprensión sobre el sentido, los medios, los fines, los

recursos didácticos y todo lo que posibilita una escuela acorde con el crecimiento y el mejoramiento de la calidad de vida de niños, niñas y jóvenes. De tal manera, lo expuesto anteriormente debe ser alcanzado en unos tiempos determinados, de tal forma que se den los saltos de un ciclo al otro a fin de culminar las finalidades propias en el marco de los ejes de desarrollo, entendidos como los hilos que conducen los ciclos y que dan cuenta de las características cognitivas, socioemocionales, biológicas, físicas, entre otras, que dan respuesta al cómo se aprende en correlación con las etapas de la vida (Craig, 1997).

En tal sentido, las preguntas ¿quiénes aprenden? y ¿quiénes enseñan?, desde la mirada de ciclo de desarrollo, brindan un lugar a niños, niñas y jóvenes en el marco de las relaciones con la escuela, con la comunicación, con el reconocimiento de la vida del otro, con el intercambio de los saberes y las experiencias que enriquecen de manera bidireccional las prácticas tanto de los docentes como de los estudiantes. De esta forma, los niños, las niñas y los jóvenes se reconocen como protagonistas de su proceso educativo, y se logra “identificar formas y ritmos de aprendizaje y realizar diseños curriculares flexibles, propuestas pedagógicas alternativas y procesos de evaluación integrales, dialógicos y formativos, que garantizan la promoción de los estudiantes mientras desarrollan dicho ciclo y también al finalizarlo” (Rincón, 2010, p. 100). Por tanto, la organización pedagógica del CIA se estructuró por ciclos de desarrollo, bajo la mirada de los estándares básicos de competencias del MEN (2006), pensando la educación como un derecho para las personas, independientemente de las condiciones y la compleja diversidad que existe. Esto, en sí, involucra apuestas desde lo curricular, los aprendizajes de los estudiantes y la puesta en marcha de un sistema que evidencia un desarrollo integrado y gradual.

Apropiación de la cultura científica. Previo a la *revolución científica* originada en el siglo XVI con la teoría heliocéntrica de Copérnico y culminada con la publicación del *Philosophiae naturalis principia*

mathematica de Newton en el siglo XVII (Eisenstein, 1990), el avance de la ciencia en Europa se encontraba limitado a lo desarrollado por la Iglesia católica y por aquellos individuos que hubieran sido autorizados por el poder eclesiástico ya sea por afinidad o por vinculación con las universidades (Pyenson y Sheets-Pyenson, 1999). Debido a esto, la concepción y la práctica científica se vincularon durante este largo periodo de tiempo a la experimentación inductiva (positivista), no conceptual en muchos de los casos, que permitió avances significativos en técnicas útiles para el desarrollo de la ciencia, tales como los telescopios. En ese sentido, la revolución científica abrió el camino a la conceptualización y teorización de los fenómenos naturales que se observaban, a reencontrarse con la filosofía naturalista aristotélica, a la divulgación masiva de los avances científicos y al posicionamiento de los científicos naturales, usualmente miembros de sociedades y comunidades científicas exclusivas y posicionadas, como autoridades, en la explicación de dichos fenómenos. Como consecuencia, durante el siglo XVIII se consolidó la educación formal y universitaria de la ciencia, la cual le atribuía a los graduados la calidad de maestros en cierto tema (Pyenson y Sheets-Pyenson, 1999). De esta manera, el científico se trasladó desde la esfera de la exclusividad, visibilizada en sociedades científicas, al ámbito académico y se formalizó su rol como experto.

Ya en el siglo XIX, los efectos de la educación formal en ciencias se evidenciaron en la explosión tecnológica que impulsó la *revolución industrial*. Como consecuencia, comenzó a dividirse internamente el trabajo científico en investigación básica e investigación práctica (Kreimer, 2003), lo que impactó socialmente en el nacimiento de las ingenierías y en cambios comportamentales de las poblaciones, como la higiene personal, por ejemplo, y económicamente en la transformación de los medios de producción. De esta forma, el científico buscó especializarse en nuevas ramas de la ciencia, como resultado de los avances tecnológicos emergentes y de las dinámicas que estos imponen, tales como la termodinámica y las máquinas de vapor (Bernal,

1967), hecho que limitó los saberes científicos en forma de disciplinas y dejó a un lado, en cierta medida, la integralidad del conocimiento científico propuesta por la filosofía naturalista. Asimismo, durante este periodo, el laboratorio, como espacio de trabajo del científico, se formaliza dentro del contexto y la infraestructura de la academia, creando lugares de intercambio de saberes entre “personas expertas” dentro de espacios socialmente reconocidos y aceptados para ello.

El siglo XX trajo consigo, en su primera mitad, la aplicación de la ciencia en escenarios de poder. Durante las dos guerras mundiales, la investigación práctica conllevó el desarrollo de tecnologías y nuevas disciplinas acordes con estos contextos, lo que culminó con la explosión de la bomba atómica en Japón por los aliados. El resultado de esto fue el reconocimiento de la ciencia como una fuerza precursora de cambios en las dinámicas humanas a los cuales ni los gobiernos ni la ciudadanía podían ser ajenos. El caso más notable fue el cuestionamiento a la ciencia y sus impactos por parte del entonces presidente de Estados Unidos, Franklin D. Roosevelt (1944), al director de la Oficina de Investigación y Desarrollo Científico, Vannevar Bush, dada la necesidad de identificar un uso responsable de la ciencia en tiempos de paz, de mejorar su aceptación por parte de la ciudadanía luego de los acontecimientos mencionados y de acercarla más a la realidad y a los contextos propios de los individuos. De esta forma, durante la segunda mitad de este siglo, países como Estados Unidos y el Reino Unido incorporaron a la ciencia como un sector económico, el cual se encuentra influenciado por la distribución de los recursos económicos de las naciones, bajo una concepción de ciencia autónoma y benefactora o *concepto heredado de la ciencia* (González *et al.*, 1996), y desarrollada desde el principio de falsación incorporado por Popper (1962) en la década de los sesenta, desde la cual, el científico se afianza como un experto aislado en un laboratorio, ya sea de una universidad o de una empresa privada.

No obstante, para que la ciencia tuviera los recursos suficientes, fue necesario indagar si la ciudadanía estaba dispuesta a brindarlos por medio de la distribución de los impuestos que esta paga. Para ello, Estados Unidos vincula el concepto de *alfabetización científica* (*scientific literacy*), asumiendo que entre mayor conocimiento en contenidos y lógica científica, la ciudadanía tendría una percepción más positiva de la ciencia, y, por consiguiente, los recursos se destinarían para este sector (Durant, 1994). Mientras tanto, en el Reino Unido se vinculó el concepto de *comprensión pública de la ciencia* (*public understanding of science*) con el cual se buscaba identificar, no solo el conocimiento científico en términos del contenido y la metodología, sino también, las actitudes frente a este sector (Torres, 2005) y a la tecnología. Por consiguiente, nace el término de *apropiación de la ciencia y la tecnología* como el mecanismo para identificar cuán permeada se encuentra una sociedad frente estas en su discurso y actuar, a través de la evaluación de la percepción de una muestra de ciudadanos. Sin embargo, ¿qué de la ciencia y la tecnología se debía evaluar? Luego de varias generaciones de encuestas, se ha encontrado que según la región del mundo que se quiera evaluar, existe una u otra orientación al respecto. Por ejemplo, en el caso de Latinoamérica, las pautas de elaboración de indicadores del Manual de Antigua, como método de diseño de las encuestas de percepción pública de la ciencia, identifican al conocimiento, el interés y las actitudes de un individuo (RICYT y OEI, 2015) como las categorías de análisis.

De esta manera, una vez con los resultados, cada país ha diseñado una política pública acorde con estos, siempre en pro de mejorar y afianzar la expresión social de valores, normas y prácticas simbólicas o significantes (Williams, 1994) que emergen de los consensos, los disensos y las discusiones sobre las concepciones, las actitudes y los campos de representación (Moscovici, 1979) en torno a la ciencia y la tecnología, con el fin de promover la cultura científica. En ese sentido, la ciencia se entendería como un corpus de conocimientos y

prácticas que se encuentran situados más allá de un grupo particular y que hacen parte de un todo cultural (Godin y Gingras, 2000), el cual se es constantemente puesto a prueba, cambia según los avances dados (Kunh, 1971) y manifiesta el contexto sociohistórico de una sociedad (Tuillier, 1990), del cual hace parte cada uno de sus individuos miembros. Para ello, se concibe al científico como un humano con habilidades, competencias, conocimientos, experiencias y prácticas que le permiten desenvolverse dentro de los valores y símbolos que le impone la ciencia hegemónica, en la mayoría de los casos, y en su vida como ciudadano, sin dejar de lado sus derechos y deberes con la sociedad. Igualmente, este enfoque moviliza las demás relaciones que el científico puede tener dentro del laboratorio en términos técnicos, como los colegios invisibles (Price, 1973), y no técnicos, tales como las relaciones económicas (Knorr-Cetina, 1992) que también hacen parte del quehacer científico.

Arte, ciencia y tecnología. Como parte de la línea estratégica en arte, ciencia y tecnología, el Planetario de Bogotá busca articular estos elementos en torno a su misión referente a la apropiación de la cultura científica (Idartes, 2016). A través de estrategias de divulgación y comunicación científica, la ciencia, manifestada a través de la astronomía y las ciencias del espacio, se ha expresado en términos visuales y plásticos, por medio de las nuevas tecnologías principalmente. Sin embargo, dentro de una propuesta en educación, como lo es el CIA, esta concepción varía un poco. Si bien la astronomía y las ciencias del espacio (ciencia) continúan siendo el pretexto y el contexto para la interacción, de la misma manera, el arte y la tecnología son tanto modos como fines del proceso de enseñanza-aprendizaje. De esta forma, el arte se convierte en más que una expresión artística, ya que se considera como una práctica social (Dewey, 1934) que abre nuevas posibilidades de acceso a la ciencia y fomenta la apropiación de la cultura científica a través de la experimentación y, por su parte,

la tecnología se concibe más allá de la concepción artefactual o de ciencia aplicada al ser, considerada un proceso social y culturalmente situado según las experiencias y necesidades de quien la crea o manipula (Picabea y Garrido, 2016). Es decir, tanto el arte como la tecnología son procesos que conllevan el aprendizaje y la apropiación de nuevos conocimientos científicos.

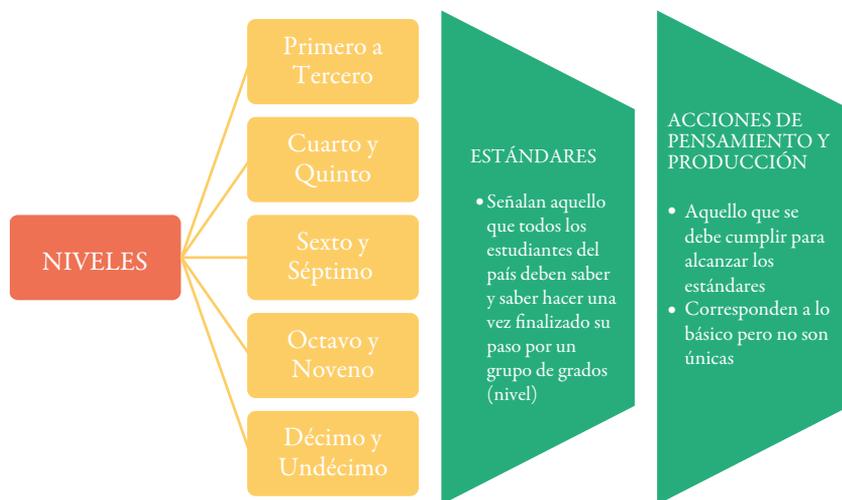
Fortalecimiento de competencias en ciencias naturales. Desde el prisma de lo pedagógico, columna vertebral de la estrategia, la promoción de las competencias por ciclo de desarrollo permite el acercamiento a la realidad de los niños, las niñas y los adolescentes atendidos, mediante experiencias pedagógicas que permiten alcanzar los estándares propuestos por el MEN. En ese sentido, forjar las competencias como *un enfoque para la educación y no un modelo pedagógico* (Tobón, 2007, p. 18) implica un aprendizaje integral y contextualizado, que debe desarrollar habilidades evidenciables desde la comprensión, la comunicación y la forma de actuar. A su vez, esta postura es un medio para la apropiación de la ciencia, entendiendo las competencias como un conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, comprensiones y disposiciones cognitivas, socioafectivas y psicomotrices apropiadamente relacionadas entre sí, para facilitar el desempeño flexible, eficaz y con sentido de una actividad en contextos relativamente nuevos y retadores (MEN, 2006), a través del cual se brindan a los estudiantes las herramientas que les permitan desarrollarlas, desde la implicación de los procesos de conocer, ser y saber hacer. Asimismo, de acuerdo con la SED (2015), en el marco del proyecto de Reorganización Curricular por Ciclos (RCC), para desarrollar las competencias es indispensable incentivar el desarrollo cognitivo, socioafectivo y físico-creativo a través del aprendizaje. El desarrollo cognitivo implica reconocer y comprender información, conceptos e ideas que permitan el análisis y la creación de información, conocimiento e ideas nuevas. En el desarrollo socioafectivo se busca generar

capacidad para la resolución de problemas y la toma de decisiones, lo que requiere mejorar aspectos intrapersonales e interpersonales, evidentes en los cambios en la forma de comportarse y comunicarse. Finalmente, el desarrollo físico-creativo implica la interacción con el entorno a través de la relación con la naturaleza y la cultura con el fin de transformarlo.

Referentes nacionales en competencias básicas y ciudadanas. El Ministerio de Educación Nacional (MEN) de Colombia establece que las competencias son desarrolladas a partir del diseño de planes de estudios coherentes con los estándares básicos de competencias (EBC) (MEN, 2006); estos documentos fueron publicados bajo la premisa de ser *guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden*. Entre otros fundamentos se destaca la perspectiva de *calidad educativa*, la cual implica múltiples variables, teniendo en cuenta un fin específico y ampliamente discutido, no solo a nivel nacional, sino mundial, dado que el sistema educativo debe centrar esfuerzos, además de la escolarización, en la educación como motor de desarrollo del país, para lo cual es imprescindible aunar esfuerzos en temas como el currículo, la praxis pedagógica, la evaluación, la gestión, los recursos y la cualificación docente (MEN, 2006). Por tanto, la propuesta de EBC fue planteada inicialmente para las áreas fundamentales del conocimiento (lenguaje, matemáticas, ciencias naturales, ciencias sociales y ciudadanas); sin embargo, estos documentos tienen como antecedente los lineamientos curriculares que son documentos que iniciaron su publicación en el año 1998, en donde se encuentran orientaciones curriculares y pedagógicas para diversas áreas que también son fundamentales como: artes, educación física, ética y valores humanos, entre otras.

Los estándares básicos de competencias poseen una estructura que divide los procesos en niveles o ciclos, como se describe en la figura 1.

Figura 1. Niveles de los EBC

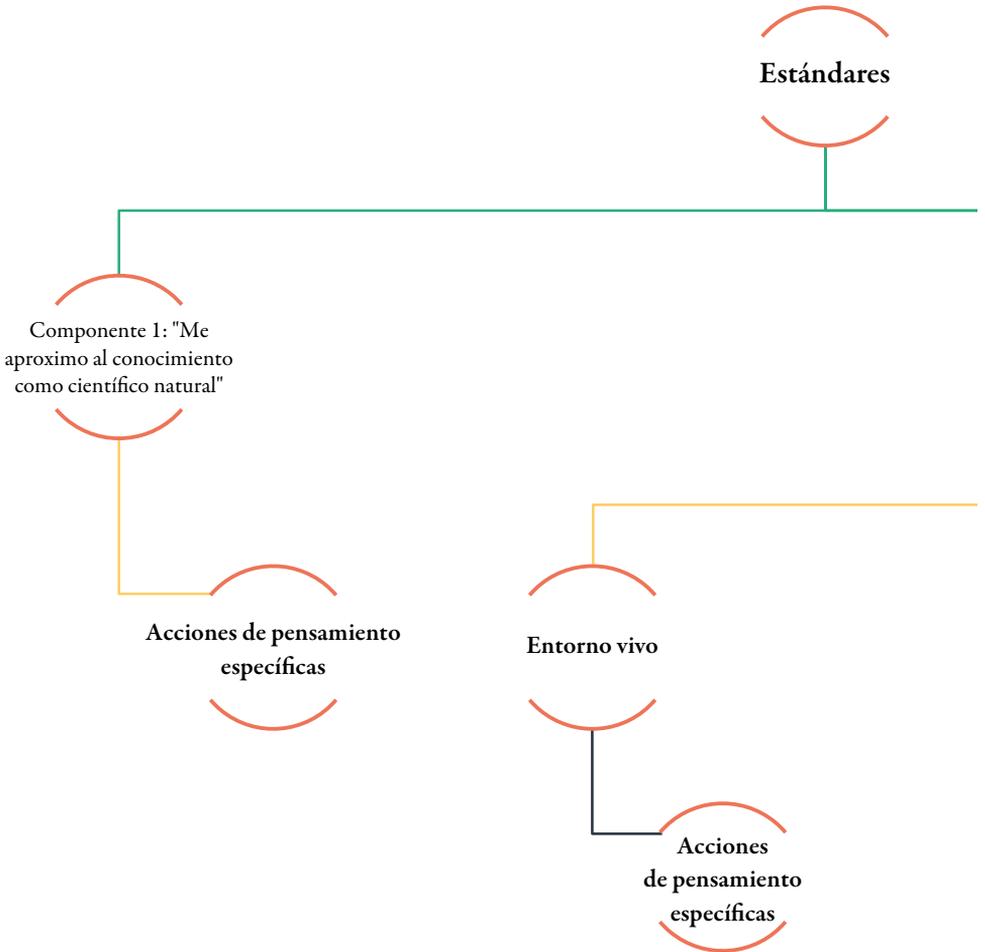


Fuente: elaboración propia.

Estos niveles corresponden a la coherencia vertical de los estándares, en donde, de acuerdo con su construcción, los indicadores de aprendizaje allí plasmados van avanzando según el proceso de cada grupo de grados. Asimismo, los estándares también poseen coherencia horizontal, dado que cada documento se encuentra estructurado respecto a determinados ejes o componentes que varían según el área. Para el caso de ciencias naturales y sociales se dividen en tres ejes de competencia que, a su vez, se dividen en componentes como lo muestran las figuras 2 y 3.

Por otro lado, para el caso de lenguaje, se divide en cinco factores que, a su vez, tienen enunciados y subprocesos y, para el caso de matemáticas, en cinco pensamientos (figuras 4 y 5).

Figura 2. Componentes coherencia horizontal área de ciencias naturales



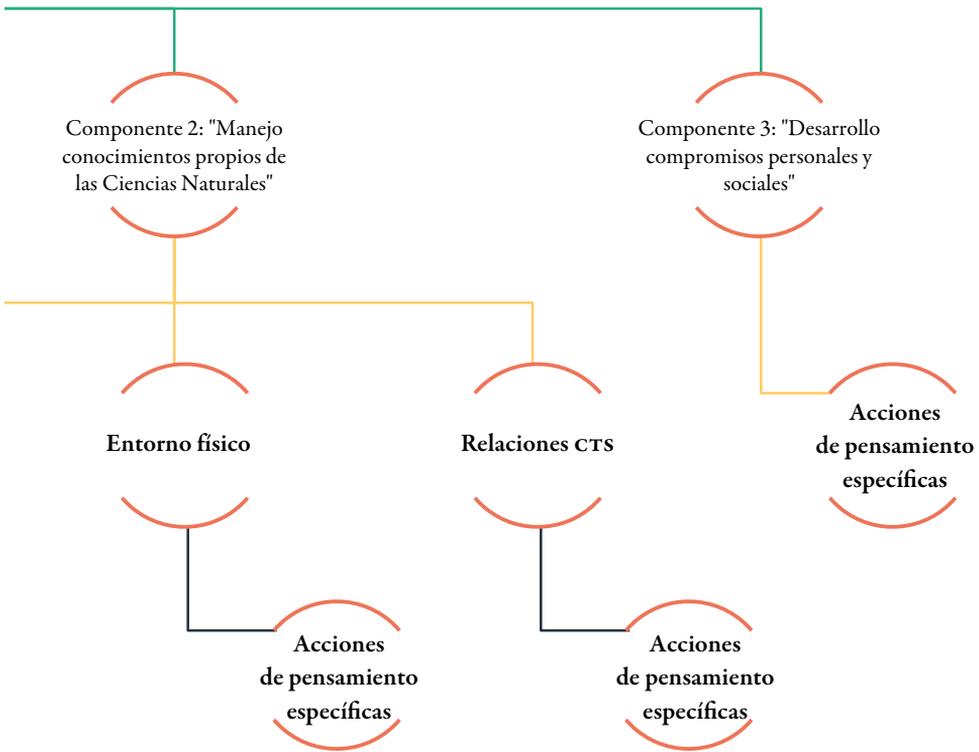
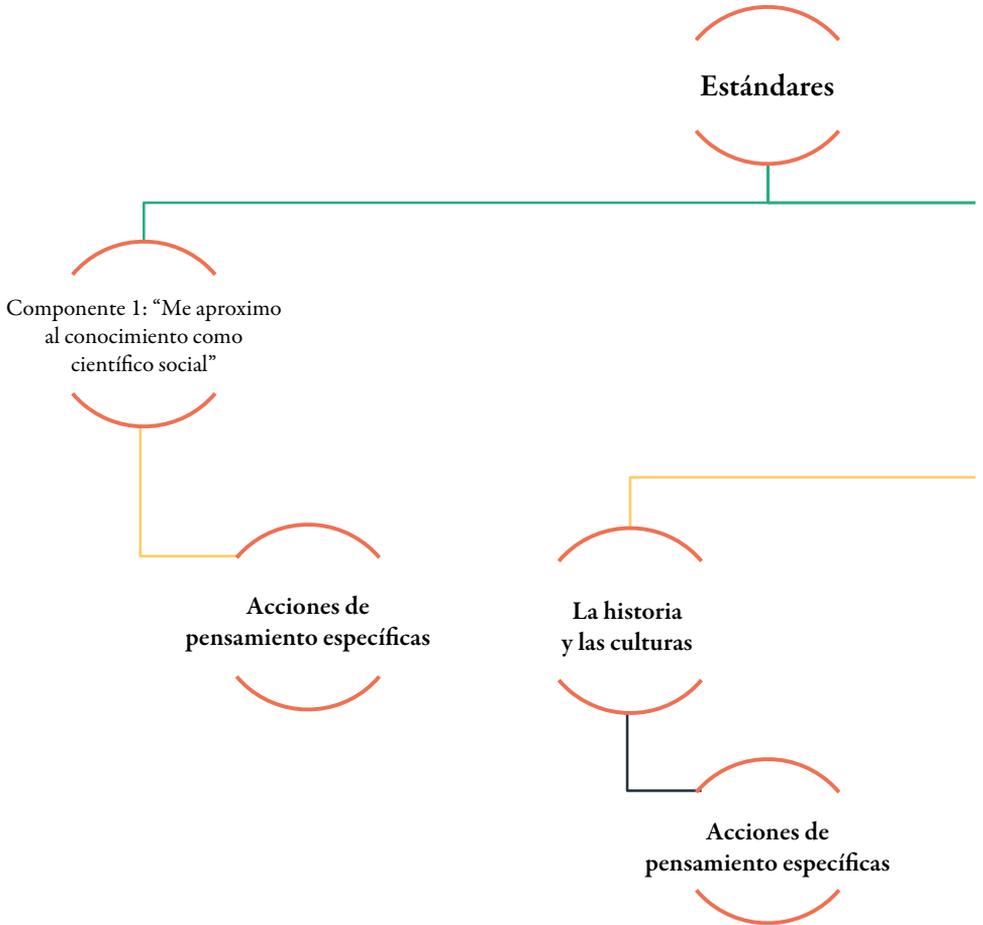


