

**INCIDENCIA DE LA INTERACCIÓN ESTUDIANTE-ESTUDIANTE EN LA
ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA: UNA ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE EN
GRADO SÉPTIMO SOBRE FUSIÓN NUCLEAR**

- **Rodríguez Rubiano, Adrián Arturo¹**

Trabajo de grado para optar por el título de Licenciado en Ciencias Naturales

Asesores

**Tovar Rodríguez, David²; Atehortúa Leguizamón, Gabriela³; Oviedo Gamboa, Jorge
Eduardo⁴**

Universidad de La Sabana

Facultad de Educación

Licenciatura en Ciencias Naturales

Chía, Cundinamarca-Colombia

2022

¹ Licenciatura en Ciencias Naturales. Noveno Semestre. Universidad de La Sabana-Chía. Correo: adrianroru@unisabana.edu.co

² Geólogo. Universidad Nacional de Colombia. Docente y director del presente trabajo de grado. Universidad de La Sabana-Chía. Correo electrónico: david.tovar@unisabana.edu.co

³ Docente de la Maestría en Pedagogía de la Universidad de La Sabana-Chía. Correo electrónico: gabriela.atehortua@unisabana.edu.co

⁴ Lic. en Física, Universidad Distrital Francisco José de Caldas- Bogotá. Docente Práctica Bilingüe. Universidad de La Sabana-Chía. Correo: jorge.oviedo1@unisabana.edu.co

DEDICATORIA

Con cada una de sus enseñanzas, pasó mi reflexión a la acción, y es mi abuelito Ernesto, a quien su espera de ver el Cielo ganó ante mi deseo de entregar el fruto de mis trabajos en los que reflejaba a mi familia, mi tradición y creatividad. Sin embargo, sé que desde donde esté, entre una estrella u otra, sabe que todo lo bueno en mí, es gracias a Dios, a él y a toda mi familia.

También dedico mi trabajo a ese chico que soñaba con dar felicidad a las personas por medio del descubrimiento de sus potencialidades y del Mundo. Ese soy yo, quien me demostré que sí soy capaz de grandes cosas por medio del esfuerzo, la constancia, el trabajo con otros y la fe.

Dedico estos conocimientos aquí redactados a todos mis compañeros, amigos, docentes y a quienes no creían en que podría llegar a ser multiplicador de luz en el Mundo, porque gracias a ellos, pude encontrar refugio, apoyo, impulso, respiro e inspiración ante muchas incertidumbres.

.

AGRADECIMIENTOS

Mi terquedad es grande, pero más mi familia, amigos y docentes. Por ello agradezco la paciencia, comprensión, amor y cariño con que me corrigieron, me apoyaron y solidarizaron ante tantos vacíos y tropiezos.

Agradezco a DIOS porque de las mil y un cosas y propósitos que podemos tener en la vida, me permitió ver la opción de la Educación, la cual hace parte del ADN de nuestras almas, porque lo importante es invisible a los ojos (Antoine de Saint-Exupéry).

Agradezco a mi familia, al creer en mí, en mi carrera y no cortarme mi inspiración en ella. A mi madre Claudia Yesenia, porque a pesar de las madrugadas, trasnochadas y preocupaciones, su amor y entrega era incondicional, y cuyas enseñanzas eran un respiro. A mi papá Maikel, por demostrarme la responsabilidad, y que, a pesar de mis quejas, la templanza es necesaria. A mi hermanita Valerie Michel, porque es luz, es norte, guía e inspiración en todo lo que yo realice, es de las mejores poesías que conozco. A mis abuelas Gloria, Adela y abuelos Leonidas y Ernesto, porque me mostraron que la humildad y el trabajo, impulsa más que la apariencia y el engaño.

Agradezco a mi Universidad de la Sabana y las personas que me acompañan: mi director Carlos Barreto, por su empatía y también por retarme a superar miedos y dudas; a mi directora de estudiantes Claudia Silva por impulsarme cuando me