Figura 3. Componentes coherencia horizontal área de ciencias sociales



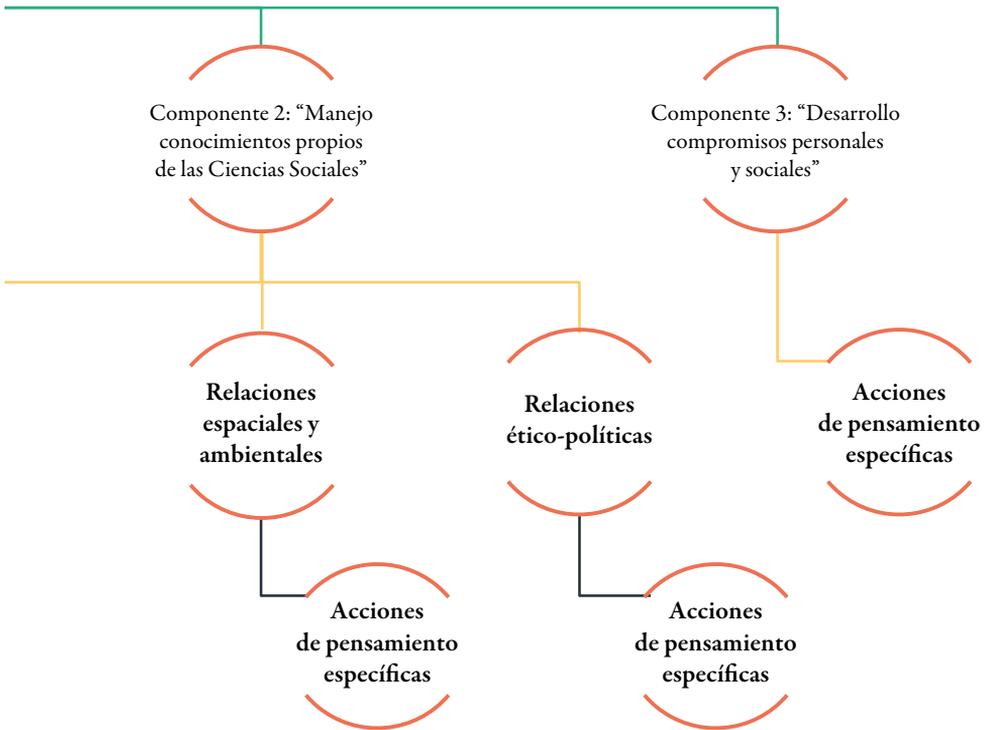
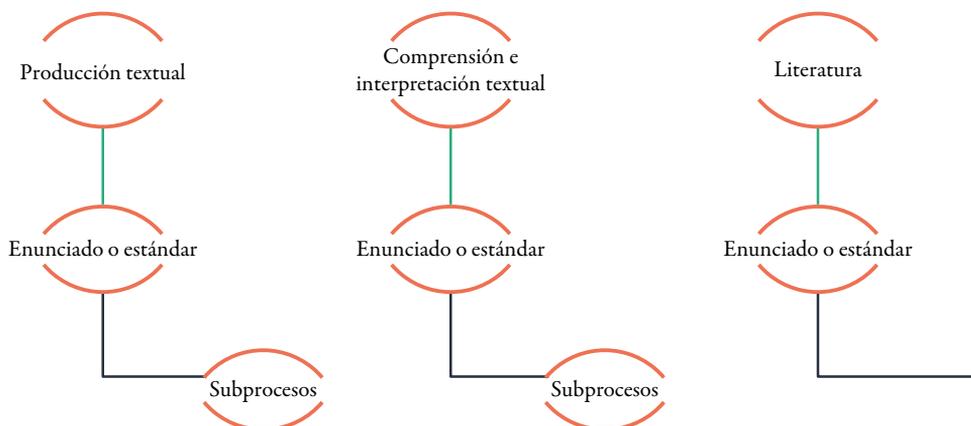
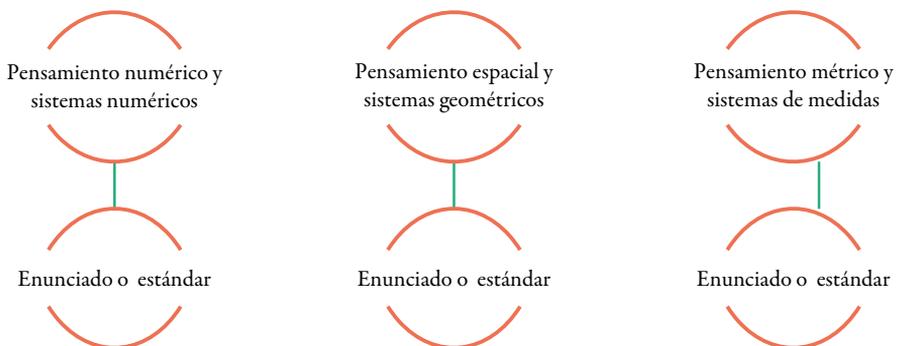


Figura 4. Componentes coherencia horizontal área de lenguaje

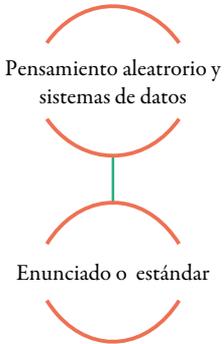
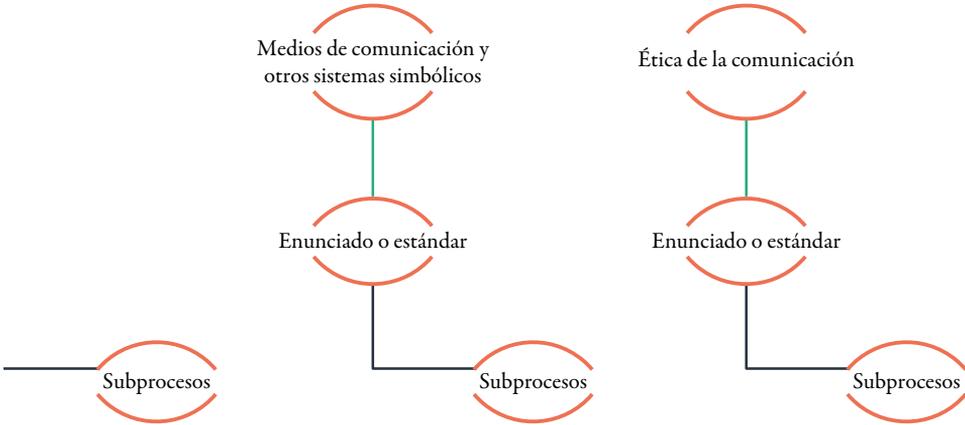


Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Componentes coherencia horizontal área de matemáticas



Fuente: elaboración propia.



Las anteriores relaciones de coherencia horizontal pueden encontrarse entre áreas, más explícitamente entre ciencias naturales y sociales con matemáticas; los procesos de lenguaje son transversales a las demás áreas. También, en el ámbito nacional se utilizan como referentes los derechos básicos de aprendizaje (DBA) y las matrices de referencia; sin embargo, los anteriores se utilizan como documentos orientadores, el referente principal son los EBC.

Referentes distritales en competencias básicas, ciudadanas y socioemocionales. En Bogotá específicamente, el enfoque de competencias se orienta por el documento “Propuesta de reorganización curricular por ciclos” (RCC) (SED, 2015), la cual no solamente aporta al enfoque por competencias, sino también a la estructuración de los procesos por grados y ciclos. Así, la RCC se constituye como una propuesta en el marco de la política pública distrital que apoya el entendimiento de los ciclos de desarrollo a partir, entre otras cosas, de las improntas de cada ciclo, como se observa en la tabla 1, que sirven de guía para el establecimiento de objetivos por ciclo y grado.

42

Tabla 1. *Improntas de ciclo según RCC*

Grado	0-3	4-5	6-7	8-9	10-11
Impronta	Infancias y construcción de los objetos	Cuerpo, creatividad y cultura	Interacción social y construcción de mundos posibles	Proyecto de vida	Proyecto profesional y laboral
Ejes de desarrollo	Estimulación y exploración	Descubrimiento y experiencia	Indagación y experimentación	Vocación y exploración profesional	Investigación y desarrollo de la cultura para el trabajo
Edades	5 a 8 años	8 a 10 años	10 a 12 años	12 a 14 años	14 a 17 años

Fuente: SED (2015).

Adicionalmente, otros elementos que soportan a las improntas de ciclo son los descriptores que permiten identificar características propias de cada ciclo relacionándolas, no solo con el grado, sino con la edad (tabla 2).

Tabla 2. *Improntas por ciclos*

Grado	Impronta
0 a 3	El estudiante tiene la capacidad de identificar, reconocer, clasificar y establecer relaciones que le permitan potenciar sus destrezas por medio de la exploración, los juegos y las experiencias para fortalecer la formación integral y la comunicación entre escuela y familia.
4 a 5	El estudiante tiene la capacidad de categorizar, relacionar, comparar, analizar, interpretar y argumentar, mediante el descubrimiento de las relaciones entre los objetos, planteamiento de hipótesis y procesos experimentales para que construya explicaciones y relacione fenómenos que involucren diversas manifestaciones propias de su comunidad (escuela-barrio).
6 a 7	El estudiante tiene la capacidad de crear, indagar, criticar, proponer, razonar y dar a conocer los fenómenos acontecidos en el contexto nacional, que le permitan potenciar sus habilidades comunicativas, relacionarse con el entorno, entender las emociones propias además de comprometerse en la interacción social.
8 a 9	El estudiante tiene la capacidad de interpretar, analizar, sistematizar, proponer, argumentar, reflexionar, cuestionar y evaluar fenómenos y situaciones que se presentan en diversos contextos, mediante la ejecución de proyectos interdisciplinarios que propendan por los procesos de investigación, a fin de lograr el afianzamiento del pensamiento hipotético-deductivo y la exploración de habilidades que orienten su vocación y desarrollo profesional (país-continente).
10 a 11	El estudiante tiene la capacidad de crear, divulgar, solucionar, emprender, transformar, criticar y proponer proyectos productivos y su postura crítica que le permitan resolver diversos problemas del contexto social y global.

Fuente: elaboración propia.

Competencias científicas. Un acercamiento a la definición de competencias científicas puede ser la propuesta por el programa DeSeCo (OCDE, 2007), que identifica y define las competencias básicas, una de ellas es la competencia científica, que según Cañal (2012):

... tiene cuatro dimensiones: conceptual (capacidad de utilizar el conocimiento científico para describir, explicar y predecir fenómenos naturales), metodológica (capacidad para diferenciar la ciencia del conocimiento cotidiano, para identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación, para obtener información relevante para la investigación, para procesar la información obtenida y para formular conclusiones argumentadas), actitudinal (capacidad para valorar la cualidad de la información, para interesarse por el conocimiento y la resolución de problemas científicos y para adoptar decisiones autónomas y críticas basadas en criterios científicos) e integrada (capacidad para utilizar las anteriores capacidades para dar respuestas o pautas de actuación adecuadas frente a los problemas concretos científicos, tecnológicos o socio-ambientales). (p. 7)

Por su parte, el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Calidad de la Educación (Icfes) plasma en su documento *Fundamentación conceptual del área de Ciencias Naturales* que: “se definen para el área de las ciencias naturales siete competencias específicas que corresponden a capacidades de acción que se han considerado relevantes” (2007, p. 17); estas son:

1. Identificar: capacidad para reconocer y diferenciar fenómenos, representaciones y preguntas pertinentes sobre estos fenómenos.
2. Indagar: capacidad para plantear preguntas y procedimientos adecuados y para buscar, seleccionar, organizar

e interpretar información relevante para dar respuesta a esas preguntas.

3. Explicar: capacidad para construir y comprender argumentos, representaciones o modelos que den razón de fenómenos.
4. Comunicar: capacidad para escuchar, plantear puntos de vista y compartir conocimiento.
5. Trabajar en equipo: capacidad para interactuar productivamente asumiendo compromisos.
6. Disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento.
7. Disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y para asumirla responsablemente. (p. 18)

Según lo expuesto, un diseño en competencias científicas podría configurarse como un modelo pedagógico desde el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes donde los estudiantes puedan, a partir de lo cotidiano, comportarse como científicos.

Ser competente en ciencias. En la historia podemos destacar grandes personajes de la ciencia que no solo brindaron aportes a la humanidad desde lo científico, sino que han contribuido desde la participación social e incluso desde la política. La visión de los científicos como personas aisladas, con poca vida social e incluso caricaturizadas como hombres y mujeres con poco atractivo físico (Correa, Espinoza, Villanueva, García y Barragán, 2017), no pasa de ser un estereotipo. El ser científico involucra incluso formas de ver y pensar el mundo que sin duda contribuyen al desarrollo de múltiples habilidades que pueden ser aplicables en ámbitos científicos y no científicos. El ser competente involucra una serie de acciones e incluso comportamientos que lo denotan, por lo anterior, se entiende que el estudiante competente en ciencias puede evidenciarlo a partir de indicios claros en su lenguaje, su pensamiento y su comportamiento (figura 6).

Figura 6. Acciones y comportamientos de un estudiante competente



Fuente: elaboración propia.

46

A partir de lo anterior, y haciendo énfasis en la intencionalidad de fortalecer el desarrollo de competencias básicas, se parte de la importancia que tiene relacionarlas con el quehacer científico dada la naturaleza propia del CIA. En este sentido, se establece una postura frente al desarrollo de competencias basada en la concepción de *sujeto competente en ciencias* (SCC) (Quintanilla, 2012). La enseñanza a partir de las competencias debe contribuir al desarrollo integral de los estudiantes desde lo científico, lo socioemocional y lo ciudadano, pasando incluso por el aporte al desarrollo de competencias en otras áreas del saber. Por esta razón, y como se analizará en secciones posteriores, la propuesta pedagógica no divide las competencias desarrolladas, más bien, busca contribuir en la formación de sujetos a través del desarrollo de determinadas habilidades, conocimientos, destrezas, entre otros, que son parte del quehacer de la ciencia y del científico:

Un SCC es aquel que se constituye como actor y agente particular de la acción, ajustada inteligentemente a las circunstancias sociales y culturales, capaz de adaptar o ajustar

el contexto a sus necesidades y con un pensamiento capaz de identificar situaciones problemáticas (u obstáculos) en la clase de ciencias y de abordarlas con la conciencia de los recursos propios que constituyen su perfil personal de actuación en la gestión del conocimiento y aprendizaje científicos. (Quintanilla, 2012, p. 68)

La formación de sujetos competentes en ciencias logra identificar, enfocar y resolver diferentes situaciones a las que el estudiante se enfrenta para aprender, comprender e interpretar la ciencia, con o sin ayuda de un guía. Igualmente, propone y ensaya estrategias de solución que contribuyan a su aprendizaje. Por tanto, desde esta perspectiva, se desdibuja a la ciencia como un proceso liderado por expertos y se inserta como un valor cultural que puede ser desarrollado por cualquier ciudadano (Hess, 1995), independientemente de su sexo, género, condición económica, social o de discapacidad, etnia u orientación sexual, y se constituye en una forma de hacer, ser y pensar, desde perspectivas hegemónicas y no hegemónicas de lo que significa ser parte de la ciencia. Así, esta postura permite vincular en el CIA las diferentes áreas y disciplinas del saber, y posiciona a la astronomía como ciencia interdisciplinar e integradora del conocimiento científico.

Por consiguiente, el Centro de Interés en Astronomía del Planetario de Bogotá busca promover la apropiación de la cultura científica a través del reconocimiento de la astronomía como ciencia interdisciplinar y transversal a los saberes académicos y consuetudinarios (Meléndez, 2002), lo que permite promover competencias e incide en el entorno de los estudiantes atendidos y de la ciudadanía, como una posibilidad de dar respuesta a sus contextos (Idartes, 2016). En ese sentido, esta apropiación, enmarcada desde la pedagogía, fomenta la formación de ciudadanos pensantes, críticos, analíticos, participativos y transformadores, que sienten, piensan y actúan a favor de una sociedad democrática y en paz, dentro del marco de la ciencia y las

competencias científicas. Bajo este supuesto, se busca que los estudiantes no se limiten a acumular conocimientos, sino que aprendan lo que es pertinente para su vida y puedan aplicarlo para solucionar nuevos problemas en situaciones cotidianas. Se trata de ser competente, no de competir (MEN, 2004), lo cual se traduce en una ciencia más equitativa, asequible y diversa, en la que no existe una figura de campo científico donde solo unos pocos son autoridad científica (Bourdieu, 1994), sino donde los ciudadanos, independientemente de su curso de vida, hacen parte activa de esta comunidad. A la larga, la intención está en la formación de ciudadanos más felices, forjadores de cultura, responsables con el entorno y protagonistas del progreso y el desarrollo, a través de la apropiación de la ciencia.

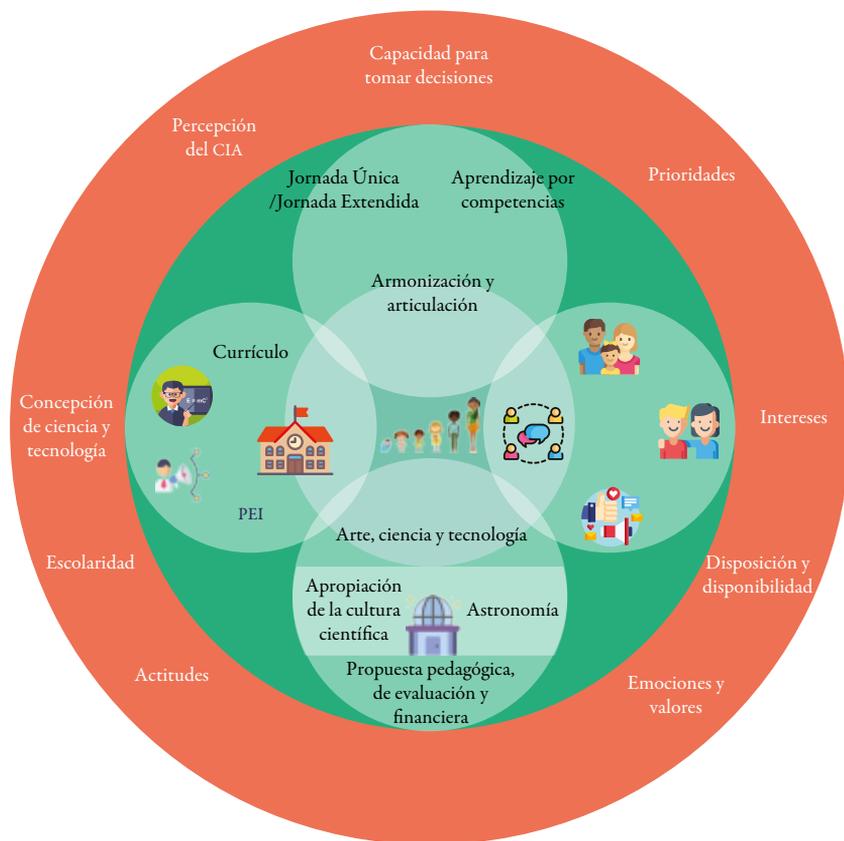
ARMONIZAR Y ARTICULAR (Aya)

48

Es necesario hacer nuevos planteamientos frente a la educación con el fin de explorar las potencialidades que se abren desde los cambios en el orden sociocultural dado por las experiencias de los estudiantes, al igual que por las transformaciones que se manifiestan a medida que se apropian de la cultura científica. En ese orden de ideas, los estudiantes del CIA son centro del proceso de enseñanza-aprendizaje dado que son el corpus donde converge la diversidad de intencionalidades pedagógicas, sociales y políticas de sus entornos cercanos y lejanos (figura 7).

Dado lo anterior, llegar a una institución educativa implica conocer su contexto y adaptarse a los continuos cambios que allí se gestan. Así, desde este enfoque se busca que los colegios reconozcan el universo de lenguajes, saberes y experiencias que podrían visualizar otros modos de concebir la educación y las prácticas pedagógicas en la escuela. De tal manera, es importante realizar ejercicios dialógicos que permitan la interacción constante y transformadora de los sentidos y significados que se encuentran actualmente insertos en cada institución.

Figura 7. | *El estudiante y su contexto*



Fuente: elaboración propia.

Dados los cambios actuales y las subjetividades procedentes de los estudiantes, las nuevas consideraciones sobre la pedagogía y la educación se hacen visibles, así como los estatutos sobre el conocimiento, el aprendizaje y el saber usado socialmente que extralimita las lógicas de los colegios y las enseñanzas preconcebidas por parte de los maestros. Proyectos como el CIA, así como los esfuerzos de diferentes sectores —en este caso el Planetario de Bogotá—, han demostrado que es viable

considerar otras maneras de desplegar la educación como acción cultural, social y política.

Actividades como la armonización y la articulación aparecen en el escenario en tanto oportunidades de reflexión y de construcción de sentido desde lo colectivo, el primero de ellos, la armonización, que se podría entender como:

El proceso de convergencia o compaginación de las acciones adelantadas por las entidades aliadas, para este caso el Idartes-Planetario, en la implementación de los centros de interés, con el componente pedagógico del PEI de las instituciones educativas. Para acercarse a ella es indispensable llegar a acuerdos institucionales que se plantean en los planes de desarrollo, las propuestas propias de cada entidad y el constructo pedagógico de cada colegio. (SED, 2019, p. 10)

50

El PEI, entonces, debe traducirse en el currículo y este en la práctica pedagógica, para dar cumplimiento a la política pública, a los horizontes institucionales y a los acuerdos que se establecen en pro de la calidad educativa (MEN, 1994). Por tanto, es de relevancia el proceso que se lleva en el CIA dados los diferentes enfoques desde las entidades (SED e Idartes) y los colegios, el cual goza de un estatuto epistemológico amplio en el que confluyen diversidad de diseños, estrategias y criterios que organizan la tarea de la educación y fortalecen lo institucional, lo curricular y las propuestas educativas que allí se suscriben. En otras palabras, el currículo es considerado como una traducción del PEI en la medida en que recoge el sentido del mismo, es decir, las intenciones políticas, económicas, sociales, culturales y educativas del país y de la escuela. De este modo, tanto el PEI como el currículo tienen una dimensión histórico-contextual que responde a un proyecto de país. Por tal motivo, este se encuentra en constante movimiento y transformación. Sus referentes son las realidades sociales, nacionales, laborales,

económicas, políticas, tecnológicas y científicas, entre otras (Álvarez, 2010). No en vano, la Unesco (2016) entiende el currículo como “un acuerdo político y social que refleja una visión común de la sociedad, teniendo en cuenta las necesidades y expectativas locales, nacionales y mundiales. En otras palabras, el currículo encarna los objetivos y propósitos educativos de una sociedad” (p. 6).

Por otro lado, la articulación:

... puede permitir el goce de estar muy cerca sin invadir; o negarse a entrar en contacto; [...] o excluir lo otro y el otro sin permitirle su emergencia. Articular no es inmovilizar; articular no significa empobrecer; articular está más allá en la línea de que los esfuerzos colaborativos bien pensados producen siempre mejores resultados que los esfuerzos aislados. (Garzón y Gómez, 2010, p. 94)

Por tanto, en estas actividades deben tenerse en cuenta los diversos componentes de los procesos educativos en relación con los actores que se involucran (estudiantes, docentes, directivos, entre otros) y la manera como estos, desde el PEI, dan sentido a las temáticas o problemáticas que se abordan en los contenidos escolares, los métodos, las mediaciones, los procesos de valoración, así como los de investigación y gestión (SED, 2019). La articulación se constituye en el centro de la apuesta curricular pues se trata de pensar de la mejor manera la movilización, los caminos posibles, los diferentes ritmos y las decisiones que desde allí se orientan.

En consecuencia, las actividades de armonización y articulación se sitúan en un marco de comprensión de temporalidades que desde el CEI han tenido incidencia en las dinámicas culturales propias del discurso educativo que, si bien parten de los propósitos de la apropiación de la cultura científica y del desarrollo de competencias básicas que contribuyen a la promoción de las demás, son referentes de corte

epistemológico, disciplinar y actitudinal sobre la manera como los estudiantes se aproximan al mundo en la escuela.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

En educación existen diversas formas de acceder a la información proveniente del proceso de enseñanza-aprendizaje, entre estas, “la evaluación es una actividad o proceso sistemático de identificación, recogida o tratamiento de datos sobre elementos o hechos educativos, con el objetivo de valorarlos primero y, sobre dicha valoración, tomar decisiones” (García Ramos, 1989, p. 2). En ese sentido, es importante que este sistema permita comprender cómo las actividades del CIA promueven y fortalecen las competencias de pensamiento científico. Para ello, se busca que esta sea transversal (Ortiz y Buitrago, 2017) a toda la propuesta, con el fin de conocer la pertinencia de las intencionalidades anteriormente expuestas. Así, se debe procurar la aplicación de

52

... diversas estrategias evaluativas como proceso de acompañamiento al proceso pedagógico, en el que se interrelacionen y valoren en igual manera aspectos cognoscitivos, actitudinales y procedimentales, para poder posibilitar una permanente retroalimentación del conocimiento; priorizar en la evaluación los procesos interpretativos, comprensivos y de aplicación del conocimiento, al igual que determinar el alcance del proceso pedagógico. (Castañeda y Mancera, 2005, p. 9)

REFERENCIAS

Aguerrondo, I. (2009). Niveles o ciclos: el reto de la articulación. *Revista Internacional Magisterio*, (38).

- Álvarez, M. G. (2010). Diseñar el currículo Universitario: un proceso de suma complejidad. *Signo y pensamiento*, 29(56), 68-85.
- Bernal, J. D. (1967). *Necesidad y carácter de la ciencia. Historia social de la ciencia*. Barcelona: Península.
- Bourdieu, P. (1994). *El campo científico*. Recuperado de <https://ridaa.unq.edu.ar/bitstream/handle/20.500.11807/317/07R1994v1n2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castañeda, L. H. y Mancera Galvis, N. H. (2005). La evaluación: eje transversal y articulador el proceso pedagógico. *Revista Docencia Universitaria*, 5(1), 1-11.
- Correa Romero, F. E., Espinoza Romo, A. V., Villanueva Valadez, A. D. A., García Campos, T. y García y Barragán, L. F. (2017). ¿Cómo valoran los adolescentes a la ciencia y a los científicos? Análisis desde una aproximación metodológica mixta. *Caleidoscopio*, 55-74. DOI: <https://doi.org/10.33064/37crscsh902>
- Craig, G. (1997). *Desarrollo psicológico*. México: Prentice Hall.
- Dewey, J. (1934). *El arte como experiencia*. Barcelona: Paidós.
- Durant, J. (1994). What is public literacy? *European Review*, 2, 83B87.
- Eisenstein, E. L. (1990). La invención de la imprenta y la difusión del conocimiento científico. En J. Ordóñez y A. Elena. *La ciencia y su público: perspectivas históricas*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- García Ramos, J. M. (1989). *Bases pedagógicas de la evaluación*. Madrid: Síntesis.
- Godin, B. y Gingras, Y. (2000). What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model. *Public Understanding of Science*, 9(1), 43-58.
- González García, M., López Cerezo, J. et al. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.
- Garzón, O. y Gómez, J. P. (2010). *Diálogos entre la articulación curricular y la formación investigativa*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1053/105316833007.pdf>

- Hess, D. J. (1995). *Science and Technology in a Multicultural World: The Cultural Politics of Facts and Artifacts*. New York. Recuperado de <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=faCQTD-mz6lAC&pgis=1>
- Idartes (2016). *Formato Formulación Proyectos de Inversión. Integración entre el Arte, la Cultura Científica, la Tecnología y la Ciudad*. Bogotá D.C. Recuperado de <http://www.idartes.gov.co/es/lineas-estrategicas/arte-ciencia-tecnologia>
- Knorr-Cetina, K. (1992). ¿Comunidades científicas o arenas trans-epistémicas de investigación? Una crítica a los modelos cuasi-económicos de la ciencia. *Redes*, 7(30).
- Kreimer, P. (2003). Conocimientos científicos y utilidad social. *Ciencia, docencia y tecnología*, 14(26), 11-58.
- Kuhn, T. S. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- London, S. y Formichella, M. M. (2006). El concepto de desarrollo de Sen y su vinculación con la educación. *Economía y sociedad*, 11(17), 17-32.
- Meléndez Moreno, J. L. (2002). Astronomía: ciencia interdisciplinaria. *Boletín Consejo Superior de Investigaciones (CSI)*, 45, 4-6.
- Meléndez, A. (2015). *Taller CES 15. Confiabilidad*. Recuperado de Blog Red. <http://200.11.208.195/blogRedDocente/alexisduran/wp-content/uploads/2015/11/15confiabilidad.pdf>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN) (1994). *Proyecto educativo institucional - PEI*. Recuperado de <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-79361.html>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2004). *Serie Guías N° 6. Estándares Básicos de Competencias Ciudadanas. Formar para la ciudadanía ¡sí es posible! Lo que necesitamos saber y saber hacer*. Bogotá D.C.: MEN.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2006). *Guía 39: La cultura del emprendimiento en los establecimientos educativos*. Bogotá D.C.: MEN.

- Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2007). *Estándares Básicos en Ciencias Naturales*. Bogotá D.C.: MEN.
- Moscovici, S. (1979). *El psicoanálisis, su imagen y su público*. Buenos Aires: Huemul.
- Orfa G. R. y Gómez A. (2010). *Diálogos entre la articulación curricular y la formación investigativa "Connection between the curricular articulation and research training"*. Cali: Universidad de San Buenaventura.
- Ortiz, J. G. y Buitrago, H. (2017). La evaluación en la tradición educativa colombiana. Instrumento de clasificación social. *Revista interamericana de investigación, educación y pedagogía*, 10(1), 145-171.
- Picabea, F. y Garrido, S. (2016). Universidad y Sociedad. Del modelo lineal a la innovación para el desarrollo inclusive y sustentable. En S. G. Mauro, D. Del Valle. y F. Montero (eds.). *Universidad pública y desarrollo. Innovación, inclusión y democratización del conocimiento*. Buenos Aires: Clacso.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (1990). *Informe sobre desarrollo humano*. Bogotá: Tercer Mundo.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2016). *Informe Regional sobre Desarrollo Humano para América Latina y el Caribe: progreso multidimensional, bienestar más allá del ingreso*. New York: PNUD.
- Popper, K. R. (1962). *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos.
- Price, D. de S. (1973). Colegios invisibles. *En Hacia una ciencia de la ciencia*. Barcelona, Ariel.
- Pyenson, L. y Sheets-Pyenson, S. (1999). Teaching: Before the Scientific Revolution. En *Servants of Nature. A History of Scientific Institutions, Enterprises and Sensibilities*. London: Harper Collins Publishers.
- Quintanilla, M., Joglar, C., Jara, R., Camacho, J., Ravanal, E., Labarrere et al. (2010). Resolución de problemas científicos escolares

y promoción de competencias de pensamiento científico. ¿Qué piensan los docentes de Química en ejercicio? *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 28(2), 185-198.

Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). (2015). *Manual de Antigua. Indicadores de percepción pública de ciencia y tecnología*. Antigua: OEI.

Rincón, C. (2010). La organización escolar por ciclos: “Una experiencia de transformación pedagógica en pedagógica en Bogotá”. *Revista Educación y Humanismo*, 12(19), 93-104.

Secretaría Distrital de Cultura, Recreación y Deporte (SDCRD) (2012). *Plan Decenal de Cultura Bogotá D.C. 2012-2021*. Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor de Bogotá.

Secretaría de Educación del Distrito (SED) (2015). *Reestructuración Curricular por Ciclos. Ruta para la consolidación de planes de estudio en el marco de la excelencia académica y la formación integral*. Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor de Bogotá.

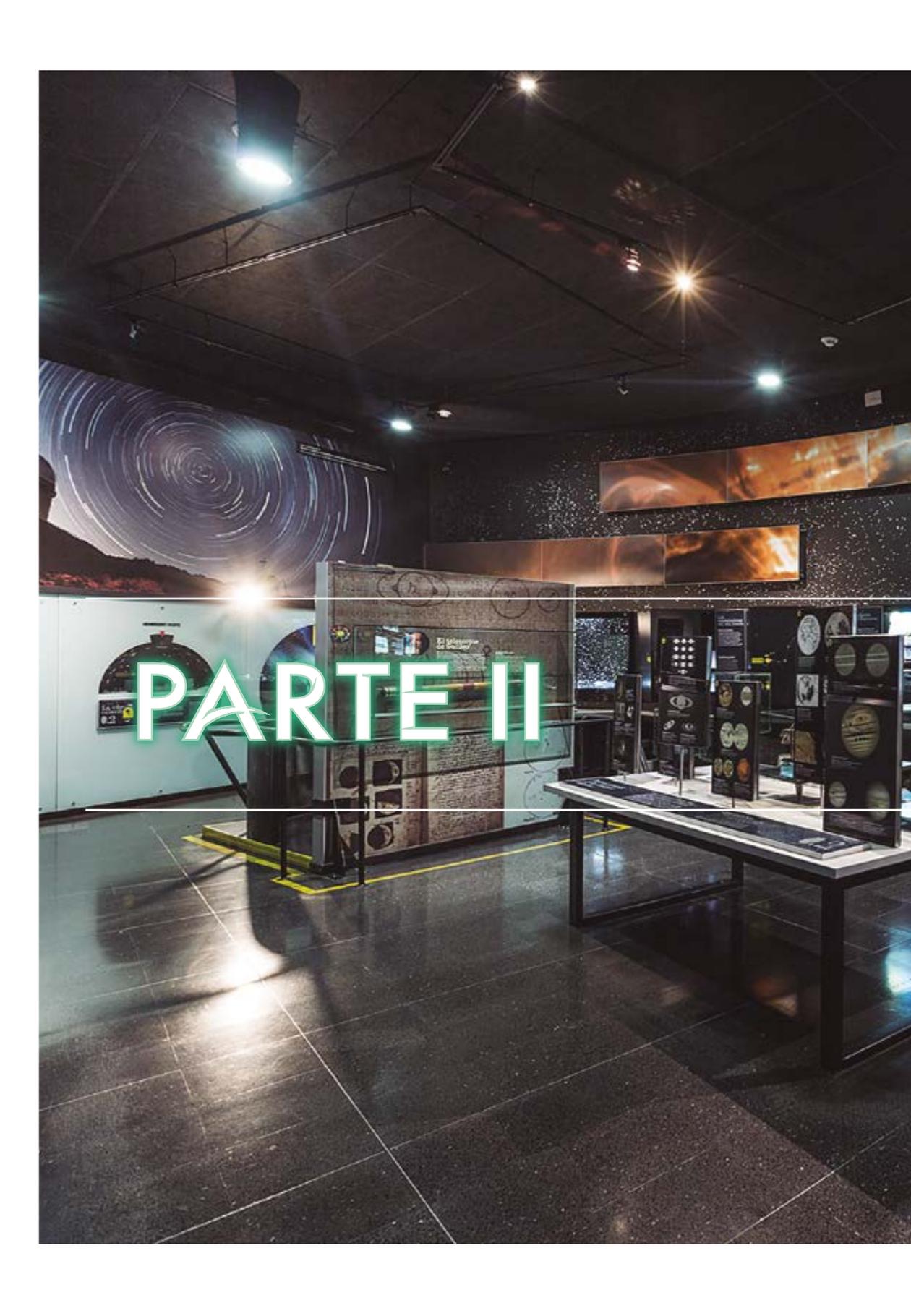
Secretaría de Educación del Distrito (SED) (marzo 2019). *Mesa pedagógica intersectorial de la Dirección de Educación Preescolar y Básica* [diapositivas de Power Point]. Recuperado de <https://www.educacionbogota.edu.co/es/servicios/educacion-inicial-en-bogota-un-referente-para-el-pais>

Secretaría de Educación del Distrito (SED). (2017). *Lineamientos para la implementación de jornada única y jornada extendida en el marco del pilar “Calidad educativa para todos”*. Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor de Bogotá.

Sen, A. (1999) *Desarrollo y Libertad*. Buenos Aires: Planeta.

Sen, A. (2004). Capital humano y capacidad humana. Foro de Economía Política. Teoría Económica. *Cuadernos de Economía*. Recuperado de www.red-vertice.com/fep

- Tobón, S. (2007). El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular por ciclos propedéuticos. *Acción pedagógica*, 16, 14-28.
- Torres Albero, C. (2005). Representaciones sociales de la ciencia y la tecnología. *Reis. Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 111, 9B43.
- Tuillier, P. (1990). La ciencia moderna. En *El saber ventrílocuo: cómo habla la cultura a través de la ciencia* (pp. 36-51). México: Fondo de Cultura Económica.
- Unesco (2016). *Qué hace a un currículo de calidad*. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000243975_spa
- Vasco, C. (1990). Algunas reflexiones sobre la pedagogía y la didáctica. En *Pedagogía, discurso y poder* (pp. 107-122). Bogotá: El Griot.



PARTE II

The image shows the interior of the Bogotá Planetarium. The ceiling is a dark, starry sky with numerous small white stars. Several long, horizontal panels with vibrant, colorful nebulae and star fields are mounted on the wall. In the foreground, there are educational displays, including a large interactive screen on the right and a smaller display on the left. The floor is dark and reflective, showing the lights from the displays and the ceiling. The overall atmosphere is educational and immersive.

**APUESTA PEDAGÓGICA
DEL CENTRO DE INTERÉS
EN ASTRONOMÍA DEL
PLANETARIO DE BOGOTÁ**

CAPÍTULO 3

EDUCACIÓN PARA EL DISEÑO Y DISEÑO PARA LA EDUCACIÓN

Design is to design a design to produce a design.

60

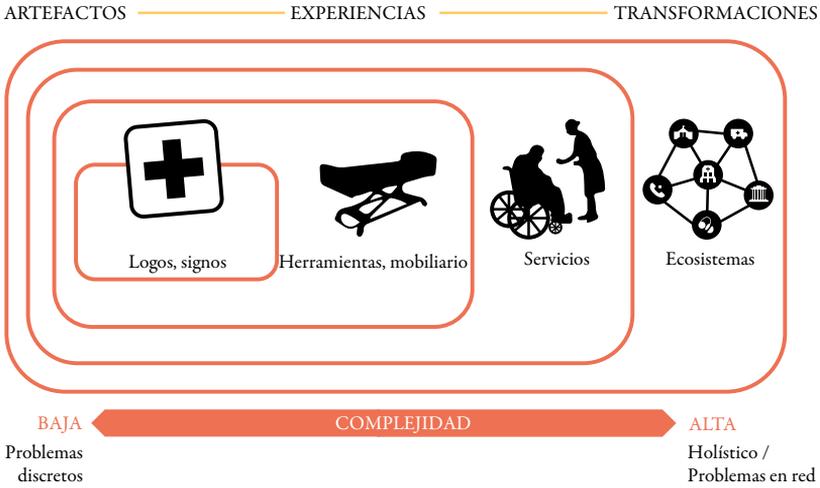
Heskett (2002)

La ciudadanía usualmente percibe a los diseñadores como personas cercanas a las artes, creativas y que conocen de muchas herramientas, físicas y virtuales, para poder crear. Incluso, se piensa que son personas que hacen y saben hacer cosas por medio de unas habilidades que se adquieren tanto en la academia como a través de la experiencia, y que no cualquiera debería saber o hacer. ¿En qué momento se llega a pensar de esa manera?

DEFINIR EL DISEÑO

Intentar definir el diseño es como intentar definir la esencia humana, no hay un consenso sobre ello. Según Mahdjoubi (2003), el diseño se considera como una actividad, una forma de planeación o una epistemología. En cuanto actividad, el diseño es un conjunto de etapas de conceptualización (preejecución) las cuales se encuentran enfocadas al desarrollo de nuevos productos. De tal forma, se distinguen las bellas artes, el diseño industrial (arte aplicado), la arquitectura y las ingenierías como disciplinas asociadas. Asimismo, al ser actividad, el diseño busca satisfacer, ya sea la forma, la función o una mezcla entre ambas. Mientras las bellas artes se enfocan más en la forma, las ingenierías se centran en la función. Por su parte, al considerarse como una forma de planeación, el diseño es visto como un proceso mental previo a las acciones de preejecución (preimplementación). En ese sentido, desde este enfoque se busca planear, componer (generar estrategias) y tomar decisiones de acuerdo con las situaciones definidas como problemáticas. Con ello, se vincula al diseño con la gestión para lograr, a través de la interdisciplinariedad, la formulación de prescripciones o modelos que resuelvan los problemas. Finalmente, al ser epistemología, el diseño vincula las metodologías sintéticas necesarias para generar cambio. Es buscar cómo las cosas deberían ser (diseño) mas no cómo son (ciencia). En resumen, el diseño es un campo que emerge desde comunidades de práctica y gremios, más que un saber establecido y propio de una disciplina, por tanto, se concibe como una capacidad humana para la solución de problemas, que puede potenciarse en mayor o menor medida según el contexto y las experiencias de las personas. Con ello, se generan artefactos, experiencias o transformaciones acordes a la complejidad de las situaciones (figura 8) en forma de objetos, comunicaciones, ambientes, identidades, sistemas, contextos o futuros (Heskett, 2002).

Figura 8. Niveles y caminos del diseño



Fuente: Design Council (2019). <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/what-do-we-mean-design>

Así, el diseño busca transformar información, generar nuevas ideas, solucionar problemas, apoyar la toma de decisiones, satisfacer y describir las restricciones o evaluar y optimizar un espacio para generar soluciones en torno a la diversidad (Zhou, 2005). A fin de generar las soluciones a los problemas propuestos existen diversos enfoques para abordar estas situaciones; entre estos se encuentra considerar al usuario final como un actor pasivo a quien se le diseña una solución según criterio del diseñador a través de una consultoría (diseño tradicional) (Karabeg, 2012), considerar al usuario como una fuente importante de información (diseño centrado en el usuario) (Silva da Silva, Martin, Maurer y Silveira, 2011) o considerar al usuario como parte activa del diseño desde la investigación de la información hasta el desarrollo del producto o servicio final (diseño participativo) (Sanders y Stappers, 2008), teniendo en cuenta que el diseño es una capacidad inherente del ser humano que puede ser desarrollada y apropiada para resolver las problemáticas inmediatas de manera comunitaria (Escobar, 2016).

En el Centro de Interés en Astronomía (CIA), estos diferentes enfoques y concepciones se pueden ver de forma transversal en sus dos etapas de diseño, con el fin de abordar las debilidades y fortalezas encontradas en la formulación de los años 2015 a 2018: 1) Planear el CIA y 2) Ruta de diseño. Mientras que en la primera el ejercicio se realizó desde el papel de experto por el equipo pedagógico, en la segunda se involucró al formador como tomador de decisiones y diseñador activo, tanto de la propuesta como de las actividades.

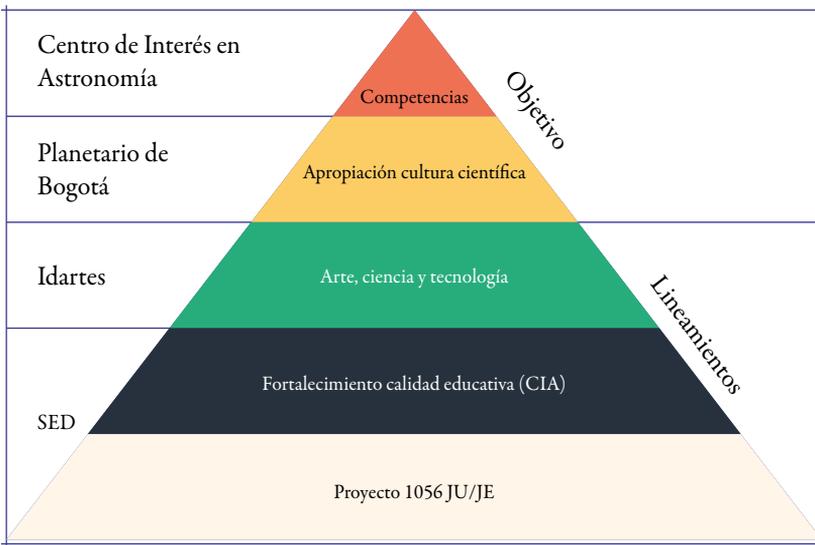
PLANEAR EL CENTRO DE INTERÉS EN ASTRONOMÍA

Dada la necesidad de crear un diseño que potencie las fortalezas y reduzca las debilidades identificadas, se realizó una fase inicial en la cual se planeó el CIA, principalmente para el proceso pedagógico, las actividades de armonización y articulación, y el sistema de evaluación. Como insumo de la planeación, también denominada propuesta pedagógica, se tuvieron en cuenta las restricciones que la reflexión había arrojado. De esta forma, se identificó que el proceso pedagógico era aquel que mediaba las acciones de los otros dos, por lo que su planeación completa inicial era imperativa.

En primer lugar, se clasificaron los referentes conceptuales y teóricos del CIA, con el fin de enmarcar su objetivo y espacio de acción para lograr la apropiación de la cultura científica. Inicialmente, se encontró que los documentos de la Secretaría de Educación del Distrito (SED), Proyecto 1056 - Jornada única y extendida, y el objeto del proyecto en torno al fortalecimiento de la calidad educativa, para que se pueda lograr la extensión de la jornada; y del Instituto Distrital de las Artes-Idartes, relacionando la línea estratégica arte, ciencia y tecnología de esta entidad, forman los lineamientos de política pública que vinculan al CIA con la visión de la ciudad en torno a la educación y al arte. Sin embargo, este vínculo se evidenciaba desde el

nivel macroscópico del CIA. Por tal motivo, desde lo microscópico, se encontró que el objetivo del Centro de Interés se relaciona con la apropiación de la cultura científica, dada la misión del Planetario de Bogotá, por medio de la promoción y el desarrollo de competencias (figura 9).

Figura 9. Marco conceptual CIA



64

Fuente: elaboración propia.

Una vez identificado el objetivo del Centro de Interés en Astronomía del Planetario de Bogotá, se buscó responder cómo alcanzarlo, teniendo en cuenta las diversas variables y restricciones halladas. Para ello, se realizó un análisis de la propuesta existente a inicios del 2019 y se evaluó cualitativamente su pertinencia. Durante los años 2017 y 2018 se utilizó el modelo pedagógico de aprendizaje basado en la indagación como referente para la didáctica que se planteaba en cada una de las sesiones. Didácticamente, se diseñaron e implementaron clases en las

que, al inicio de cada una de ellas, se planteaba una pregunta asociada a la radioastronomía, los telescopios, la robótica o la astronáutica, la cual se respondía de manera práctica (aprender haciendo) durante dos horas semanales durante el año escolar. Como resultado, se esperaba que los estudiantes se apropiaran de los contenidos de la astronomía y pudieran incorporarlos en otras áreas dentro de los colegios (ciencias naturales, ciencias sociales, entre otros). No obstante, este modelo contaba con tres vacíos por resolver:

1. Se realizaba la transmisión de conocimientos, lo que perpetuaba las relaciones verticales de poder desde un docente “experto” hacia un estudiante “no experto o lego”. Es decir, se establecía indirectamente un *déficit cognitivo* (Vacarezza, 2009) de los estudiantes ante el conocimiento científico, el cual es transferido por el docente, como referente científico. Dado este déficit, y su relación con las barreras actitudinales que interponían algunas personas del talento humano que pertenecían al CIA, se contemplaba el diseño didáctico a partir de actividades vinculadas únicamente con una reacción emocional positiva inmediata, que llamaran la atención de los estudiantes y los divirtieran sin intencionalidades pedagógicas claras en torno al desarrollo de competencias y la apropiación de la cultura científica. En diferentes tipos de intervenciones sociales se ha encontrado que para generar procesos de cambio, al interior de la organización se requiere una “ideología de la potenciación”, lo que significa que los agentes internos que participan del proceso de transformación estén convencidos del sentido y la necesidad de la misma. Por tanto, es importante reflexionar en torno a cómo en equipo, y a través de la interdisciplinariedad, el conocimiento se apropia más allá de la diversión y el asombro. Es crear un horizonte de sentido que comparta y entienda que el otro, en este caso el estudiante, es un par humano que

se encuentra en un momento particular de su desarrollo y curso de vida. Es despojarse de la investidura de poseedor y señor de la ciencia para hacerla en conjunto con el otro, para que la apropie en su cotidianidad.

2. Se concebía una única manera de hacer ciencia y de ser científico, considerando que los estudiantes quisieran ser científicos naturales en el largo plazo, ya que “esta es la única forma de llegar a la verdad”. Esto se asociaba en diferentes oportunidades con restricciones al diseño desde una perspectiva de interdisciplinariedad.
3. Se transmitían contenidos, lo cual no se vinculaba explícitamente con el contexto de los estudiantes. Según los hallazgos de Otero, Fanaro y Llanos (2013), en un estudio de comparación entre este modelo con otros tipos, tales como el modelo de indagación, este se acercaría a la alfabetización científica mas no a la apropiación. Es decir, se transmite información científica como veraz, sin situarla sociohistórica y culturalmente.

Además, en la práctica, este modelo se encontró con algunas limitaciones que incidieron en la etapa de implementación:

1. Se prevalecía el saber científico más allá de las concepciones de niño y niña, sus intereses, sus maneras de concebir e interpretar el mundo, según su etapa de desarrollo.
2. La concepción de la tríada arte, ciencia y tecnología no fue clarificada y solo se lograba la identificación del arte desde la manualidad y no desde el lineamiento del Idartes (2016) en torno a la creación y la experimentación.
3. Al no estar vinculado al contexto, se generó un currículo oculto en el que algunos formadores preferían no implementar lo diseñado y, así, realizar lo que les parecía correcto para la etapa de desarrollo de los estudiantes que atendían.

4. Escasa intervención de los formadores en el proceso pedagógico, lo que perpetuó la visión de experto-no experto, que mediante el diseño pedagógico estipulaba qué debía aprender el estudiante.
5. Al no encontrarse acorde con los ciclos de desarrollo propuestos por el Ministerio de Educación Nacional, un estudiante que estuviera dos años consecutivos podía estar viendo dos veces el mismo contenido, dada la posibilidad de que no cambiara la línea de trabajo por parte la institución educativa. En ese sentido, se requeriría diseñar una versión 2 de cada línea, con contenidos más específicos que podrían ser muy avanzados para la edad de los estudiantes.
6. No había una evidencia clara sobre cómo se lograba el desarrollo de las competencias y cómo estas avanzaban en la apropiación de la cultura científica.

En ese sentido, fue necesario identificar un posible sucesor de este modelo, el cual pudiera resolver estas problemáticas encontradas, sin invisibilizar las fortalezas y los logros presentados durante este periodo de tiempo (tabla 3).

Tabla 3. | Fortalezas y debilidades CIA

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none">• Propuesta robusta conceptualmente• Actividades manuales interesantes con materiales poco comunes en las instituciones educativas distritales• Promoción de la alfabetización científica	<ul style="list-style-type: none">• Transmisión del conocimiento desde la visión de experto (formador) a no experto (estudiante)• Manifestación de poca o nula voz del formador en el proceso pedagógico• Concepción desde lo que el docente considera que se debe aprender, mas no de las necesidades y formas de aprendizaje de los estudiantes

Continúa

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de emociones como tema novedoso en evaluación • Las actitudes permiten identificar cuán cercanos se encontraban a la ciencia los estudiantes • Los resultados de la concepción de científico reestructuraron parte de la propuesta, incluyendo y resaltando el papel de la mujer en una de las sesiones • Acercamiento a los Proyectos Educativos Institucionales de cada colegio 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de un currículo en paralelo por parte de los formadores (currículo oculto) • Propuesta pedagógica y didáctica no centrada en el ciclo de desarrollo de los estudiantes • No es claro el vínculo entre la propuesta pedagógica con la tríada arte-ciencia-tecnología • Un estudiante podía máximo estar cuatro años por el centro de interés dado que solo contaba con cinco líneas. Algunos estudiantes ya habían estado en el CIA desde el 2015. • Falta de evidencia sobre cómo se logra la apropiación de la cultura científica • No es claro cómo se da el desarrollo de competencias • Sistema desarticulado con el resto de procesos • No se evaluaba el proceso de aprendizaje del estudiante • En los resultados no era evidente la incidencia de las actividades del CIA en las respuestas de los estudiantes • Falta de criterios de evaluación claros, dado que no se ajustaban al desarrollo por competencias • Desarticulación con los procesos internos del Planetario de Bogotá • Desconocimiento de la vivencia del formador dentro de la IED • Falta de estrategias y categorías claras para el acceso a la información • Falta de sistematización de los alcances del CIA y las realidades de cada colegio

Fuente: elaboración propia.

¿CÓMO INTERVENIR?: MODELO PEDAGÓGICO

Según Hernández López (2012), en un intento por compilar diferentes modelos pedagógicos existen cuatro niveles de indagación: constatada, estructurada, guiada y abierta, en donde cada nivel es más complejo que el anterior. Durante el 2017 y el 2018 se utilizó la indagación constatada, lo cual genera las situaciones anteriormente mencionadas, además de mostrar un acervo técnico de alta calidad en astronomía. Sin embargo, era necesario solucionar aquellos vacíos que durante la implementación se fueron visibilizando. Utilizando la misma taxonomía

propuesta por esta autora, se encontró que era necesario aumentar el nivel de complejidad, hacia la indagación guiada, dado que saltar a la indagación abierta hubiera implicado una logística en materiales que desbordaría la capacidad operativa del Planetario de Bogotá. No obstante, al revisar detalladamente las implicaciones de la indagación guiada, se logra hacer la analogía entre esta y la estructura del modelo de aprendizaje basado en problemas (ABP), solo que la primera utiliza únicamente la pregunta como detonante, mientras que la segunda puede vincular tanto a la pregunta como a una situación problema, según la forma de abordar el tema (figura 10). Como resultado de este análisis, se decidió ampliar el espectro hacia el ABP con el fin de abordar la astronomía desde problemas o preguntas problémicas propios de ella.

Figura 10. Niveles de indagación

	Trasmisión	Indagación	Problemas	Proyectos
Los cuatro niveles de la indagación	Indagación constatada	Indagación estructurada	Indagación guiada	Indagación abierta
Estudiantes	Los estudiantes confirman un principio a través de una actividad cuando se conocen los resultados de antemano	Los estudiantes investigan una pregunta que el profesor presenta a través de un proceso establecido	Los estudiantes investigan una pregunta presentada por el profesor, usando procedimientos diseñados y seleccionados por los propios alumnos	Los estudiantes investigan las preguntas que se formulan a través de procedimientos diseñados y seleccionados también por ellos mismos
Información que proporciona el docente	Preguntas, procedimientos, resultados	Preguntas y procedimientos	Situaciones problemas o preguntas	

Alfabetización científica
Contenidos

Apropiación de la cultura científica
Competencias y saberes

Fuente: Hernández-López (2012).

Nota: las palabras y líneas de color diferente al negro son modificaciones realizadas por los autores con fines ilustrativos.

De esta manera, desde el Centro de Interés en Astronomía se propone el modelo de ABP como un método de enseñanza-aprendizaje donde niños, niñas y adolescentes adquieren conocimientos, habilidades y actitudes a través de la solución de situaciones problema. Con ello, se busca formar desde la capacidad y el análisis de dichas situaciones igual que sucedería en la vida cotidiana; es decir, valorando e integrando el saber que los conducirá al desarrollo de competencias (González, García, Blanco y Otero, 2010). Este modelo se centra en el aprendizaje como proceso constructivo no receptivo, promueve la metacognición, visibiliza la influencia de los factores sociales contextuales sobre el aprendizaje, facilita la comprensión de los nuevos conocimientos para lograr aprendizajes significativos, promueve la disposición afectiva y la motivación de los estudiantes, provoca conflictos cognitivos en estos, el aprendizaje resulta fundamentalmente de la colaboración y la cooperación, y permite la actualización de la Zona de Desarrollo Próximo de los estudiantes (Morales y Landa, 2004). En este sentido, según Piaget (1975), no se busca copiar lo real, sino obrar sobre ello y transformarlo en apariencia y en realidad, a fin de comprenderlo. Por ejemplo, para conocer los fenómenos, el físico no se limita a describirlos tal como parecen, sino que actúa sobre los acontecimientos de manera que puede disociar los factores, hacerlos variar y asimilarlos a sistemas de transformaciones, y eso es lo que se buscaría con los estudiantes.

Al investigar sobre este modelo se encontró que se desarrolla metodológicamente siguiendo unos pasos los cuales varían en cantidad según el autor pero que se mantiene constante la estructura general: presentación del problema, identificación de las necesidades de aprendizaje, aprendizaje de la información y solución del problema o identificación de otros nuevos. Sin embargo, la versión de De la Torre (2014), la cual adiciona un primer paso de presentación del modelo y uno último de reflexión sobre lo aprendido en un diario reflexivo (figura 11), fue la considerada como la más adecuada para el contexto del CIA dado que, al darle voz a los estudiantes se minimiza el impacto

de la visión experto-no experto y se permite situar sociohistórica y culturalmente el conocimiento científico, problematizándolo en el aula. De esta manera, no se busca que los estudiantes sean científicos sino que tengan las competencias y habilidades de un científico con el fin de lograr ser críticos (argumentación, solución de problemas y metacognición) ante lo que los rodea (Tamayo, 2017), incluyendo a la ciencia. Igualmente, este modelo no desconoce la transmisión de contenidos específicos de las ciencias naturales; sin embargo, no es su objetivo principal ya que el proceso para llegar a la solución de un problema no es bueno o malo. En ese sentido, se promueve la creatividad y se estimula a que los saberes previos de los estudiantes se conjuguen con la nueva información adquirida, tanto desde lo cognitivo como en el ejercicio relacional que el modelo incentiva a través del trabajo en equipo (Posada, 2004).

Figura 11.

Modelo de Aprendizaje Basado en Problemas

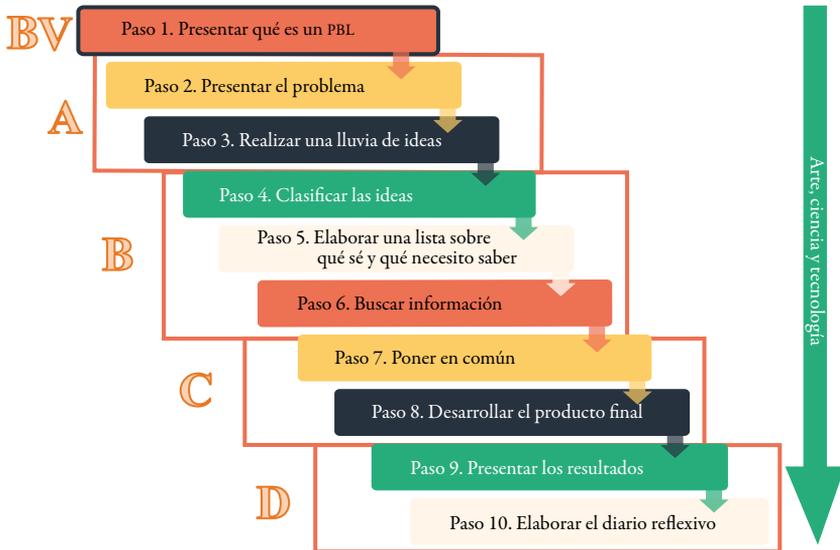


Fuente: De la Torre (2014).

Nota: las palabras y líneas de color diferente al negro son modificaciones realizadas por los autores con fines ilustrativos.

Una vez identificado el modelo de intervención, se consideró que operativamente esta estructura no podía desarrollarse en una sola sesión. De hecho, al ser un modelo utilizado predominantemente en la educación superior, no se podía comparar el nivel de desarrollo o las habilidades de los estudiantes universitarios con estudiantes de colegio. En ese sentido, se propone fragmentarlo en cinco partes, creando una sesión de bienvenida (paso 1) y 4 sesiones de implementación, o ambientes de aprendizaje (pasos 2-10) denominados con las letras A, B, C y D (figura 12). Operativamente, mientras que la sesión de bienvenida se realiza una sola vez al inicio del año académico, las otras cuatro sesiones se realizan de forma cíclica una vez que se haya finalizado el paso 10. Cada ciclo se denomina macroambiente de aprendizaje y cada sesión corresponde a un ambiente de aprendizaje.

Figura 12. Estructura general de un macroambiente de aprendizaje



Fuente: modificado de De la Torre (2014).

Nota: las palabras y líneas de color diferente al negro son modificaciones realizadas por los autores con fines ilustrativos.

Cada macroambiente de aprendizaje se entiende como un conjunto de escenarios donde interactúan el espacio físico (aula), la relación entre los estudiantes y el formador, el currículo y los recursos didácticos y tecnológicos (Flórez, Castro, Galvis, Acuña y Zea, 2017) para lograr los procesos de enseñanza-aprendizaje de niñas, niños y adolescentes, según su ciclo de desarrollo, a través de la astronomía y las ciencias del espacio como pretexto problematizador, tal como se enunció dentro de la definición del arte, ciencia y tecnología. En este sentido, para el CIA, estos macroambientes permiten la interacción de los estudiantes con la astronomía, a través del modelo anteriormente mencionado, con el fin de resolver problemas por medio del uso de diferentes estrategias didácticas que vinculan la tríada arte, ciencia y tecnología. En la práctica, el resultado del desarrollo pedagógico y didáctico de los macroambientes se evidencia en un diseño conjunto que ha sido trabajado entre los dos equipos que conforman el proceso pedagógico (equipo base y formadores). No obstante, la propuesta de De la Torre (2014) muestra una didáctica fija, estructurada y que no se acomoda al ciclo de desarrollo de los estudiantes ni busca generar interés en ellos, más allá de cumplir con los pasos, lo cual terminaría siendo de nuevo una indagación guiada. Por tal motivo, se decidió crear una definición propia para cada paso, que se ajustara a los ciclos que se atienden, que movilizara la didáctica y que generara interés en los estudiantes (tabla 4).

Tabla 4. **Composición de un macroambiente de aprendizaje**

Categoría	Subcategoría	Actividades
	Ambiente de bienvenida	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Presentación del formador</i>: los formadores se presentan y conocen a los integrantes en cada uno de los grupos que atienden a través de una dinámica acorde con el ciclo de desarrollo. • <i>Paso 1 - Presentación modelo</i>: el formador presenta qué es el CIA y cómo se desarrollarán las actividades (modelo). Para el ciclo I este paso no se realiza dadas las características de esta población. • <i>Acuerdos</i>: a través de una actividad, se identifican los acuerdos de trabajo y convivencia para el año escolar. El resultado de esta (cartelera, registro en bitácora, entre otros) se retoma cada vez que el formador lo considere. • <i>Bitácora</i>: se elabora la bitácora como punto de partida, teniendo en cuenta su importancia en el aprendizaje de los estudiantes. Dependiendo del ciclo, se desarrollará y utilizará de una forma particular.
Macroambiente	Ambiente A	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Paso 2 - Presentación problema</i>: en cada inicio de un nuevo macroambiente los formadores presentan la misión (problema) relacionada con la astronomía que se espera solucionar por los estudiantes en el transcurso de los siguientes ambientes. Se brinda el contexto de este problema a través de estrategias didácticas acordes al ciclo de desarrollo. • <i>Paso 3 - Reconocimiento de saberes, experiencias, opiniones e ideas sobre el problema</i>: por medio de una estrategia didáctica acorde al ciclo de desarrollo, se busca comprender los saberes y conocimientos previos, así como las opiniones e ideas, que los estudiantes tienen frente a la problemática planteada. Según el diseño propuesto, en este punto puede que el ejercicio sea en cada uno de los grupos de trabajo o entre los estudiantes que conforman la totalidad del grupo. Es importante que este paso incluya actividades más allá de levantar la mano con el fin de que los estudiantes se sientan en un ambiente cómodo para expresar sus opiniones frente al problema. En ese sentido, con este paso no se busca encontrar soluciones al problema.

Continúa

Categoría	Subcategoría	Actividades
Macroambiente	Ambiente B	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Paso 4 - Clasificación de las ideas:</i> al igual que los anteriores pasos, a través de una estrategia didáctica los estudiantes retomarán el problema presentado en el anterior ambiente y clasificarán las ideas emergentes del paso anterior. La intencionalidad es que se evidencie, tanto para el formador como para el estudiante, la diversidad de ideas y opiniones que pueden surgir. En este momento es necesario crear los equipos de trabajo si aún no se ha realizado en pasos anteriores. • <i>Paso 5 - ¿Qué sé y qué necesito saber?:</i> este es un momento crucial en el desarrollo del modelo. Los estudiantes identifican lo que el grupo o un miembro de este conoce acerca del problema, al igual que todo aquello que el equipo cree que necesita saber para resolverlo. La intencionalidad es incentivar que los estudiantes reflexionen sobre sus propios saberes. El producto final puede ser un listado en cualquier formato el cual puede ser el resultado de una actividad desde el hacer. • <i>Paso 6 - Búsqueda de la información:</i> idealmente, se pretenderá que los estudiantes puedan buscar la información (contenidos) en la biblioteca o en la sala de sistemas. Sin embargo, ante la realidad de los colegios, se pueden considerar otros métodos para recopilar la información tales como técnicas de recolección (entrevistas, encuestas, entre otros) de información utilizadas en la investigación, las cuales podrían ser una mini investigación al interior de la resolución del problema. Igualmente, el formador se consideraría como una fuente de información. Para ello, podría utilizar las actividades desarrolladas en años anteriores, que sean acordes al ciclo de desarrollo, al igual que clases expositivas de los conceptos. Es importante aclarar los contenidos que los estudiantes buscarán serán aquellos que fueron proyectados en el diseño del macroambiente, a menos que haya una necesidad específica del grupo sobre un tema particular por desarrollar, la cual será atendida por el formador.
	Ambiente C	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Paso 7 - Puesta en común de la información:</i> una vez localizada o expuesta la información que los estudiantes, con guía del formador, identificaron como necesidad, se pone en común, organiza, selecciona e interpreta. Así, los estudiantes tomarán decisiones que les permitan resolver, probar o demostrar el problema. • <i>Paso 8 - Desarrollo del producto final:</i> para este paso, los equipos definirán y pondrán en marcha la solución del problema propuesto. En este momento, los estudiantes pueden usar su creatividad mientras el formador actúa como guía que reconduce, orienta y acompaña el proceso.

Categoría	Subcategoría	Actividades
Macroambiente	Ambiente D	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Paso 9 - Presentación de resultados:</i> cada grupo socializa los resultados de la solución al problema planteado en un inicio. Para ello, puede hacer uso de diferentes estrategias como noticieros de TV, obras de teatro, prensa, radio, entre otros. En este momento se puede visibilizar en la práctica cómo se da la tríada arte-ciencia-tecnología desde la divulgación y la comunicación. • <i>Paso 10 - Indicaciones diario reflexivo (bitácora):</i> rutina que favorece la reflexión, la cual permite que los estudiantes se conozcan a sí mismos, identifiquen, discriminen y expresen sus sentimientos, reconozcan sus metas, aspiraciones, potenciales y debilidades, y desarrollen sus competencias socioemocionales y ciudadanas. Para ello, se utilizará la bitácora como espacio para consignar la reflexión. En este diario los estudiantes responderán brevemente a preguntas del tipo ¿qué he hecho?, ¿cómo lo he hecho? y ¿qué he aprendido? El formador está en la libertad de diseñar las preguntas según como se haya dado el desarrollo del macroambiente. Este paso se considera como la finalización del macroambiente.

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, a medida que se elaboraron las definiciones, se encontró que era necesario hacer una variación del modelo para el ciclo 1, la cual respondiera a la estructura base del mismo. Esto debido a que la anterior estructura responde a los ciclos 2, 3, 4 y 5 en cuanto a las habilidades, los tiempos de atención y los aspectos correspondientes al ciclo vital; mientras que en el ciclo 1 se responde a otros tiempos frente a los ritmos de desarrollo y a las construcciones de sentido que desde allí se orientan. Con este fin, para este ciclo se propuso que cada ambiente correspondiera a cuatro momentos: Reconociendo y descubriendo la misión, Curioseando e indagando, Construyendo y aprendiendo, y Compartiendo y comunicando (tabla 5).

Tabla 5. *Composición de un macroambiente de aprendizaje para el ciclo 1*

Cate- goría	Subcate- goría	Actividades
Macroambiente	Ambiente de bienvenida	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación formador: los formadores se presentan y conocen a los integrantes en cada uno de los grupos que atienden a través de una dinámica acorde con el ciclo de desarrollo. • Acuerdos: a través de una actividad se identifican los acuerdos de trabajo y convivencia para el año escolar. El resultado de esta (cartelera, registro en bitácora, entre otros) se retoma cada vez el formador lo considere. • Bitácora: se elabora la bitácora como punto de partida teniendo en cuenta su importancia en el aprendizaje de los estudiantes. Dependiendo del ciclo, se desarrollará y utilizará de una forma particular.
	Momento 1: reconociendo y descubriendo la misión	En el primer momento, los estudiantes conocerán la misión (problema) y opinarán sobre el problema (reconocen el problema). Pueden utilizarse preguntas que resuelvan el porqué de la misión, sin que las respuestas sean correctas o no. Se recomienda hacer pocas actividades, pero bien diseñadas y con la intención correcta, con el fin de mantener el interés de los niños, y para que alcance la sesión de 2 horas. Igualmente, se crearán los equipos de trabajo.
	Momento 2: curioseando e indagando	En este momento se retoma la misión y se realizan actividades que permitan a los estudiantes clasificar, de forma guiada, las ideas que emergieron en el ambiente anterior. Asimismo, se muestran a los estudiantes los conceptos que pueden ser útiles para el desarrollo de la solución de la misión. Para ello, puede utilizarse la biblioteca, internet o actividades que el formador proponga para trasponer los contenidos proyectados al inicio del diseño del macroambiente.
	Momento 3: construyendo y aprendiendo	Momento para desarrollar el producto que da solución a la misión. El formador cumple un rol de guía que permite experimentar en los niños las sensaciones, e incentiva a los estudiantes a poner a prueba sus ideas de solución.
	Momento 4: compartiendo y comunicando	Cada grupo socializa los resultados de la solución al problema planteado en un inicio. Para ello, puede hacer uso de diferentes estrategias como noticieros de TV, obras de teatro, prensa, radio, entre otros. En este momento se puede visibilizar en la práctica cómo se da la tríada arte-ciencia-tecnología desde la divulgación y la comunicación. Finalmente, se hará la reflexión en la bitácora con el fin de que los estudiantes evalúen el desarrollo del macroambiente así como su desempeño durante el mismo.

Fuente: elaboración propia.

Esta apuesta metodológica busca la generación de ambientes de aprendizaje (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2017) que se caractericen por ser espacios colaborativos para la innovación, la comunicación del conocimiento científico y el desarrollo de competencias. Así, a través de la apertura constante de espacios para la comunicación, divulgación, circulación y socialización de saberes de la cultura científica, evidentes a través de problemas relacionados con la astronomía y las ciencias del espacio, se provocan diálogos que posibiliten la convergencia entre la ciencia y las estructuras (pública y social) de cada una de las instituciones educativas. Por tanto, abordar la astronomía y las ciencias del espacio desde el modelo ABP permite al estudiante reconocerse como una persona creadora y transformadora de su entorno social y cultural, y de las relaciones que tiene con otros, dado que esta estructura parte de la experiencia sensible (MEN, 2003) y de la interacción que promueve la transformación y la comprensión del mundo. Así, a través de la creación de este discurso en cada estudiante impactado, por medio de la implementación de esta metodología de intervención se busca, como fin último, mitigar las barreras de acceso a la cultura científica en niños, niñas y adolescentes con la intención de ser críticos, creativos e investigadores de sí mismos y su entorno.

78

ARMONIZAR Y ARTICULAR. ACCIONES EN EL MARCO DE LA PROPUESTA PEDAGÓGICA

A partir de las consideraciones previamente establecidas, con cada una de las instituciones educativas con las que se hayan realizado acuerdos operativos previos se pretende retomar y revisar los acuerdos establecidos, las conceptualizaciones, los objetivos, los elementos pedagógicos, las proyecciones y los propósitos que se tienen con cada una de ellas. El objetivo consiste en desarrollar un esquema de acompañamiento en las instituciones educativas con las acciones correspondientes en pro de la construcción de criterios que apunten a una relación entre

la competencia y el fomento de la cultura científica. Dado lo anterior, se proponen las siguientes acciones, en términos generales, a la hora de armonizar y articular:

- Fomentar, en el marco de las reuniones de área de Ciencias Naturales, actividades conjuntas para el desarrollo integral de los estudiantes, a través de procesos dialógicos, dinámicos y novedosos que permitan transformar o fortalecer las prácticas pedagógicas y construir comunidades de saber desde los proyectos institucionales, a partir de la reflexión constante de la praxis en relación con la enseñanza de las ciencias y la aproximación como científico natural.
- Fortalecer la comprensión que tienen los colegios sobre la potencialidad pedagógica del CIA, a través de la socialización en los consejos académicos y las reuniones de área de ciencias naturales, de la propuesta pedagógica en cada uno de los colegios atendidos.
- Confrontar los saberes disciplinares de quienes implementan la propuesta, a través del diseño de las actividades, para formar configuraciones o significaciones que respondan a los interrogantes cognitivos, socioafectivos, axiológicos, actitudinales, físicos y creativos por ciclo: “La articulación del conocimiento de la vida (social y cotidiana) con el conocimiento científico con el fin de dar respuesta a las problemáticas de los contextos” (Reif y Larkin, 1994).
- Realizar seguimiento a los criterios e indicadores que dentro del proceso de Articulación y Armonización (AyA) se gesten para identificar la evolución de los acuerdos, avances y retrocesos que se presentan en el CIA. Para ello, se utiliza la Radiografía Institucional (Anexo A) que, no solo hace seguimiento a dichos criterios, sino que, a su vez, se acerca a las realidades y dinámicas de las instituciones educativas desde la mirada de los formadores.

¿CÓMO PODEMOS EVALUAR?

Dada la transversalidad del sistema de evaluación, tanto el proceso pedagógico como las actividades de armonización y articulación cuentan con una estrategia propia. A continuación, se identifica cada uno de los elementos que la componen:

Evaluando el proceso pedagógico. Se identificaron dos categorías de evaluación referentes a la implementación pedagógica del CIA: estudiantes y evaluación interna. En cuanto a la primera, esta es de forma continua y su finalidad consiste en reconocer el desarrollo de competencias y la apropiación de la cultura científica a partir de la validación de afirmaciones de aprendizaje a través de evidencias de aprendizaje diseñadas para cada parte del proceso. De esta forma, al igual que el análisis de la información y la presentación de resultados, esta se hace de forma transversal y continua durante la implementación de los macroambientes. Por otro lado, la evaluación interna del proyecto se hace de forma fraccionada y la recolección de la información se realiza en diferentes momentos a lo largo del año. Sin embargo, el análisis de la información se concentra hacia el final del año escolar, teniendo algunos adelantos de resultados parciales en momentos distintos del año. El siguiente esquema resume la propuesta de evaluación para el proceso pedagógico, identificando tanto las subcategorías de análisis como sus categorías e instrumentos (tabla 6):

Tabla 6. Sistema de evaluación CIA

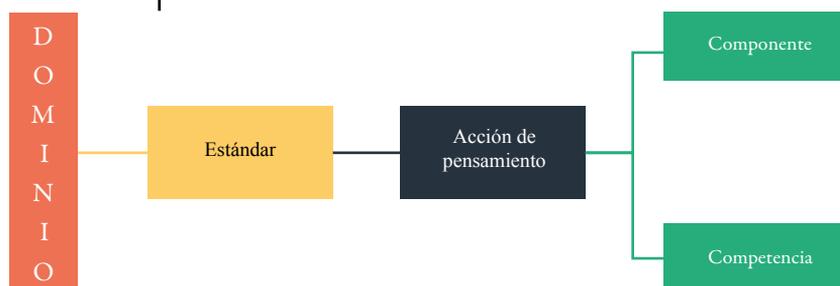
Categoría principal	Subcategoría de primer orden	Subcategoría de segundo orden	Responsables	Instrumentos/ Fuentes
Estudiantes	Competencias	N/A	Formadores y equipo pedagógico	Afirmaciones y evidencias de aprendizaje por macroambiente y sesión
	Percepción hacia el CIA			Instrumento de percepción
Evaluación interna del proyecto	Práctica docente	Ambiente de aula	Equipo pedagógico	Rúbrica de formadores y grupos focales
		Desarrollo de sesión		
	Impacto general del proyecto	Armonización y articulación		Indicadores de gestión
		Percepción hacia el CIA		

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la evaluación por competencias, de acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2013), esta debe ser una estrategia que busque validar afirmaciones que se hacen sobre las competencias, los conocimientos y las habilidades de los estudiantes. Para que pueda darse dicha validación, una evaluación debe cumplir con varias características, principalmente en lo referente a su validez y confiabilidad. Las afirmaciones establecidas sobre los aprendizajes de los estudiantes deben ser cuantificables y medibles mediante estrategias válidas, lo cual se refiere a que realmente se mida lo que se pretende medir y que, a su vez, los resultados de las evaluaciones sean interpretables y utilizables (MEN, 2013). Por su parte, la confiabilidad de la evaluación se refiere a la consistencia de los resultados, es decir, “se busca que los resultados de un proceso evaluativo concuerden con los resultados del mismo en otra ocasión” (Menéndez, 2015, p. 1).

Por lo anterior, se hace indispensable la búsqueda y utilización de modelos evaluativos que cumplan con las características mencionadas, que aporten a la mejora del CIA y que respondan a la necesidad de evaluar los diferentes tipos de competencias mencionados en los anteriores apartados. En ese sentido, el Modelo Basado en Evidencias (MBE) es una forma de evaluación que se fundamenta en el diseño de actividades de evaluación que pretenden verificar afirmaciones a partir de las evidencias que arrojan diferentes pruebas sobre las mismas; en este caso la respuesta acertada es la evidencia de que la afirmación se cumple. El diseño de especificaciones a partir del MBE “permite construir evaluaciones sustentadas en criterios objetivos, que generan información válida, confiable y explícita sobre lo que los estudiantes saben y saben hacer en el marco de un propósito y de un objeto de evaluación particular” (Magisterio, 2016, p. 3). En ese modo, el modelo empieza determinando el análisis del dominio, a través de la definición de los alcances que se esperan de los estudiantes; es decir, se parte de los estándares básicos de competencias (EBC) (Saab, 2015) ya que estos permiten comparar posteriormente los resultados obtenidos con los procesos por ciclo en que debe estar una población educativa y, luego, se toman las acciones de pensamiento que definen las competencias y los componentes, estos últimos relacionados con contextos temáticos (figura 13).

Figura 13. Definición del dominio

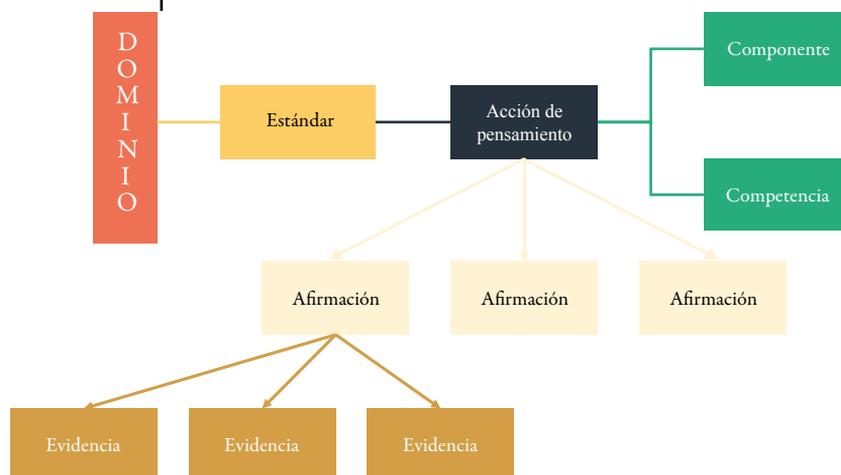


Fuente: elaboración propia.

Cada acción de pensamiento tiene unos pasos implícitos para su cumplimiento, los cuales no se encuentran en el documento de los EBC. Estas acciones de pensamiento se denominan afirmaciones, y son frases descriptoras del desempeño deseado a partir de las actividades planeadas, del diseño de los macroambientes y los ambientes de aprendizaje, las cuales deben ser construidas por quien planea la actividad de evaluación. Son enunciados globales que atienden a la pregunta: ¿Qué se quiere decir sobre el aprendizaje de los estudiantes? De preferencia, las afirmaciones deben ser la mayor cantidad posible por una acción de pensamiento y deben conservar correspondencia. Para el caso del CIA, las afirmaciones se establecen en el momento de planeación de cada ambiente, en clave de astronomía y ciencias del espacio. Por su parte, el cumplimiento de las afirmaciones debe poder ser corroborado, para lo cual deben existir una serie de evidencias que representan acciones observables y que posibiliten la verificación de las afirmaciones (figura 14). En este caso se responde a la pregunta: ¿qué tiene que hacer el estudiante que permita inferir que cumple una afirmación?, son igualmente descriptivas y se redactan tipo rúbrica atendiendo a tres tipos de cumplimiento: básico, intermedio y avanzado. Una afirmación puede tener varias evidencias y son la base para la construcción de las actividades de evaluación (Saab, 2015, p. 27). Con esta estrategia se guiará el diseño hacia la búsqueda de la apropiación de la cultura científica a partir de sesiones específicas para este fin.

Para el caso del CIA, los estándares y las acciones de pensamiento utilizadas son cuidadosamente seleccionados de los documentos de EBC del Ministerio de Educación Nacional, así como se revisa minuciosamente la clasificación gradual de estos documentos para atender a la reestructuración curricular por ciclos.

Figura 14. *Cumplimiento de las afirmaciones*



Fuente: elaboración propia.

84

Finalmente, la evaluación interna del proyecto se realiza desde dos categorías: la evaluación de la práctica docente y el impacto general del CIA. Para la primera, se visitan las instituciones educativas impactadas durante los momentos de operación, a fin de aplicar una rúbrica de seguimiento a la implementación (Anexo B), que cuenta con afirmaciones tendentes a determinar el desempeño de la práctica docente. En ese sentido, este último mecanismo brinda información para analizar la última categoría (impacto del proyecto), con información adicional que será recogida en dos momentos del año escolar, la cual está focalizada en rectores, docentes enlace y formadores, con el fin de indagar sobre percepciones generales hacia el centro de interés, a través de una encuesta. El fin es mejorar los procesos internos y, así, hacer los ajustes necesarios.

Seguimiento a las actividades de armonización y articulación. Se verifica el cumplimiento de metas e indicadores de gestión de las actividades de armonización y articulación mediante

actas, verificación *in situ* y revisión constante de los acuerdos en el seguimiento a los elementos del componente del PEI que se describen a continuación (tabla 7):

Tabla 7. Indicadores de armonización y articulación

Componente del PEI	Elementos del componente	Metas	Indicadores	Instrumentos / Fuentes
Académico	Planes de estudio	El 90 % de los docentes y coordinadores perciben aporte pedagógico de parte del CIA al plan de estudios del área de Ciencias Naturales	Porcentaje de docentes y coordinadores que perciben aporte pedagógico del CIA al área de Ciencias Naturales / Porcentaje de docentes y coordinadores encuestados, en el trimestre	Instrumento de percepción de impacto pedagógico en el área de Ciencias Naturales
		El 90 % de los eventos realizados por el CIA, en el trimestre, son percibidos como un aporte pedagógico a la IED	Porcentaje de eventos valorados como aporte pedagógico a la IED, en el trimestre / Porcentaje de eventos realizados por el CIA, en el trimestre	Instrumento de percepción de impacto pedagógico en eventos institucionales
Académico	Evaluación de aprendizaje	El 50 % de colegios focalizados incluyen al CIA en su SIEE	Porcentaje de colegios que acuerdan evaluación del CIA / Porcentaje de colegios focalizados por el CIA en 2019	Actas de reunión, acuerdos institucionales
	Medición de impacto	El 80 % de los estudiantes valoran favorablemente su experiencia en el CIA	Porcentaje de estudiantes con valoración favorable de su experiencia en el CIA / Porcentaje de estudiantes atendidos por el CIA	Instrumento de percepción

Fuente: elaboración propia.

La evaluación de estos indicadores en su sentido pedagógico es una herramienta que, desde lo curricular, permite realizar un diagnóstico que posibilite la toma de decisiones orientadas a retroalimentar los

procesos en los colegios focalizados, la potenciación de la enseñanza y el aprendizaje, el apoyo en los procesos formativos que se gestan, la mejora del ambiente escolar, entre otros. De tal forma, el fortalecimiento del plan de estudios del área de Ciencias Naturales, propuesto en el primer indicador, busca identificar, a través de un instrumento (Anexo C), la percepción de los diferentes colegios focalizados frente al aporte pedagógico del CIA en el área mencionada, en cuatro aspectos relacionados:

- Si los contenidos abordados durante la implementación de las sesiones aportan al cumplimiento de nuevas temáticas para contextualizar la clase de ciencias.
- Si las estrategias didácticas utilizadas por los formadores del CIA podrían incorporarse a la clase de ciencias.
- Si la implementación del CIA favorece en los estudiantes el aprendizaje de las ciencias naturales.
- Si es posible integrar actividades derivadas de la implementación del CIA en la planeación de la clase de ciencias naturales.

86

El segundo indicador tiene como objetivo apoyar el fortalecimiento del plan de estudios del área de Ciencias Naturales a través del desarrollo de eventos institucionales. Para este se diseñó un instrumento específico (Anexo D), que refleja la percepción de los diferentes colegios focalizados frente al aporte pedagógico de los eventos —diferentes a la implementación de los macroambientes— realizados por el CIA en cuatro aspectos relacionados:

- Si los contenidos abordados en el evento aportan al planteamiento de nuevas temáticas para contextualizar a los estudiantes en la clase de ciencias.
- Si las estrategias didácticas utilizadas por el(los) conferencista(s) podrían incorporarse a la clase de ciencias.

- Si este tipo de eventos favorece en los estudiantes el aprendizaje de las ciencias naturales.
- Si es posible integrar actividades derivadas de la participación en el evento en las planeaciones de la clase de ciencias naturales.

A través de estos indicadores es posible trabajar en la calidad educativa y en los fines propuestos ya que se cuenta con los criterios y los instrumentos adecuados para garantizar el mejoramiento de la praxis pedagógica y, por ende, el posicionamiento de los PEI en relación con la transformación de sus comunidades en consonancia con una meta por seguir que va más allá de las evaluaciones sumativas.

Por otro lado, en cuanto a la evaluación de los aprendizajes bajo la perspectiva de competencias que se maneja en el CIA (tercer indicador), se busca integrar la evaluación con el Sistema Institucional de Evaluación de los Estudiantes (SIEE) según los acuerdos que se realizan con cada colegio, evidenciados en actas de reuniones.

Finalmente, el cuarto indicador busca medir la percepción de los estudiantes a partir de un instrumento (Anexo E) que determina la percepción positiva y la negativa, en todos los estudiantes, grados y ciclos impactados, con el fin de medir el impacto general del CIA, a través de las siguientes posibilidades de respuesta:

- Percepción positiva: el estudiante responde el instrumento identificando emociones positivas, clasificadas como emociones asociadas a la recreación (alegría, diversión) y asociadas a la disposición propia (interés, sorpresa).
- Percepción negativa: el estudiante responde al instrumento identificando emociones negativas, clasificadas como emociones asociadas a la disposición propia del estudiante (aburrimiento, pereza) y asociadas al proceso (confusión, miedo).

En general, para estos cuatro indicadores las categorías asociadas a la percepción son: los temas, las actividades, los formadores y la percepción del aprendizaje.

Adicional a los anteriores indicadores, el Planetario de Bogotá busca identificar en los estudiantes de ciclo 4, tres aspectos asociados al impacto del CIA, sin discriminar de modo tan estricto entre lo positivo y negativo, sino reconociendo algunos intereses de estos estudiantes con respecto al Centro de Interés, en aspectos tales como: la percepción de la mejora académica luego de participar en el CIA, la visión hacia el futuro para ser parte de carreras científicas y el interés en continuar formándose en temas asociados a la ciencia y la astronomía, a través de un instrumento específico para esta población (Anexo F). De esta forma, con esta batería de indicadores, el proceso de Armonización y Articulación puede evaluarse con un sentido pedagógico que permite orientar los transcurso educativos para transformar y mejorar; por tanto, es esencial hacer un seguimiento continuo, permanente, dialógico, sensible e integral de estos con el fin de nutrir de manera constante el proceso formativo y reflexivo, al igual que incidir en la construcción crítica de los diferentes protagonistas educativos.

REFERENCIAS

- Alcaldía Mayor de Bogotá (2017). *Plan sectorial 2016-2020. Hacia una ciudad educadora*. Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor de Bogotá.
- De la Torre, J. J. (2014). *PBL. Aprendizaje basado en problemas* (SuperPixéP). Recuperado de <https://observatorio.profuturo.education/wp-content/uploads/2014/12/Monografico-Aprendizaje-Basado-en-Problemas.pdf>
- Design Council (2019). What do we mean by design? Recuperado de <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/what-do-we-mean-design>

- Escobar, A. (2016). *Autonomía y diseño. La realización de lo comunal*. Popayán: Editorial Universidad del Cauca.
- Flórez Romero, R., Castro Martínez, J. A., Galvis Vásquez, D. J., Acuña Beltrán, L. F. y Zea Silva, L. A. (2017). *Ambientes de aprendizaje y sus mediaciones en el contexto educativo de Bogotá*. Bogotá: IDEP.
- González-López, E., García-Lázaro, I., Blanco-Alfonso, A. y Otero-Puime, A. (2010). Aprendizaje basado en la resolución de problemas: una experiencia práctica. *Educación Médica*, 13(1), 15-24.
- Hernández-López, C. (2012). *Utilización de la indagación para la enseñanza de las ciencias en la E.S.O. Elaboración de material didáctico y su puesta en práctica en el aula*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Heskett, J. (2002). *Design. A very short introduction*. New York: Oxford University Press.
- Instituto Distrital de las Artes-Idartes (2016). *Formato Formulación Proyectos de Inversión. Integración entre el Arte, la Cultura Científica, la Tecnología y la Ciudad*. Bogotá D.C. Recuperado de <http://www.idartes.gov.co/es/lineas-estrategicas/arte-ciencia-tecnologia>
- Karabeg, D. (2012). Design epistemology. *Information*, 3, 621-634.
- Mahdjoubi, D. (2003). Epistemology of design. *Integrated Design and Process Technology*, 1-5. Recuperado de <https://www.ischool.utexas.edu/~darius/Epistemology%20of%20Design-5-IDPT.pdf>
- Magisterio (2016). *Contribución del modelo de evidencias al diseño de evaluaciones estandarizadas*. Recuperado de <https://www.magisterio.com.co/articulo/contribucion-del-modelo-de-evidencias-al-diseno-de-evaluaciones-estandarizadas-y-de-aula>
- Menéndez, C. (2015). *Taller CES 15_Confiabilidad*. Recuperado de https://www.academia.edu/5894329/A._Men%C3%A9ndez_Taller_CES_15_Confiabilidad
- Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2003). Educación artística. *Serie Lineamientos Curriculares*. Bogotá D.C.: MEN.

- Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2013). *Evaluación de los Educandos*. Recuperado de <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-79425.html>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2013). *Icfes: contextualización y conceptualización de las pruebas Saber 3° y 5°*. Recuperado de <https://goo.gl/Fm589d>
- Morales Bueno, P. y Landa Fitzgerald, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. Problem - based learning. *Theoria*, 13, 145-157.
- Montero, M. (2010). Fortalecimiento de la ciudadanía y transformación social: área de encuentro entre la psicología política y la psicología comunitaria. *Psyche (Santiago)*, 19(2), 51-63. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-22282010000200006>
- Otero, M. R., Fanaro, M de los A. y Llanos, V. C. (2013). La pedagogía de la investigación y del cuestionamiento del mundo y el *inquiry*: un análisis desde la enseñanza de la matemática y la física. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 8(1), 77-89.
- Piaget, J. (1975). *Biología y Conocimiento*. México D.F.: Siglo XXI.
- Posada Álvarez, R. (2004). Formación superior basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante. *Revista Iberoamericana de Educación*, 35(1), 1-33.
- Reif, F. y Larkin, J. H. (1994). El conocimiento científico y el cotidiano: comparación e implicaciones para el aprendizaje. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 6(1), 3-30.
- Saab, F. (2015). Propuesta para la elaboración de un plan de mejora en la competencia de indagación del área de Ciencias Naturales para grado quinto en la IED Francisco de Paula Santander. Bogotá D. C. Repositorios trabajos de grado Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Sanders, E. B. N. y Stappers, P. J. (2008). Co-creation and the new landscapes of design. *CoDesing*, 4(1), 5-18.
- Silva da Silva, T., Martin, A., Maurer, F. y Silveira, M. (2011). User centered design and agile methods: A systematic review, *IEEE*, 77-86. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/6005488>

- Tamayo Alzate, O. E. (2017). Interacciones entre naturaleza de la ciencia y pensamiento crítico en dominios específicos del conocimiento. X Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias, Sevilla, 5-8 de septiembre de 2017.
- Vacarezza, L. (2009). Estudios de cultura científica en América Latina, *Redes*, 15(30), 75-103.
- Zhou, H. (2005). *Software Design Methodology: From Principles to Architectural Styles*. London: Elsevier.

CAPÍTULO 4

INNOVACIÓN PEDAGÓGICA

EN EL AULA: LA RUTA DE DISEÑO

Diseño es donde la ciencia y el arte llegan a un punto de equilibrio.

Robin Mathew

92

Luego de la etapa de planeación, se consideró que llevar esta etapa a los estudiantes implicaba la construcción de un sistema en el que el formador fuera parte activa en la toma de decisiones y en el diseño didáctico de los macroambientes de aprendizaje (Etapa 2), a través de tres fases de trabajo: diseño de la propuesta didáctica, diseño de las actividades y validación de lo diseñado. Este sistema se denominó Ruta de Diseño.

FASE 1: PROPUESTA DIDÁCTICA

A pesar de la intención de realizar un proceso netamente participativo con los actores principales del Centro de Interés en Astronomía (CIA) involucrados en el proceso pedagógico (estudiantes, docentes de las instituciones focalizadas, formadores y equipo pedagógico), esto no

fue viable dada la inexistencia de un mecanismo de diseño participativo en el que los miembros de la comunidad educativa sean parte de manera constante y comprometida. Sin embargo, un primer paso hacia el diseño consiste en considerar que no todos los estudiantes son iguales, que según su grado y ciclo de desarrollo pueden desplegar o no un tipo de competencias, y que sus habilidades están en proceso o ya se encuentran maduras. Asimismo, se abrió la posibilidad al formador de tener una voz, algo que anteriormente no se hacía ya que su rol era de transmisor de la información, parecido a un teléfono, pero en el que pocas veces se le preguntaba qué se podía hacer. Por ello, era importante integrar estas visiones en una sola propuesta didáctica que se enfocara en el diseño centrado en el ser humano (estudiante).

Inicialmente, se realizó la integración de los conceptos base y la metodología planteada en un solo esquema que resumiera lo propuesto hasta el momento (figura 15); con el fin de, visualmente, comprender el alcance de los mismos. De esta forma, se visibilizó que durante el diseño de los macroambientes se elaboran actividades basadas en contenidos particulares y materiales, al igual que afirmaciones y evidencias de aprendizaje.

Posteriormente, con esta información se buscó responder las preguntas: ¿cuántos macroambientes diseñar para un año lectivo? y ¿cuál sería la intencionalidad pedagógica de cada uno de ellos? Para responder la primera, se utilizó el calendario académico y se identificó que junto con días festivos, entrega de boletines, vacaciones y eventos institucionales se lograba implementar un aproximado de seis macroambientes. Además, luego de varias versiones de cronograma, se establecieron unas fechas límite de implementación, teniendo en cuenta dichas dinámicas, situaciones imprevistas o la simple necesidad de dividir una sesión en dos semanas, por ejemplo. Sin embargo, estos seis macroambientes deberían responder a la intención de utilizar la astronomía y las ciencias del espacio como elementos problematizadores y, para ello, se requería de un hilo conductor que las guiara a lo largo del año y que permitiera brindarles una intencionalidad pedagógica clara.

Figura 15. Estructura general de los macroambientes de aprendizaje

MACROAMBIENTE					
Conjunto de escenarios donde interactúan el espacio físico (aula), las interacciones entre los estudiantes y el formador, el currículo y los recursos didácticos y tecnológicos (IDEP, 2017) para lograr los procesos de enseñanza-aprendizaje de niñas, niños y adolescentes, según su ciclo de desarrollo, a través de la astronomía y las ciencias del espacio como pretexto problematizador					
Impronta: Ciclos (1-4)	Ejes de desarrollo	Desarrollo biológico	Estándares competencia	Desarrollo psicosocial	DBA
Bienvenida • Presentación formador • Acuerdos • Diseño bitácora	Ambiente A Reconociendo y descubriendo la misión	Ambiente B Curioseando e indagando	Ambiente C Construyendo y aprendiendo	Ambiente C Compartiendo y comunicando	CICLO I
Bienvenida • Presentación formador • Paso 1: Presentación modelo • Acuerdos • Diseño bitácora	Ambiente A • Paso 2: Presentar problema • Paso 3: Lluvia de ideas	Ambiente B • Paso 4: Clasificar ideas • Paso 5: Lista de contenidos Paso 6: Buscar información	Ambiente C • Paso 7: Poner en común • Paso 8: Desarrollo solución	Ambiente C • Paso 9: Presentar resultados • Paso 10: Diario reflexivo (Bitácora)	CICLO II-IV
CONTENIDOS Y MATERIALES					
	AFIRMACIONES DE APRENDIZAJE				
	EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE				

Fuente: elaboración propia.

Hilo conductor. Como homenaje a los 50 años de la llegada del hombre a la Luna, el equipo de formadores consideró que la exploración espacial era un tema suficientemente amplio que podía abordar diferentes problemáticas en torno a la astronomía y las ciencias del espacio. En ese sentido, la concepción de la tríada arte, ciencia y tecnología toma forma a través de la identificación de la astronomía y las ciencias del espacio como el pretexto para movilizar la experiencia de los estudiantes del CIA, utilizando a la tecnología y al arte como modos o fines de cada una de dichas experiencias. En esencia, se busca la apropiación de la cultura científica a través de la experimentación.

Preguntas potenciadoras. Ya con un eje transversal establecido, cada macroambiente respondería a él en el transcurso del año. Como resultado de la reflexión, los formadores consideraron, entre varias ideas, que no se puede hablar de exploración del entorno lejano cuando no se conoce bien el cercano. De esta manera, se crea un camino en el que se explora inicialmente el ser, seguido del entorno inmediato, el intermedio y el entorno lejano para, finalmente, reflexionar sobre lo aprendido durante el año. Esta estructura hizo posible la formulación de unos nombres alusivos a cada macroambiente, al igual que la creación de una serie de preguntas guía que permitieran comprender y plasmar la intencionalidad en las actividades que se diseñan (figura 16).

Figura 16. *Intencionalidades de los macroambientes de aprendizaje*

Macroambiente 1: Mi universo interior	• ¿Quién soy?, ¿qué implica ser astronauta o astrónomo?, ¿puedo y quiero ser astronauta o astrónomo?, ¿cómo se relaciona lo de adentro con lo de afuera?
Macroambiente 2: Mi entorno terrícola	• ¿Dónde estoy?, ¿cómo es mi entorno físico y vivo?, ¿cómo me relaciono con estos entornos?
Macroambiente 3: El cielo imaginado	• ¿Quién es el otro?, ¿cómo comprenden, perciben y estudian el universo los demás?
Macroambiente 4: Piratas espaciales	• ¿Cómo puedo explorar el espacio?, ¿alguien lo ha hecho?, ¿para qué explorar?
Macroambiente 5: Mundos posibles	• ¿Existe vida en otros planetas?, ¿qué tipo de vida existiría?, ¿qué otra cosa encontraríamos?
Macroambiente 6: Crónicas estelares	• ¿Qué aprendí?, ¿qué me falta por aprender?, ¿cómo me sirve para la vida?, ¿cómo lo puedo comunicar?

FASE 2: DISEÑO DE ACTIVIDADES

En este punto el formador toma el protagonismo y es el encargado de disponer los materiales, diseñar actividades, afirmaciones y evidencias de aprendizaje que soporten cada uno de los ambientes de aprendizaje en el aula. Más allá de un experto que dice qué hacer, cobran relevancia la voz, la experticia y los saberes disciplinares. Con ello, se avanza hacia la interdisciplinariedad al trabajar en la frontera de los conocimientos disciplinares que cada uno tiene, independientemente de cuál sea (Barry, Born y Wezkainys, 2008). Un docente formado en ciencias sociales puede aportar desde su experticia al igual que alguien formado en ciencias naturales o en ingeniería. No es tener un grado de “profundidad” en un tema particular, es reconocer al estudiante como un humano que cuenta con experiencias y saberes previos (Carrera y Mazzarella, 2001). No es un vaso vacío.

96

En ese sentido, diseñar las actividades bajo el modelo de aprendizaje basado en problemas (ABP) implica cuestionar el papel del formador; más allá de alguien que transmite o valida desde la disciplina (Branda, 2011) es alguien que guía los aprendizajes y cuestiona su saber. Significa ceder el poder como experto para aprender en conjunto con los estudiantes. Por ello son formadores, no divulgadores, lo cual implica que deben reconocer al estudiante como centro del proceso de enseñanza-aprendizaje, explorando su nivel de desarrollo y posibles intereses. Para ello, se creó un formato que permitiera guiar y hacer seguimiento al diseño de los macroambientes, del cual surgieron las versiones actuales, para el ciclo 1 (Anexo G) y los ciclos 2, 3 y 4 (Anexo H), resultantes de la iteración de su uso.

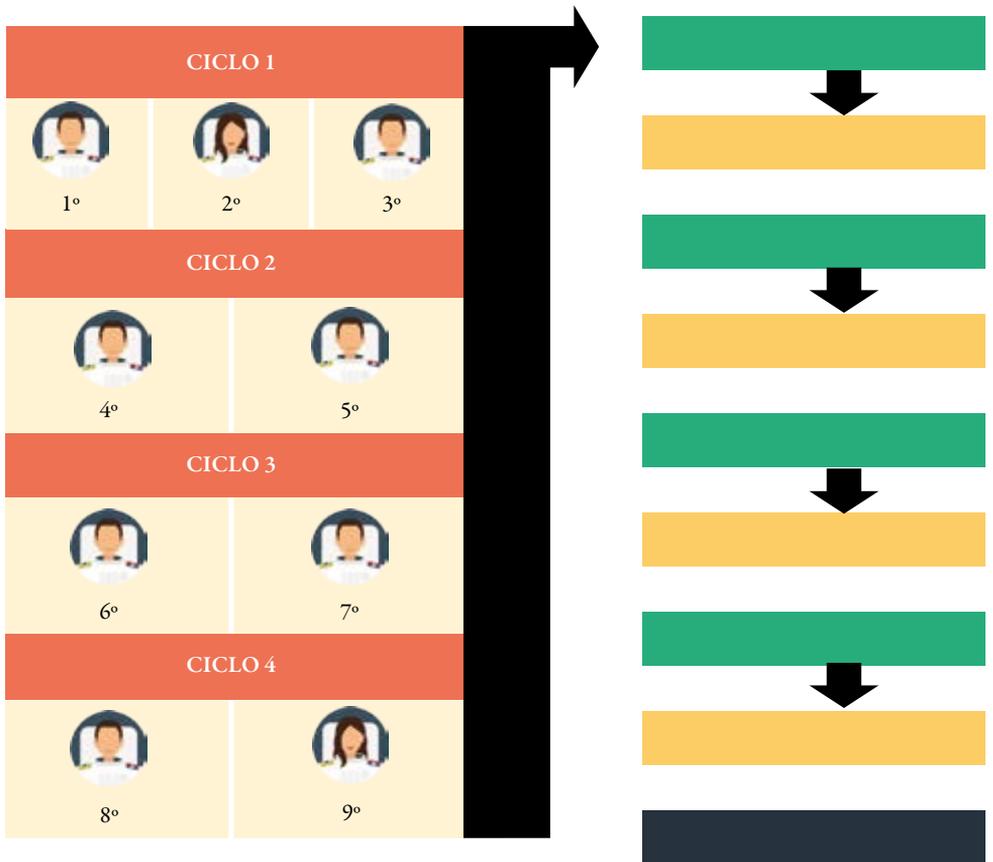
De esta manera, a partir de la concepción de que el diseño es un proceso continuo de divergencia (análisis) y convergencia (síntesis) hasta llegar a una propuesta final que logra la solución (Dubberly, 2004), se buscó que, a través de este formato, los formadores analizaran la información inicial —estándares básicos de competencias (EBC),

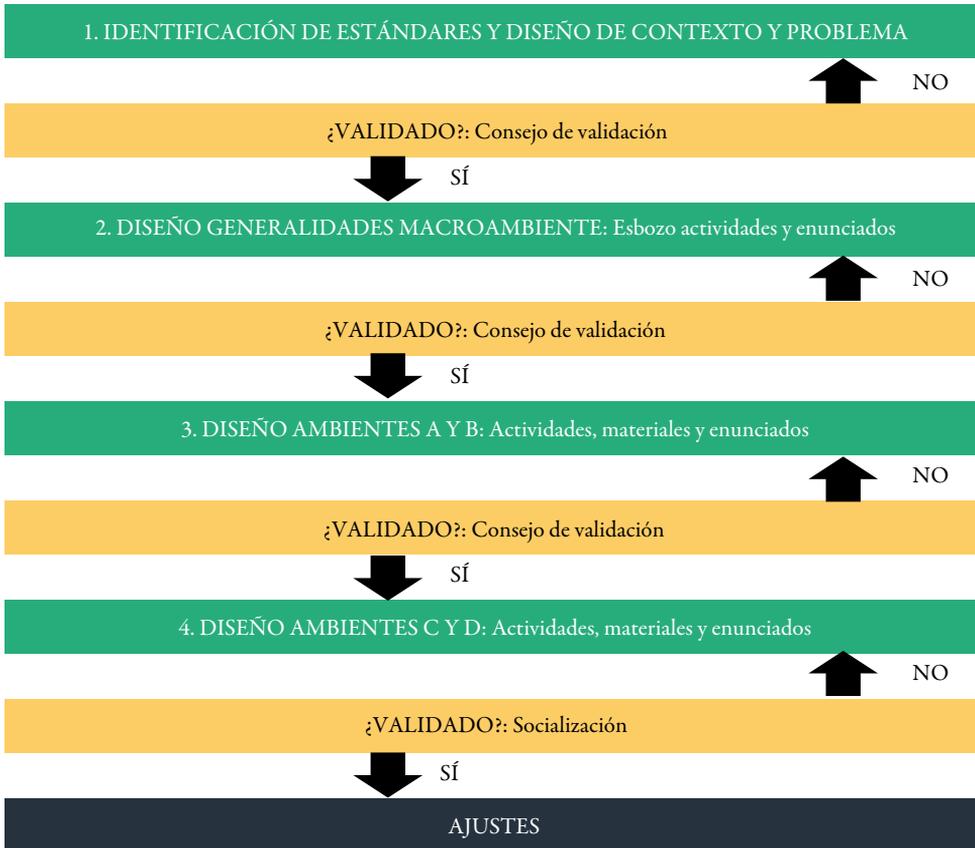
derechos básicos de aprendizaje (DBA), contenidos, entre otros— con el fin lograr el desarrollo de competencias de pensamiento científico. Así, a través de dividir la información por colores (amarillo, verde, morado, rojo y azul) se logró establecer cómo se dan las interacciones entre la información inicial y los resultados:

1. **Amarillo:** información base (EBC, DBA, objetivo de ciclo y objetivo de grado).
2. **Verde:** desarrollo didáctico (contexto, problema, objetivo del macroambiente y actividades).
3. **Morado:** materiales.
4. **Rojo:** enunciados de aprendizaje (afirmaciones y evidencias de aprendizaje).
5. **Azul:** sugerencias y control de cambios.

Como es de suponer, cada uno de estos factores se insertó dentro de un paso a paso que guía el diseño (figura 17), por medio de los cuales se materializó la propuesta. Adicionalmente, se consideró que el diseño se elaborara por grados con el fin de poder atender de forma diferencial a la población de estudiantes y, así, garantizar la continuidad del proceso de los mismos desde que comienzan en grado primero hasta grado noveno. En el Anexo I se encuentran ejemplos de macroambientes diseñados para cada uno de los ciclos.

Figura 17. | *Proceso para el diseño de actividades*





FASE 3: VALIDACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Al comprender el proceso de diseño como un continuo de divergencias (análisis) y convergencias (síntesis), se reconoce que cada implementación del diseño es una oportunidad de iterar y lograr una solución cada vez más acorde con las necesidades. Esto implica centrarse en la oportunidad de lograr que la solución se focalice más en el humano/usuario. Esta situación ocurrió con el proceso de validación y todos los elementos que lo constituyen. Al inicio, cuando se diseñó el Macroambiente 1, se consideró que la validación se debía realizar solo al final de este, por medio de un ejercicio de socialización tipo el programa de televisión *Shark Tank*. En este ejercicio, los líderes se sentaban como expertos en temas específicos (evaluación, ciclos de desarrollo y modelo), junto con los demás compañeros que no habían diseñado para el ciclo, y al final de una presentación, los diseñadores eran cuestionados por sus trabajos. De esta forma, si el contexto y el problema no eran lo suficientemente coherentes con las preguntas guía del macroambiente, esto implicaba la reestructuración completa de lo que se había hecho.

100

Como resultado, algunos formadores cuando se inició el desarrollo de la nueva propuesta, expresaron: “Esto no deberíamos hacerlo nosotros” o “Quién diseñe debería ser un experto”; asimismo, se hizo un cuestionamiento de la experticia del equipo validador o de la pertinencia del modelo mismo. Esto podría interpretarse como una evidencia de su desconcierto, manejo de la incertidumbre y, en algunos casos, frustración en el nuevo rol que se propuso para ellos. Sin embargo, Branda (2001) menciona que este tipo de reacciones son previsibles ya que el cambio no solo genera resistencia, sino nuevas oportunidades para la participación, iniciativa y creatividad a las que no están acostumbrados y que se perciben sin valor o como amenaza a su estatus. Además, en ese momento el equipo pedagógico aún no se había dado cuenta de la necesidad de definir y socializar unos criterios

que permitieran identificar si un macroambiente podría ser implementado, más allá de las nociones o intuiciones del equipo de trabajo.

En un segundo momento —diseño de Macroambiente 2— se encontró que era necesario hacer una primera validación posterior a la definición del contexto y el problema, conformada por un equipo de validación, a través de la lectura de los mismos para crear sugerencias de cambio. Este equipo de validación se conformó por el equipo pedagógico y tres de los formadores, como respuesta a la dinámica de diseño por grado. Es decir, nueve formadores diseñando y tres de ellos apoyando en la validación. Para este momento, la validación respondía a la experiencia y subjetividad del equipo validador, a pesar de continuar la revisión según las categorías inicialmente planteadas. Seguido de esta validación, se diseñaba el resto del macroambiente para, finalmente, validar de nuevo con una socialización. Como resultado de esta, se observó que era necesario hacer unos ajustes en el formato, al igual que en el modelo para el ciclo 1. Durante el tercer momento —diseño de Macroambiente 3— se realizó la validación posterior al diseño del contexto y el problema, luego del diseño de las generalidades del macroambiente y seguido del de los ambientes A y B y de los ambientes C y D. Sin embargo, el proceso de socialización cambió, dado que el diseñador era quien exponía todo el macroambiente en plenaria al grupo de formadores y del equipo pedagógico, con el fin de identificar los puntos por ajustar. Este último esquema es el que continúa hasta la actualidad.

Por su parte, durante el diseño del Macroambiente 4 se implementó la primera versión de una lista de chequeo de validación para macroambientes del ciclo 1 (Anexo J) y de los ciclos 2, 3 y 4 (Anexo K), en la que se encuentran los criterios mínimos que se deben cumplir para considerar a un macroambiente listo para su implementación y se modifica la forma de diseño. Para esta última, se sugirió que un formador se apropie de un grado, como ha sido hasta el momento, y que, adicionalmente, en conjunto con sus compañeros de ciclo, codiseñen dichos macroambientes. Por ejemplo, el diseñador de grado primero

se reúne con el de grado segundo para crear, pero cada uno responde y socializa el grado asignado. En la actualidad, este es el procedimiento para el diseño de los macroambientes. Finalmente, la validación incluye una etapa posterior a la implementación, denominada reflexión, en la que se retroalimenta cada macroambiente implementado a fin de realizar los ajustes o las modificaciones y, finalmente, consignarlas en un banco de macroambientes validados.

UN PUNTO DE PARTIDA PARA ACERCARSE AL ARTE: LOS MATERIALES

Como se señaló, concebir la tríada arte, ciencia y tecnología (ACT) dentro de la propuesta, no solo se refiere a vincular a la astronomía como pretexto (ciencia), sino como parte de la experiencia sensible dentro de los macroambientes, a través de la experimentación. Por esta razón, se habla de la relación entre los estudiantes con los materiales y las técnicas de su uso y transformación, como elementos mediadores del aprendizaje dentro de las actividades diseñadas. En ese sentido, por ejemplo, las cualidades sensibles que ofrece al tacto pueden experimentarse a través del sentir directo del porcelanocrón o la plastilina, sugiriendo en el interior de esta experiencia de transformación el reconocimiento del objeto y sus posibilidades de representación (MEN, 2003). Por tanto, al relacionarlo con la ciencia, el arte también permite la creación de modelos a través de la interacción con el material, en una dinámica de reconocimiento del entorno y de los objetos transformables y adaptables para que los estudiantes realicen modelos que les permitan entender y comprender fenómenos de su ambiente (Lombardi, 1998). Esa capacidad del material para crear un campo de representación simbólico singular, a través de la práctica transformadora, es una manera de proyectar los procesos de apropiación de la cultura científica que se desarrollan dentro de las actividades, reconociendo, a su vez, el acto creativo.

Por tal razón, esta mirada de la creación y del uso de los materiales supera los límites de lo que se entiende por arte, ya que este habla y el ser humano aprende a escuchar su lenguaje de formas o de signos, de movimientos o de sonidos e incluso de olores, sabores y contactos (MEN, 2003). De tal manera, además de experiencias de exploración táctil, cada sesión contempla el uso y trabajo con otras materialidades tales como el sonido y los paisajes musicales, por ejemplo, al igual que vincula a los demás sentidos. En resumen, a través del uso de materiales fungibles y no fungibles se busca que los estudiantes exploren y se expresen, apoyados en el trabajo colectivo y colaborativo, con el fin de brindar soluciones a los problemas planteados dentro de cada macroambiente de aprendizaje.

REFERENCIAS

- Barry, A., Born, G. y Weszkainys, G. (2008). Logics of interdisciplinarity, *Economy and Society*, 37(1), 20-49.
- Branda, L. (2001). *Aprendizaje basado en problemas, centrado en el estudiante, orientado a la comunidad. Aportes para un cambio curricular en Argentina*. Buenos Aires: Organización Panamericana de la Salud.
- Carrera, B. y Mazzarella, C. (2001). Vygotsky: Enfoque sociocultural. *Educere*, 5(13), 41-44.
- Dewey, J. (1934). *El arte como experiencia*. Barcelona: Paidós.
- Dubberly, H. (2004). *How do you design. A compendium of Models*. San Francisco: Dubberly Design Office.
- Lombardi, O. (1998). La noción de modelo en ciencias. *Educación en ciencias*, 2(4), 5-13.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2003). *Educación Artística*. Bogotá D.C.: MEN.



PARTE III



EL CAMINO
POR RECORRER

CAPÍTULO 5

RETOS Y DESAFÍOS

*Según vamos adquiriendo conocimiento,
las cosas no se hacen más comprensibles,
sino más misteriosas.*

106

Albert Schweitzer

Lograr una propuesta pedagógica que vinculara tantos elementos, visiones, actores y condiciones no era una tarea fácil de desarrollar. Gracias al constante trabajo en equipo y al reto permanente de ser coherentes, se ha logrado crear diálogos y discusiones enriquecedoras tanto para la práctica como para la estructura del Centro de Interés en Astronomía (CIA) del Planetario de Bogotá, las cuales se espera que sigan enmarcando su proceso pedagógico, sus actividades de armonización y articulación, y su sistema de evaluación. Justamente, esta reestructuración ha sido un proceso en el que se ha evidenciado la problematización de la ciencia como un corpus de conocimiento sociohistórico y culturalmente situado, en torno a las relaciones sociales y políticas, los intereses y las actitudes que se encuentran en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. No obstante,

si bien se ha logrado un avance significativo desde la planeación, aún quedan varios retos y desafíos por desarrollar.

PROCESO PEDAGÓGICO

Entre los desafíos pendientes es importante continuar con la vinculación de un enfoque participativo entre formadores y equipo pedagógico, en la construcción, el diseño y la toma de decisiones en torno a factores pedagógicos y didácticos de la propuesta. De esta manera, se podría generar un ambiente colaborativo en el que todas las voces tengan la misma oportunidad de ser escuchadas, lo cual ha sido, hasta el momento, un proceso paulatino y tímido como consecuencia del arraigo cultural en torno a la necesidad de un experto como validador de lo que se hace. No obstante, este proceso ha resultado altamente enriquecedor para ambas partes ya que ha permitido crear nuevas formas y canales de comunicación, ha creado controversia en torno a si es necesario o no saber sobre un contenido específico en astronomía, al igual que ha generado incertidumbre frente a lo diseñado. Por tanto, aún es necesario que el equipo comprenda que el diseño requiere de la iteración continua para poder, cada vez más, acercarse a la solución de las cambiantes necesidades del contexto.

De esta forma, se requiere del fortalecimiento y acompañamiento continuo del formador como actor principal de esta dinámica, a través del cual se busque el refinamiento de habilidades tales como la identificación y elaboración de problemas; la incorporación de otras voces en el diseño, como los estudiantes o docentes de las instituciones educativas; la naturalización de las necesidades de aprendizaje y los intereses de los estudiantes según su etapa de desarrollo, como un enfoque en el lenguaje, las formas de pensar y el diseño de actividades; el diseño autónomo y de calidad, través del cumplimiento de criterios mínimos, sin la necesidad de un experto o validador; la reflexión constante sobre el concepto de niño y niña, teniendo en cuenta las consideraciones

que cada institución educativa tiene al respecto o su misma posición frente a la diversidad (género, discapacidad, entre otros); la creación de diálogos constantes y duraderos con los planes de aula y de área de las instituciones educativas, o la apropiación de herramientas que permitan identificar actividades que generen curiosidad y asombro en los niños. Por tanto, un reto importante consiste en avanzar hacia la integración del enfoque diferencial para el desarrollo de actividades que respondan al contexto de cada institución, al igual que hacia la problematización constante de la tríada arte, ciencia y tecnología, acorde con la realidad del CIA. Finalmente, el objetivo es comprender el aporte de este tipo de estrategias al desarrollo humano, con enfoques como el de ciudad educadora.

ACTIVIDADES DE ARMONIZACIÓN Y ARTICULACIÓN

108

La armonización con el PEI y la articulación curricular han avanzado paulatinamente, dada su naturaleza relativamente nueva, incorporándose en las actividades propias de los formadores en las instituciones educativas. Por tanto, son varios los desafíos que aún se deben superar:

1. Es importante establecer en las instituciones el alcance de este proceso en términos de lo pedagógico, ya que, usualmente en la práctica, suele confundirse con aspectos de orden operativo. Para ello, el reto consiste en potenciar los diálogos que se pueden entablar con los diferentes proyectos educativos institucionales, a nivel de planeaciones de aula, proyectos de área, enfoques pedagógicos, apuestas al mejoramiento institucional, entre otros, con miras al cambio de la percepción operativa, hacia un enfoque de transformación curricular de los colegios.

2. Comprender la diversidad de elementos que se entretengan desde lo curricular, específicamente en lo que atañe al componente pedagógico en cada una de las instituciones educativas. Esto con el fin de crear vínculos reales desde lo curricular y las dinámicas institucionales, a través de la construcción de planes de estudio en conjunto, generación de reflexiones en torno al aprendizaje de los estudiantes, interactuar dentro de las dinámicas del acto educativo y la creación de diálogos de conocimiento que permitan la creación de comunidades de saber en torno a la enseñanza de la ciencia.
3. Fortalecimiento del papel del formador como investigador dentro de la institución en torno a su rol en el aprendizaje de los estudiantes en el aula, el contexto que los enmarca y a las otras formas de acercarse a la práctica pedagógica, con el fin de mejorar en el diseño.
4. Lograr capacidad instalada, proveniente de la implementación del CIA, en las instituciones educativas de mayor trayectoria de manera que, a través de la articulación con las áreas, estas puedan proseguir con esta estrategia y la apropien como un elemento adicional para el fortalecimiento de la calidad educativa. De esta manera, se podrán focalizar otras instituciones, lo que permitirá que las más maduras realicen autónomamente esta labor.

De esta forma, el CIA considera que una de las metodologías para superar estos desafíos consiste en la sistematización continua y consciente del quehacer del formador, dado que esto le brindaría herramientas y habilidades que le permitan desarrollar la creatividad, la versatilidad y las habilidades para el cambio dentro de su práctica pedagógica. Asimismo, se espera que este ejercicio sea integrado y apropiado por los docentes de las diferentes instituciones educativas con el fin de instalar, en estas, metodologías alternativas para el aprendizaje que pueden ser útiles en la educación de las ciencias.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Uno de los resultados más relevantes dentro de este sistema es el establecimiento de indicadores de gestión que, se pensaría, corresponden a sistemas de control de calidad o aspectos de la ingeniería. Sin embargo, estos no deben ser lejanos al escenario educativo ya que para el CIA han sido una posibilidad que permite ver el impacto en el aprendizaje, en los procesos de armonización y articulación, en avances reales del proceso en tanto se piensa en las comunidades escolares, así como en los estudiantes que tienen interés en desarrollar competencias científicas y en los que piensan en ser futuros científicos o astrónomos. De tal manera, la evaluación interna del proyecto ha permitido la mejora continua de los procesos, evidenciando las falencias, los logros y las oportunidades de innovación que se pueden gestar en el mismo. Por tanto, la reflexión sobre la práctica pedagógica es constante y genera nuevas formas de concebir la educación y la enseñanza de la ciencia y la astronomía en la ciudad. Por otro lado, las intenciones al evaluar a los estudiantes, manifestadas en las afirmaciones de aprendizaje, son ejes importantes tanto para las instituciones educativas como para los proyectos, dado que pueden tener correspondencia con los procesos que se dan en las mismas, los cuales son proporcionales a aquellos que se adelantan en el CIA. Por ejemplo, tal es el caso de la asistencia o de los acuerdos que se han planteado desde el SIEE en pro del camino hacia el desarrollo de competencias.

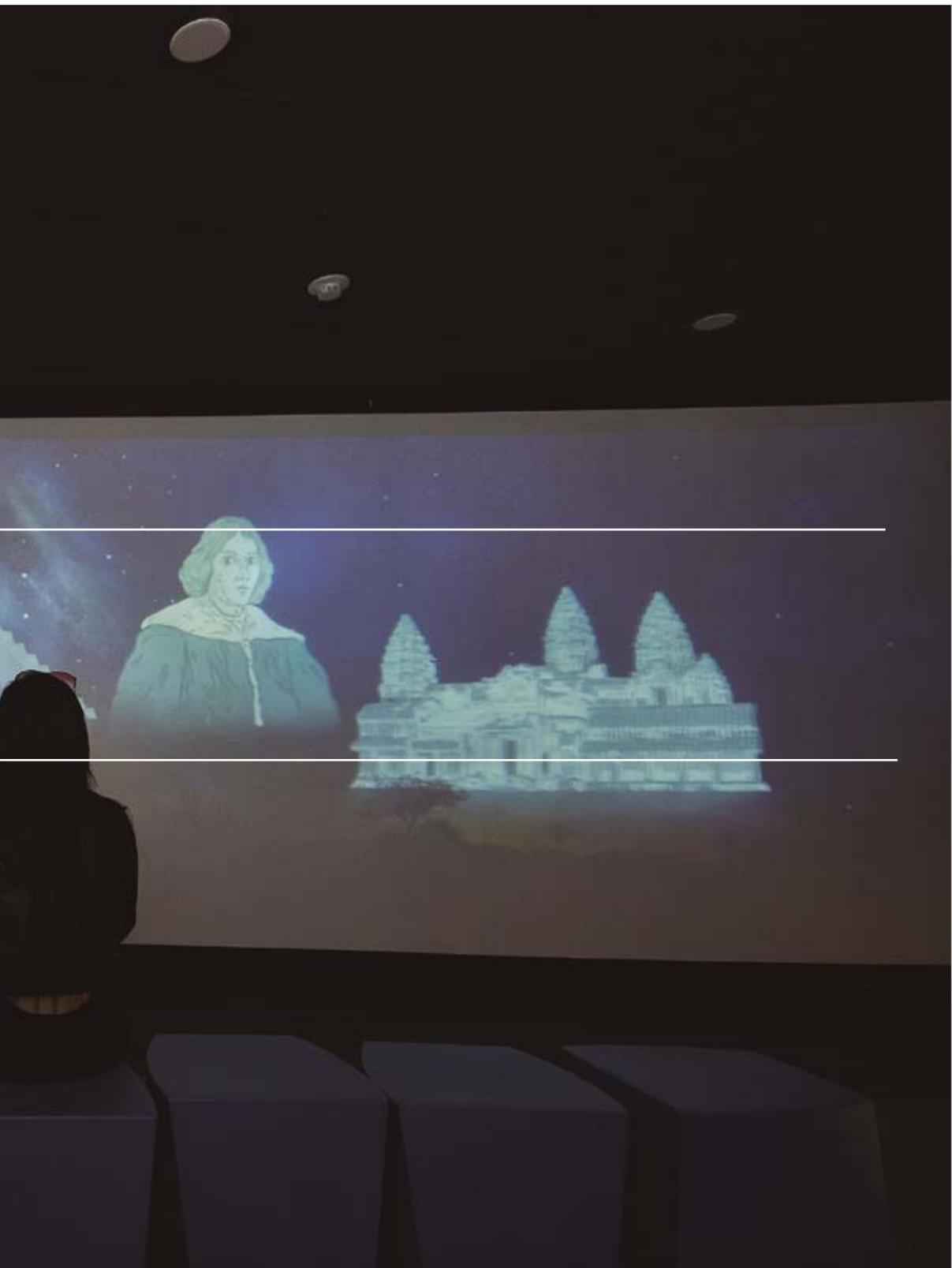
110

Sin embargo, existe el riesgo de afectar la validez de la evaluación, desde lo estadístico, dada la influencia en los resultados de situaciones tales como la respuesta al azar, la construcción no contextualizada de los ítems, la extensión de los mismos, la actitud de los estudiantes, entre otros. En ese sentido, modelos evaluativos como el del CIA, los cuales centran su atención en la evaluación de tipo instrumental, deben hacer un seguimiento constante de estas situaciones con el fin de revalorarlas y, así, dar luces sobre unas evidencias de aprendizaje que validen de forma previa los resultados del proceso educativo.

Finalmente, se espera que esta propuesta no solo sea un planteamiento metodológico; más allá de esto, es necesario que posterior a la implementación surjan nuevos retos e información que pueda ser útil para mejorar y responder al cambio constante del contexto. Por tanto, se busca realizar futuras publicaciones que recojan los resultados de la evaluación; las reflexiones pedagógicas del formador, de las instituciones educativas o de los estudiantes; nuevos métodos para diseñar o la construcción de nuevos conceptos propios del contexto del CIA. Al final, lo que se busca es impactar a la ciudadanía a fin de lograr personas críticas con su entorno y creativas para responder a los retos que se les presentan.



ANEXOS

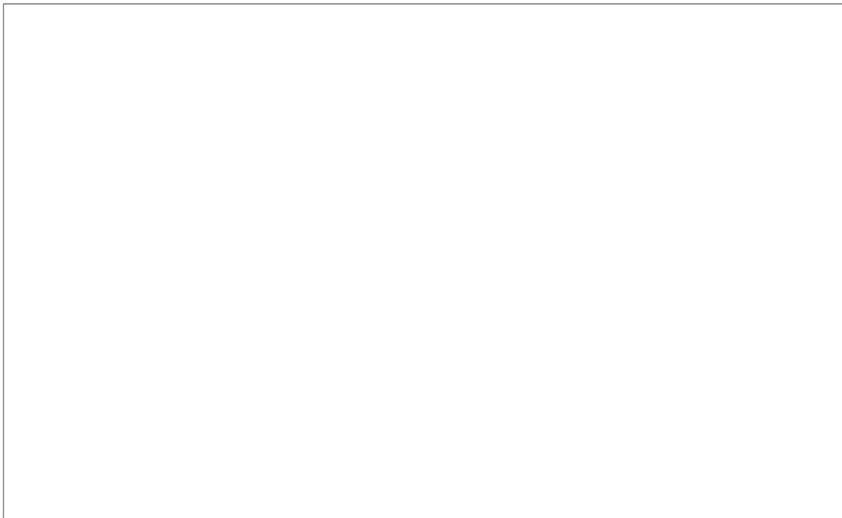


ANEXO A
FORMATO RADIOGRAFÍA INSTITUCIONAL

Colegio: _____

Localidad: _____

114



Elaborada por: _____

Mes y año: _____

Bogotá, D. C.

Introducción

En este apartado es necesario resaltar el proceso de recolección de información para la construcción de la lectura de realidad, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- **Revisión documental:** qué documentos se tuvieron en cuenta para recoger esta información, datos sociodemográficos que se refieran a la población infantil, las familias, docentes en términos de estadísticas demográficas, etnias presentes, población, situaciones sociales, u otras pertinentes.
- **Diseño de herramientas:** qué elementos se construyeron para realizar la lectura de realidad con los diferentes actores (basadas en la metodología: Reflexión, Acción, Participación-RAP): cartografía social, la observación, diálogo de saberes, grupo focal, etc.
- De igual forma, es necesario resaltar qué se encontrará en cada capítulo del documento de lectura de realidad.

Ejemplo: El presente documento da cuenta de... mediante... En el capítulo XXX, se encontrará...

Caracterización de la IED en el marco del CIA

En este punto es importante la información relacionada con aspectos que nos permitan caracterizar la IED en este nuevo inicio del CIA. Para ello, puede basarse en la información que se encuentra en el PEI de la institución, así como en los acuerdos de atención que se concertaron al inicio.

Localidad						
Organización curricular	Ciclos	Áreas	X	Campos de pensamiento		

Grupo	Código	Curso	Cantidad de niños	Día de atención	Horario	Sede	Tipo de reunión	Día y hora
1	LL1	401	23	Lunes	00:00-24:00	A	Área, ciclo, etc.	Lunes 9:00

Datos de los actores que median el CIA en la IED

Nombre	Cargo	Número de contacto
	Docente encargado, docente enlace, coordinador, rector, etc.	

Acciones adelantadas para lograr la articulación curricular con el Plan de Estudios del Área

1. Reuniones operativas y pedagógicas

Relacione las reuniones en las que participó en el mes. Además de anexar el acta de asistencia, diligencie la siguiente información:

No. de reunión	Fecha	Asunto	Desarrollo	Compromisos	Próxima reunión	Anexo

117

2. Avances armonización y articulación

Relacione los avances que haya tenido en la IED durante el mes. Escoja los enunciados que se hayan trabajado en los procesos de armonización y articulación dentro de las reuniones de área de Ciencias Naturales o de ciclo de su IED.

Categoría	Enunciado	¿Aplica para el mes?	Reflexión	Evidencia
Contenido / Proyectos / Competencias	Describir los aportes del CIA a los contenidos/proyectos/competencias que la IED manifiesta que más se trabajan en el área			

Categoría	Enunciado	¿Aplica para el mes?	Reflexión	Evidencia
Contenido / Proyectos / Competencias	Describir los aportes del CIA frente a las dificultades en los contenidos/proyectos/competencias que la IED ha identificado para el área			
Planeaciones	Describir cómo el CIA ha enriquecido las planeaciones del área (distribución del tiempo, secuencias, procesos educativos, ejes transversales, etc.)			
Metodologías y didácticas	Describir las propuestas de diseño en conjunto con el CIA en actividades del área para estudiantes con dificultades			
	Describir cómo se ha incorporado la estructura de las sesiones (modelo) del CIA en la didáctica de el o los docentes del área de la IED			
	Describir cómo a través del CIA se enriquece el papel de el o los docentes del área en el aula			
	Describir cómo a través del CIA se enriquece el papel del estudiante de la IED			
	Describir la planeación y asistencia a eventos y actividades que estén dentro del cronograma institucional y se articulen con el CIA			

3. Evaluación articulación IED

En términos de articulación entre el proceso de la IED con la propuesta de la línea pedagógica de la entidad aliada, podemos encontrar tres

estados A, B y C que permiten identificar el grado de articulación de la IED con el CIA. Según mi percepción como formador(es) y los resultados del apartado anterior puedo (podemos) decir que la IED se encuentra *este mes* en la categoría:

Selección	Categoría	Descriptor	Justificación
	A	El colegio ha avanzado con el ajuste curricular desde el enfoque por competencias básicas, ciudadanas y socioemocionales, el cual se ha alimentado de la experiencia de los Centros de Interés, como oportunidad para el fortalecimiento de aprendizajes de los estudiantes y transformación de las prácticas de aula de los docentes. En el plan de estudios se manifiestan prácticas de aula novedosas, basadas en la experiencia de los Centros de Interés.	
X	B	Existe disposición de los docentes por aprender de la experiencia de los Centros de Interés, y hay apertura a tomar esa experiencia como referente para la transformación de las prácticas de aula y ajustes a la planeación.	
	C	Las actividades de los Centros de Interés se desarrollan de manera aislada e independiente del proceso curricular de la institución educativa.	

ANEXO B RÚBRICA DE SEGUIMIENTO A LA IMPLEMENTACIÓN

		Formato de Rúbrica de Seguimiento a la Implementación
Objetivo del instrumento: realizar la valoración referente a la implementación de un ambiente de aprendizaje, atendiendo a los criterios establecidos.		
Macroambiente y ambiente:		Formador
		Criterio específico
		Ambiente de aula
1	La sesión inicia según el horario acordado con la institución.	
2	Se evidencian comportamientos, interacciones o conversaciones del formador que no guardan relación con las actividades propuestas.	
3	El docente favorece un ambiente de respeto y cordialidad denotando la existencia de normas y acuerdos preestablecidos.	
4	El formador invierte más de 10 minutos en lograr la organización, atención o participación de los estudiantes.	
5	El formador promueve el trabajo cooperativo y en equipo.	
		Desarrollo de la sesión
6	El formador establece de manera explícita el objetivo, meta, finalidad o producto de la sesión.	
7	El formador retoma la misión que se está desarrollando acorde con el ambiente propuesto para el macroambiente.	
8	El formador da indicaciones explícitas de las actividades que se realizarán.	
9	El formador retroalimenta las actividades o participaciones de los estudiantes.	
10	Las actividades realizadas corresponden a la planeación del ambiente	
11	El formador verifica el cumplimiento de las evidencias de aprendizaje.	
12	El formador registra las evidencias de aprendizaje en la planilla de valoración.	
13	El formador usa el material de apoyo especificado en la planeación.	
14	Se da cierre a la sesión haciendo un balance de lo aprendido.	
		Sensibilidad interpersonal
15	Atiende a las particularidades de los estudiantes apoyando el proceso.	
16	Muestra empatía con las particularidades y el contexto de los estudiantes.	
17	Se evidencia el uso de lenguaje inapropiado o irrespetuoso con los estudiantes.	
18	El lenguaje utilizado por el formador es acorde a la edad de los estudiantes.	
19	Ignora comportamientos o actitudes que interfieran en el aprendizaje de los estudiantes.	
20	El formador motiva la participación, realización de las actividades e interés de los estudiantes.	

ANEXO C

INSTRUMENTO DE PERCEPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA FRENTE AL APOORTE PEDAGÓGICO DEL CIA EN EL ÁREA DE CIENCIAS NATURALES

		ENCUESTA DE IMPACTO: CENTRO DE INTERÉS EN ASTRONOMÍA EN REUNIONES DE ÁREA	Alcaldía de Bogotá
Objetivo:	Valorar el aporte pedagógico al plan de estudios del área de Ciencias Naturales producto de la socialización y reflexión pedagógica resultante de la implementación del CIA		
Dirigido a:	Docente, coordinador, rector o docente enlace, docente del área de Ciencias Naturales.		
Fecha de la reunión:	Tema principal:	Lugar:	
<i>Por favor conteste a cada enunciado indicando el grado de favorabilidad según su opinión</i>			
1	Los contenidos abordados en Centro de Interés en Astronomía aportan en el planteamiento de nuevas temáticas para contextualizar a los estudiantes en la clase de Ciencias		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muy de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
2	Las estrategias didácticas utilizadas por los formadores del Centro de Interés en Astronomía podrían incorporarse a la clase de Ciencias		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muy de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
3	La implementación del Centro de Interés en Astronomía favorece en los estudiantes el aprendizaje de las ciencias naturales		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muy de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
4	Es posible integrar actividades derivadas de la implementación del Centro de Interés en Astronomía en las planeaciones de la clase de Ciencias Naturales		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muy de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
Observaciones, comentarios o sugerencias:			
Institución:	Nombre del encuestado:		Fecha de diligenciamiento:
Agradecemos su colaboración: Centro de Interés en Astronomía Planetario de Bogotá			

ANEXO D

INSTRUMENTO DE PERCEPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA FRENTE AL APORTE PEDAGÓGICO DE LOS EVENTOS, DIFERENTES A LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS MACROAMBIENTES, REALIZADOS POR EL CIA

		ENCUESTA DE IMPACTO: CENTRO DE INTERÉS EN ASTRONOMÍA EN EVENTOS INSTITUCIONALES	
Objetivo:	Valorar el impacto pedagógico generado por el Centro de Interés en Astronomía en la comunidad educativa focalizada en eventos académicos institucionales		
Dirigido a:	Docente, coordinador, rector o docente enlace de Institución Educativa Distrital focalizada en un evento académico		
Fecha del evento:	Nombre del evento:	Lugar:	
Por favor conteste a cada enunciado indicando el grado de favorabilidad según su opinión			
1	Los contenidos abordados en el evento aportan en el planteamiento de nuevas temáticas para contextualizar a los estudiantes en la clase de Ciencias		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muy de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
2	Las estrategias didácticas utilizadas por el(los) conferencista(s) podrían incorporarse a la clase de Ciencias		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muy de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
3	Este tipo de eventos favorece en los estudiantes el aprendizaje de las ciencias naturales		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muy de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
4	Es posible integrar actividades derivadas de la participación en el evento en las planeaciones de la clase de Ciencias Naturales		
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muy de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
Observaciones, comentarios o sugerencias:			
Institución:	Nombre del encuestado:		Fecha de diligenciamiento:
Agradecemos su colaboración: Centro de Interés en Astronomía Planetario de Bogotá			

ANEXO E INSTRUMENTO DE PERCEPCIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE CICLOS 1, 2 Y 3

Mi nombre: _____

Mi colegio: _____

Mi curso: _____

Fecha: _____



Alcaldía de Bogotá
CENTRO DE INTERÉS EN
ASTRONOMÍA CICLO 1, 2 Y 3

Encierra en un círculo la frase e imagen que mejor represente tu opinión sobre el
Centro de Interés en Astronomía

¿Cómo me parecen los temas de Astronomía?



Diversos



Aburridos



Interesantes



Difíciles

¿Qué emoción me generan las actividades donde se aprende Astronomía?



Aburrimento



Felicidad



Sorpresa



Confusión

¿Cómo me parecen los profesores de Astronomía?



Infelicientes



Diversos



Me asustan



Aburridos

¿Qué tanto he aprendido de Astronomía?



Ya sabía casi todo



No entiendo mucho



He aprendido mucho



No he aprendido nada

ANEXO F INSTRUMENTO DE PERCEPCIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE CICLO 4

Mi colegio _____

Mi curso _____

Fecha _____



Alcaldía de Bogotá
CENTRO DE INTERÉS EN ASTRONOMÍA CICLO 4

Encierra en un círculo la frase e imagen que mejor represente tu opinión sobre el Centro de Interés en Astronomía

¿Cómo me parecen los temas de Astronomía?





 Divertidos Aburridas Interesantes Difíciles

¿Qué emoción me generan las actividades donde se aprende Astronomía?





 Aburrimiento Felicidad Sorpresa Confusión

¿Cómo me parecen los profesores de Astronomía?





 Inteligentes Divertidos Me asustan Aburridos

¿Qué tanto he aprendido sobre Astronomía?





 Ya sabía casi todo No entiendo mucho He aprendido mucho No he aprendido nada

El Centro de Interés en Astronomía ¿Ha mejorado mi rendimiento en Ciencias Naturales (Química, Física o Biología)?





 He mejorado Mucho Me sigue yendo mal Siempre me ha ido bien No hay ninguna diferencia

¿Me imagino dedicándome a una carrera de ciencias en el futuro?





 ¡Claro que no! Sería interesante Es mi sueño Me interesan otras cosas

¿Me interesaría continuar formándome en temas de ciencia o Astronomía?





 ¡Claro que sí! Sería interesante Me interesan otras cosas ¡Claro que no!

ANEXO G

FORMATO MACROAMBIENTE

DE APRENDIZAJE CICLO 1

 		MACROAMBIENTE	
Ciclo		Hilo conductor	
Impronta de ciclo		Macroambiente	
Grado		Nombre del macroambiente	
Diseñador		Preguntas eje	
Estándares básicos de competencias transversales			
Objetivo del ciclo			
Objetivo del grado			
Objetivo del macroambiente			
Contexto de la misión (para el formador)		Misión (para los niños)	
Contenidos temáticos asociados			
Ambientes			
Ambiente A		Ambiente C	
Ambiente B		Ambiente D	
Acción de pensamiento			
Afirmaciones de aprendizaje			
Básico		Intermedio	
Sugerencias de cambio			
Fecha	Sugerencia	Nombre	

ANEXO H

FORMATO MACROAMBIENTE

DE APRENDIZAJE CICLOS 2, 3 Y 4

128

 		MACROAMBIENTE	
Ciclo		Hilo conductor	
Impronta de ciclo		Macroambiente	
Grado		Nombre del macroambiente	
Diseñador		Preguntas eje	
Estándares básicos de competencias transversales			
Objetivo del ciclo			
Objetivo del grado			
Objetivo del macroambiente			
Contexto de la misión (para el formador)		Misión (para los niños)	
Contenidos temáticos asociados			
Ambientes			
Ambiente A		Ambiente C	
Ambiente B		Ambiente D	
Acción de pensamiento			
Afirmaciones de aprendizaje			
Básico		Intermedio	
Sugerencias de cambio			
Fecha	Sugerencia		Nombre

ANEXO I EJEMPLOS DE MACROAMBIENTES

		EJEMPLO DE MACROAMBIENTE	
Ciclo			3
Impronta de ciclo	Construcción de mundos posibles		
Grado	Sexto		
Diseñador			
Estándares básicos de competencias transversales	Establezco relaciones entre las características macroscópicas y microscópicas de la materia y las propiedades físicas y químicas de las sustancias que la constituyen	Produzco textos escritos que comunican, a procedimientos nexos intertextuales y	
	Reconozco y valoro la presencia de diversos legados culturales de diferentes épocas y regiones para el desarrollo de la humanidad	Explica las nociones básicas propias expresiones artísticas, las contrasta	
Objetivo del ciclo	Construye representaciones sobre fenómenos y situaciones retadoras que se presentan en el contexto de la fortalece el propio prooyecto de vida.		
Objetivo del grado	En el contexto de la exploración espacial explica la diversidad biológica como consecuencia de cambios permite fortalecer el proyecto de vida propio y el reconocimiento de los aportes de conocimientos diferentes		
Objetivo del macroambiente	Relaciona la composición química de los seres vivos, en especial de los seres humanos, con la de fenómenos		
Contexto del macroambiente (Misión)	Las cuatro fuerzas presentes en cualquier parte del universo (fusión nuclear fuerte y débil, electromagnetismo y gravedad) han generado cambios en su composición. La formación de estrellas, nebulosas y cúmulos evidencian estos cambios y es en estos lugares del universo donde se gestan los nuevos elementos químicos que compondrán a nuevos planetas, satélites naturales, entre otros astros. Es por esto que es importante reconocer cómo funciona la vida en nuestro planeta y qué parte de este vasto universo hace parte de nosotros en cuanto a elementos químicos. En este macroambiente se busca hacer evidentes esas relaciones en composición, tanto de la estrella que orbitamos como el planeta en que vivimos, y los elementos que compartimos con los organismos vivos que nos rodean.		
Contenidos temáticos asociados	Composición química del cuerpo humano	Composición química de las estrellas	
Ambientes			
Ambiente A	Se presenta a los estudiantes un fragmento del video ¿Cómo funciona A.L.M.A.? (hasta el minuto 2:50) https://www.youtube.com/watch?v=rxpsuSVvAmk y posteriormente se presenta también el enunciado de Carl Sagan: "Somos polvo de estrella" a través de un fragmento de la serie Cosmos de Carl Sagan: https://www.youtube.com/watch?v=VPgml6uFHYk . Actividad de match entre objetos y 5 elementos químicos (oxígeno, nitrógeno, hidrógeno, azufre y carbono)		
Ambiente B	Clasificación en cajas de los elementos y construcción de una matriz en conjunto que visibilice los conocimientos previos de los estudiantes Presentación de video de ciclos biogeoquímicos para identificar necesidades de aprendizaje Búsqueda de la información en sala de sistemas o material físico de apoyo		
Acción de pensamiento	Explico cómo un número limitado de elementos hace posible la diversidad de la materia conocida.		
	Indago sobre los adelantos científicos y tecnológicos que han hecho posible la exploración del universo. Expreso la importancia de explorar el universo como una posibilidad para entender el origen y el cambio de		
Afirmaciones de aprendizaje			
Básico		Intermedio	
Reconoce sustancias y elementos químicos presentes en el cuerpo humano		Reconoce que pueden existir coincidencias en la humano y la composición con cuerpos celestes	
Sugerencias de cambio			
Fecha	Sugerencia		Nombre

		Alcaldía de Bogotá	
Hilo conductor	Exploración espacial		
Macroambiente	1		
Nombre del macroambiente	Mi Universo Interior		
Preguntas eje	¿Quién soy?, ¿qué implica ser astronauta o astrónomo?, ¿puedo y quiero ser astronauta o astrónomo?, ¿cómo se relaciona lo de adentro con lo de afuera?		
responden a necesidades específicas de sistemáticos de elaboración y establezco extratextuales	Pensamiento geométrico y relaciones espaciales		
del lenguaje artístico contenidas en sus y utiliza adecuadamente en otras áreas			
exploración espacial, logrando mayores niveles de introspección y comunicación. Aprende a convivir asumiendo las normas, mientras			
ambientales, genéticos y de relaciones dinámicas dentro del ecosistema, logrando mayor nivel de análisis, interpretación y discusión que le al científico.			
astronómicos como la formación estelar			
Problema	El proyecto ALMA en Atacama (Chile) es la vanguardia de la astronomía mundial. Haciendo uso de la espectrometría y la interferometría han logrado revelar no solo la presencia de nuevas galaxias, estrellas, planetas, satélites y otros astros, si no, también, su composición química. Es decir, se ha develado lo más esencial que puede tener un cuerpo celeste, las sustancias de las que está hecho. Por otra parte, se le ha atribuir a la medicina, la química orgánica y la bioquímica la descripción de la composición de los seres vivos que habitan este planeta. Sin embargo, ¿cómo están relacionados los seres vivos con los cuerpos celestes?, ¿qué elementos compartimos como seres vivos con el planeta en que habitamos?, ¿de alguna forma el material del que está hecha una estrella distante puede estar al mismo tiempo en nosotros?		
	Composición de nebulas y cúmulos	Composición de los organismos vivos	
Ambiente C	Planeación de micro obra por medio de la puesta en común de lo aprendido, la creación de un guión a partir de una historieta, donde cada elemento químico se considera como un super héroe, y construcción de escenarios y vestuario		
Ambiente D	Presentación de micro obras de teatro Consignación de lo aprendido en bitácora		
las formas de vida en la Tierra.			
Avanzado			
composición química del cuerpo y fenómenos astronómicos	Relaciona la composición química de los seres vivos en especial de los seres humanos, con fenómenos astronómicos como formación estelar.		
Respuesta		Control de cambios	
	Fecha	¿Cambio realizado?	VoBo

EJEMPLO DE MACROAMBIENTE

Ciclo		3		Hilo conductor
Impronta de ciclo		Construcción de mundos posibles		Macroambiente
Grado		Séptimo		Nombre del macroambiente
Diseñador				Preguntas eje
Estándares básicos de competencias transversales		Identifico condiciones de cambio y de equilibrio en los seres vivos y en los ecosistemas.	Desarrollo perceptivo de las propias evocaciones y fantasías, naturaleza, de los demás y de las cosas.	
Objetivo del ciclo		Construye representaciones sobre fenómenos y situaciones retadoras que se presentan en el contexto de la Aprende a convivir asumiendo las normas, mientras fortalece el propio proyecto de vida.		
Objetivo del grado		En el contexto de la exploración espacial, resuelve problemas inherentes a las diversas condiciones de vida, de alimentación		
Objetivo del Macroambiente		Comprende las diferentes fuentes de energía necesarias para la vida y su efecto en los procesos biológicos del ser		
Contexto de la misión (para el formador)		Para la exploración espacial existen distintos tipos de sondas que funcionan con energías diferentes. Por ejemplo, la sonda Voyager se "alimenta" de una batería nuclear que está hecha con un material radiactivo. En el caso de otras sondas, como los rovers marcianos, estas funcionan con energía solar a través de paneles solares. En el mismo sentido, los seres vivos también requerimos energía para funcionar, al igual que las sondas mencionadas. ¿Cómo obtenemos los humanos nuestra energía?, ¿qué tipos de alimento podemos encontrar?, ¿qué hace cada tipo de alimento (reconstituyente, regulador, constituyente, energético) en el cuerpo humano?, ¿qué sucede si nos alimentamos solamente de un tipo?, ¿qué condiciones necesitamos para conservarlos durante una misión espacial?		Misión (para los niños)
Contenidos temáticos asociados		Fuentes de energía	Grupos alimenticios	Efectos de
		Acción fisiológica de los alimentos		
Ambientes				
Ambiente A		Planteamiento del problema sobre el rover Opportunity y apertura de un caso tipo CSI sobre la pérdida de energía de un astronauta durante una misión. Además se desarrolla la actividad de lluvia de ideas a través de una pista de obstáculos.		Ambiente C
Ambiente B		Los estudiantes elaboran una lista sobre lo que saben de fuentes de energía que usa el humano en su vida cotidiana. Después las clasifican entre aquellas fuentes que sostienen el cuerpo humano, de aquellas que se usan para otras acciones ajenas al cuerpo (ejemplo: cargar el celular es diferente a consumir líquidos).		Ambiente D
Acción de pensamiento		Propone ideas artísticas auténticas, benéficas y novedosas para su medio ambiente natural, social y cultural y asume una		
		Explica las funciones de los seres vivos a partir de las relaciones entre diferentes sistemas de órganos.		
		Recopila en fichas, mapas, gráficos y cuadros la información que ha obtenido de los medios de comunicación masiva.		
Afirmaciones de aprendizaje				
Básico		Intermedio		
Describe fuentes de energía para la vida de los seres vivos tanto en el planeta como fuera de él y las características de los alimentos.		Relaciona las actividades humanas como la exploración espacial con las fuentes de energía y los alimentos de donde provienen.		
Sugerencias de cambio				
Fecha	Sugerencia	Nombre	Respuesta	

Alcaldía de Bogotá

		Alcaldía de Bogotá	
Exploración espacial		4	
Mi Universo Interior			
¿Quién soy?, ¿qué implica ser astronauta o astrónomo?, ¿puedo y quiero ser astronauta o astrónomo?, ¿cómo se relaciona lo de adentro con lo de afuera?			
de la	Análisis cómo diferentes culturas producen, transforman y distribuyen recursos, bienes y servicios de acuerdo con las características físicas de su entorno.		
exploración espacial, logrando mayores niveles de introspección y comunicación.			
y de obtención de energía de los seres vivos.			
humano, en similitud con la exploración marciana			
<p>La sonda Opportunity, la cual llevaba más de 3950 días en Marte, dejó de funcionar en la superficie marciana. ¿Qué le pasó a la sonda?, ¿qué tipo de energía usaba? Ahora imagina que a cambio de un rover, es un humano quien explora Marte. ¿Qué sería necesario para que no le suceda lo mismo?, ¿qué tipo de energía usamos en nuestros cuerpos?, ¿qué efectos tiene en nuestro cuerpo?, ¿cómo la obtenemos?</p>			
los alimentos en la salud	Variaciones físicas en el espacio		
Elaboración de una consulta relacionada con los tipos de alimentos, sus características, frecuencia de consumo y sus efectos en el ser humano. Posteriormente elaboran una presentación creativa que contenga cuadros, imágenes o gráficos, donde se describen los tipos de alimentos y demás hallazgos realizados en la búsqueda de información.			
Se socializa la presentación realizada y se realizan reflexiones sobre los efectos de los alimentos en la salud. También, se contrasta con el tipo de alimentación sostenida por los astronautas en las misiones espaciales, y el consumo personal de alimentos y el efecto en la salud.			
actitud de compromiso con ellas.			
Avanzado			
Explica diferentes fuentes de energía en relación con el grupo alimenticio estableciendo la acción fisiológica en actividades como la exploración espacial.			
Control de cambios			
	Fecha	¿Cambio realizado?	VoBo

Ciclo		4		Hilo conductor
Impronta de ciclo	Exploración vocacional			Macroambiente
Grado	Noveno			Nombre del macroambiente
Diseñador			Preguntas eje	
Estándares básicos de competencias transversales	Explico condiciones de cambio y conservación en diversos sistemas teniendo en cuenta transferencia y transporte de energía y su interacción con la materia.	Reconozco y analizo la interacción permanente entre el espacio geográfico y el ser humano y evalúo críticamente los avances y limitaciones de esta relación		
Objetivo del ciclo	Construye representaciones sobre fenómenos y situaciones retadoras que se presentan en el contexto de la exploración asumiendo las normas, mientras fortalece el propio proyecto de vida.			
Objetivo del grado	Ve en el proyecto de vida una oportunidad para construir, discutir y persistir en la búsqueda de respuestas a las preguntas ración espacial, permitiéndose la formulación/reformulación de hipótesis vinculadas al conocimiento de lo cotidiano, a			
Objetivo del Macroambiente	Reconoce diferentes tecnologías que aplican las ondas electromagnéticas para explorar el espacio desde la Tierra.			
Contexto de la misión (para el formador)	<p>El Sol, situado a 150 millones de km de la Tierra, está emitiendo continuamente partículas. Ese flujo de partículas constituye el denominado viento solar. Las partículas del viento solar viajan a velocidades de entre 300 y 1000 km/s, de modo que recorren la distancia Sol-Tierra en aproximadamente dos a tres días. Estas partículas procedentes del viento solar son guiadas por el campo magnético de la Tierra y se dirigen hacia los polos. Cuando esas partículas alcanzan nuestra atmósfera chocan con las moléculas de oxígeno y nitrógeno, excitando los átomos y haciendo que estos ganen un electrón. Transcurrido un rato, al liberarse de ese electrón, devuelven la energía adquirida en forma de luz. Esta luz puede producirse con distinta intensidad y longitud de onda, que afectan al color de la luz que vemos, allí es donde vemos las conocidas auroras boreales.</p> <p>Cada once años, los polos magnéticos del Sol se invierten. Durante el periodo en que se invierte la polaridad, conocido como máximo solar, aumenta la emisión de radiación, las manchas solares y, sobre todo, las erupciones solares. Cuando estas erupciones se acercan mucho a la Tierra se producen tormentas solares o geomagnéticas.</p> <p>En septiembre de 1859, una tormenta solar fue tan fuerte que llegaron a verse auroras boreales hasta en las Islas Baleares o América Central. Como entonces no teníamos ni satélites ni redes eléctricas, la tormenta no produjo los graves daños a los que nos podríamos enfrentar hoy de repetirse el fenómeno. Sin embargo, ya existían redes de telégrafo, y estas sí se vieron gravemente afectadas. Además de interrumpirse las comunicaciones, algunas oficinas se incendiaron debido a las chispas que emitieron los telégrafos.</p>		Misión (para los niños)	
Contenidos temáticos asociados	Sondas	Satélites	Radiación	
	Comportamiento de las Ondas			
Ambientes				
Ambiente A	Se presenta la misión al grupo a partir de una noticia llamada: Intensas auroras boreales: señal de tormenta solar, que corresponde a una noticia real que establece varios supuestos, estableciendo como problemática central que estos supuestos se cumplieron. Se genera un espacio de lluvia de ideas mediante la elaboración de un diagrama.		Ambiente C	
Ambiente B	Se clasifican las ideas o conceptos que necesitamos saber y fortalecer para el desarrollo de la misión, estos conceptos son: ondas de radio, ondas electromagnéticas y espectro electromagnético, mediante la clasificación de las infografías y la contextualización temática. También se enunciará la radioastronomía y los radiotelescopios como herramienta para la exploración espacial.		Ambiente D	
Acción de pensamiento	Explico el principio de conservación de la energía en ondas que cambian de medio de propagación.			
	Me informo para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias.			
Escucho activamente a mis compañeros, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar				
Básico		Afirmaciones de aprendizaje		
Intermedio				
Reconocer soluciones de comunicación asociadas con ondas electromagnéticas que faciliten la exploración espacial desde la Tierra.		Poner una solución de comunicación que asocie conocimientos relacionados con ondas electromagnéticas que contemple su uso en la exploración espacial.		
Sugerencias de cambio				
Fecha	Sugerencia	Nombre	Respuesta	

Alcaldía de Bogotá

		Alcaldía de Bogotá	
Exploración espacial		4	
Piratas espaciales			
¿Cómo puedo explorar el espacio?, ¿alguien lo ha hecho?, ¿para qué explorar?			
		Identifico aplicaciones comerciales e industriales del transporte de energía y de las interacciones de la materia.	
espacial, logrando mayores niveles de introspección y comunicación. Aprender a convivir			
sobre fenómenos y situaciones de reto que se generan en relación al contexto de la explotación de teorías y modelos científicos.			
<p>Se presenta a los estudiantes la siguiente noticia: https://www.hispantv.com/noticias/ciencia-tecnologia/428485/aurora-boreal-tormenta-solar que anticipaba un evento solar, que alteraría las comunicaciones en el planeta y afectaría los satélites impidiendo explorar el espacio y predecir futuros eventos solares.</p> <p>En la actualidad, las sondas, satélites y hasta las cámaras dejaron de funcionar. Los telescopios ópticos no pueden ser utilizados pues nos quemarían los ojos. Lo único que sobrevive es la radio como medio de comunicación. El gobierno colombiano los reúne a ustedes como científicos para encontrar una solución de comunicación que también permita continuar explorando el espacio.</p>			
electromagnética	Ondas de radio		
<p>Los estudiantes trabajan de manera colaborativa y autónoma, solicitan la información obtenida e inician el proyecto final que corresponde a la antena de un radiotelescopio, la cual a pesar de ser una imitación a escala, debe ser funcional.</p>			
<p>Se presentará el proyecto final y se realizará un diario reflexivo a partir de los saberes y nuevos conocimientos obtenidos durante el proceso.</p>			
lo que pienso ante argumentos más sólidos.			
Avanzado			
<p>Construir una solución de comunicación que involucre la aplicación de ondas electromagnéticas, que simule la implementación de estas tecnologías en la exploración espacial.</p>			
Control de cambios			
	Fecha	¿Cambio realizado?	VoBo

ANEXO J

MATRIZ DE CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE MACROAMBIENTES DE APRENDIZAJE CICLO 1

 		Lista de chequeo - Criterios de validación para el diseño de (CIA) - Ciclo 1
<p>Objetivo del instrumento: validar el diseño de macroambientes de aprendizaje de acuerdo con criterios específicos para garantizar la ruta de diseño del Centro de Interés en Astronomía del Planetario de Bogotá.</p>		
Macroambiente:		Grado:
Item	Profesional(es) que validan:	
	Criterio específico	
1	Los estándares básicos de competencia usados corresponden al ciclo del grado diseñado.	
2	Utiliza estándares básicos de competencia de varias áreas manteniendo coherencia con el estándar de ciencias naturales.	
3	Las acciones de pensamiento escogidas guardan relación con el eje de competencia del estándar utilizado.	
4	Se evidencia uso de otros referentes para la planeación del macroambiente (DBA, Lineamientos, etc).	
Validación de contexto y problema		
5	El contexto guarda relación con procesos y temáticas asociadas a los estándares y las acciones de pensamiento planteados.	
6	El contexto guarda relación con los ejes de desarrollo asociados al ciclo, tales como: descubrimiento, exploración, interacción y curiosidad.	
7	El contexto expone una situación de interés relacionada con la astronomía o las ciencias naturales.	
8	El contexto y el problema responden a las preguntas eje del macroambiente y el hilo conductor.	
9	La misión, pregunta o situación por resolver en el problema es clara y entendible.	
10	La misión, pregunta o situación por resolver en el problema están relacionadas con la Astronomía.	

macroambientes del Centro de Interés en Astronomía		Alcaldía de Bogotá
Instrucciones para el validador: frente a cada diseño de macroambiente verifique cada uno de los criterios propuestos y responda según la ausencia, presencia o grado de favorabilidad.		
Profesional que diseñó:		
Revisión 1 DD/MM/AA	Revisión 2 DD/MM/AA	Visto Bueno DD/MM/AA
Revisión 1 DD/MM/AA	Revisión 2 DD/MM/AA	Visto Bueno DD/MM/AA

11	La misión, pregunta o situación por resolver en el problema se resuelve atendiendo a la temporalidad de cuatro ambientes de aprendizaje.
12	El contexto y el problema resultan de interés pedagógico en relación con el objetivo de grado.
13	Se plantea un objetivo de macroambiente relacionado con el contexto, el problema y los demás referentes usados.
14	El contexto y el problema responden a las particularidades de una institución concreta.
Validación de afirmaciones de aprendizaje	
15	Las afirmaciones de aprendizaje guardan relación estrecha con la resolución del problema.
16	La afirmación básica se relaciona directamente con el cumplimiento del estándar básico de competencia.
17	Las afirmaciones de aprendizaje están redactadas evidenciando procesos crecientes entre el cumplimiento básico, intermedio y avanzado.
Validación de diseño de actividades	
Ambiente A	
18	Las actividades propuestas permiten presentar el problema e indagar sobre los saberes previos de los estudiantes.
19	Las actividades tienen en cuenta el objetivo del grado y la impronta del ciclo.
20	Si este momento requiere de medios audiovisuales, se proponen alternativas adicionales sin medios audiovisuales.
21	Las actividades están acordes con el material reportado en inventario.
22	En este ambiente, es notoria la promoción del trabajo en equipo durante desarrollo de las actividades.
23	Las actividades propuestas en el ambiente se contemplan para una duración de 1,5 a 2 horas (incluido el momento de cierre).
24	Las evidencias guardan estrecha relación con las actividades de este ambiente de aprendizaje.
25	Las evidencias de aprendizaje para este ambiente denotan con claridad actividades, nivel de dificultad creciente entre el cumplimiento básico, intermedio y avanzado.
Validación de diseño de actividades	
Ambiente B	
26	Las actividades propuestas permiten evidenciar y mostrar a los estudiantes los contenidos que se necesitan ver para solucionar el problema en relación con su etapa de desarrollo.
27	¿Se contemplan estrategias diferentes al acceso a la biblioteca o a la sala de sistemas de la IED?
28	Si este momento requiere de medios audiovisuales, ¿se proponen alternativas adicionales sin medios audiovisuales?

Revisión 1 DD/MM/AA	Revisión 2 DD/MM/AA	Visto Bueno DD/MM/AA

Revisión 1 DD/MM/AA	Revisión 2 DD/MM/AA	Visto Bueno DD/MM/AA

Revisión 1 DD/MM/AA	Revisión 2 DD/MM/AA	Visto Bueno DD/MM/AA

29	En este ambiente, ¿es notoria la promoción del trabajo en equipo durante desarrollo de las actividades?
30	Las actividades propuestas en el ambiente se contemplan para una duración de 1,5 a 2 horas (incluidos los momentos de retornar y cierre).
31	Las actividades están acordes con el material reportado en inventario.
32	Las evidencias guardan estrecha relación con las actividades de este ambiente de aprendizaje.
33	Las evidencias de aprendizaje para este ambiente denotan con claridad actividades, nivel de dificultad creciente entre el cumplimiento básico, intermedio y avanzado.
Validación de diseño de actividades	
Ambiente C	
34	Las actividades permiten desarrollar una solución al problema atendiendo a las capacidades propias del grado, sin necesidad de que sea la solución correcta.
35	Si este momento requiere de medios audiovisuales, se proponen alternativas adicionales sin medios audiovisuales.
36	En este ambiente es notoria la promoción del trabajo en equipo durante desarrollo de las actividades.
37	Las actividades propuestas en el ambiente se contemplan para una duración de 1,5 a 2 horas (incluidos los momentos de retornar y cierre).
38	Las actividades están acordes con el material reportado en inventario.
39	Las evidencias guardan estrecha relación con las actividades de este ambiente de aprendizaje.
40	Las evidencias de aprendizaje para este ambiente de aprendizaje denotan con claridad actividades, nivel de dificultad creciente entre el cumplimiento básico, intermedio y avanzado.
Validación de diseño de actividades	
Ambiente D	
41	Las actividades permiten presentar los resultados y evidenciar los aprendizajes por los estudiantes durante el macroambiente.
42	Si este momento requiere de medios audiovisuales, se proponen alternativas adicionales sin medios audiovisuales.
43	En este ambiente, es notoria la promoción del trabajo en equipo durante desarrollo de las actividades.
44	Las actividades propuestas en el ambiente se contemplan para una duración de 1,5 a 2 horas (incluidos los momentos de retornar y cierre).
45	Las actividades están acordes con el material reportado en inventario.
46	Las evidencias guardan estrecha relación con las actividades de este ambiente de aprendizaje.
47	Las evidencias de aprendizaje para este ambiente denotan con claridad actividades, nivel de dificultad creciente entre el cumplimiento básico, intermedio y avanzado.

Revisión 1 DD/MM/AA	Revisión 2 DD/MM/AA	Visto Bueno DD/MM/AA

Revisión 1 DD/MM/AA	Revisión 2 DD/MM/AA	Visto Bueno DD/MM/AA

ANEXO K

MATRIZ DE CRITERIOS DE VALIDACIÓN DE MACROAMBIENTES DE APRENDIZAJE CICLOS 2, 3 Y 4

		Lista de chequeo - Criterios de validación para el diseño de Ciclos 2, 3 y 4
Objetivo del instrumento: validar el diseño de macroambientes de aprendizaje según criterios específicos para garantizar la ruta de diseño del Centro de Interés en Astronomía del Planetario de Bogotá.		
Macroambiente:		Grado:
Ítem	Profesional(es) que validan:	
	Criterio específico	
Validación de estándares		
1	Los estándares básicos de competencia usados corresponden al ciclo del grado diseñado.	
2	Utiliza estándares básicos de competencia de varias áreas manteniendo coherencia con el estándar de ciencias naturales.	
3	Las acciones de pensamiento escogidas guardan relación con el eje de competencia del estándar utilizado.	
Validación de contexto y problema		
4	El contexto guarda relación con procesos y temáticas asociadas a los estándares y acciones de pensamiento planteados.	
5	El contexto expone una situación de interés relacionada con la astronomía o las ciencias naturales.	
6	El contexto guarda relación con los ejes de desarrollo asociados al ciclo.	
7	El contexto y el problema responden a las preguntas eje del macroambiente y el hilo conductor.	
8	La misión, pregunta o situación por resolver en el problema es clara y entendible.	
9	La misión, pregunta o situación por resolver en el problema están relacionadas con la astronomía.	
10	La misión, pregunta o situación por resolver en el problema se arregla atendiendo a la temporalidad de cuatro ambientes de aprendizaje.	
11	El contexto y el problema guardan relación con el objetivo de grado.	
12	Se plantea un objetivo de macroambiente relacionado con el contexto, el problema y los demás referentes	
13	El contexto y el problema responden a las particularidades de una institución concreta.	
Validación de afirmaciones de aprendizaje		
14	Las afirmaciones de aprendizaje guardan relación estrecha con la resolución del problema.	
15	La afirmación básica se relaciona directamente con el cumplimiento del estándar básico de competencia.	
16	Las afirmaciones de aprendizaje están redactadas evidenciando procesos crecientes entre el cumplimiento intermedio y avanzado.	

macroambientes del Centro de Interés en Astronomía (CIA)		Alcaldía de Bogotá	
Instrucciones para el validador: frente a cada diseño de macroambiente verifique cada uno de los criterios propuestos y responda según la ausencia, presencia o grado de favorabilidad.			
Profesional que diseñó:			
	Revisión 1 DD/MM/AA	Revisión 2 DD/MM/AA	Visto Bueno DD/MM/AA
	Revisión 1 DD/MM/AA	Revisión 2 DD/MM/AA	Visto Bueno DD/MM/AA
usados.			
	Revisión 1 DD/MM/AA	Revisión 2 DD/MM/AA	Visto Bueno DD/MM/AA
básico,			

Validación de diseño de actividades	
Ambiente A	
17	Las actividades propuestas permiten presentar el problema teniendo en cuenta el contexto planteado.
18	Si la presentación del problema requiere de medios audiovisuales, se proponen alternativas adicionales sin medios audiovisuales.
19	La actividad propuesta para lluvia de ideas permite reconocer los conocimientos, las creencias o concepciones previas de los estudiantes.
20	Si la lluvia de ideas requiere de medios audiovisuales, se proponen alternativas adicionales sin medios audiovisuales.
21	Las actividades están acordes con el material reportado en inventario.
22	En este ambiente es notoria la promoción del trabajo en equipo durante desarrollo de las actividades.
23	Las actividades propuestas en el ambiente se contemplan para una duración de 1,5 a 2 horas (incluido el momento de cierre).
24	Las evidencias guardan estrecha relación con las actividades de este ambiente de aprendizaje.
25	Las evidencias de aprendizaje para este ambiente denotan con claridad actividades, nivel de dificultad creciente entre el cumplimiento básico, intermedio y avanzado.
Validación de diseño de actividades	
Ambiente B	
26	La clasificación de ideas permite a los estudiantes clasificar acerca de cómo sus ideas pueden explicar el problema.
27	Si la clasificación de las ideas requiere de medios audiovisuales, se proponen alternativas adicionales sin medios audiovisuales.
28	El ¿qué sé? y ¿qué necesito saber? contempla una actividad que permita esclarecer lo que los estudiantes conocen y lo que les hace falta conocer para resolver el problema.
29	Si ¿qué sé? y ¿qué necesito saber? requiere de medios audiovisuales, se proponen alternativas adicionales sin medios audiovisuales.
30	¿La búsqueda de información contempla estrategias diferentes al acceso a la biblioteca o a la sala de sistemas de la IED?
31	Si la búsqueda de la información requiere de medios audiovisuales, se proponen alternativas adicionales sin medios audiovisuales.
32	En este ambiente es notoria la promoción del trabajo en equipo durante el desarrollo de las actividades.
33	Las actividades propuestas en el ambiente se contemplan para una duración de 1,5 a 2 horas (incluidos los momentos de retornar y cierre).
34	Las actividades están acordes con el material reportado en inventario.
35	Las evidencias guardan estrecha relación con las actividades de este ambiente de aprendizaje.
36	Las evidencias de aprendizaje para este ambiente denotan con claridad actividades, nivel de dificultad creciente entre el cumplimiento básico, intermedio y avanzado.

Validación de diseño de actividades	
Ambiente C	
37	La puesta en común de la información permite compartir ideas comunes y enriquecer el trabajo realizado por los estudiantes, previo al desarrollo de la solución.
38	Si la puesta en común requiere de medios audiovisuales, se proponen alternativas adicionales sin medios audiovisuales.
39	El producto final propuesto representa o soluciona claramente el problema planteado.
40	Si el desarrollo del producto final requiere de medios audiovisuales, se proponen alternativas adicionales sin medios audiovisuales.
41	En este ambiente, es notoria la promoción del trabajo en equipo durante desarrollo de las actividades.
42	Las actividades propuestas en el ambiente se contemplan para una duración de 1,5 a 2 horas (incluidos los momentos de retornar y cierre).
43	Las actividades están acordes con el material reportado en inventario.
44	Las evidencias guardan estrecha relación con las actividades de este ambiente de aprendizaje.
45	Las evidencias de aprendizaje para este ambiente denotan con claridad actividades, nivel de dificultad creciente entre el cumplimiento básico, intermedio y avanzado.
Validación de diseño de actividades	
Ambiente D	
46	La presentación de resultados permite socializar la solución del problema y los hallazgos obtenidos.
47	Si la presentación de resultados requiere de medios audiovisuales, se proponen alternativas adicionales sin medios audiovisuales.
48	Las indicaciones para realizar las conclusiones y el cierre del macroambiente utilizando el diario reflexivo son claras.
49	Si las indicaciones para hacer el cierre del macroambiente requieren de medios audiovisuales, se proponen alternativas adicionales sin medios audiovisuales.
50	En este ambiente es notoria la promoción del trabajo en equipo durante desarrollo de las actividades.
51	Las actividades propuestas en el ambiente se contemplan para una duración de 1,5 a 2 horas (incluidos los momentos de retornar y cierre).
52	Las actividades están acordes con el material reportado en inventario.
53	Las evidencias guardan estrecha relación con las actividades de este ambiente de aprendizaje.
54	Las evidencias de aprendizaje para este ambiente denotan con claridad actividades, nivel de dificultad creciente entre el cumplimiento básico, intermedio y avanzado.

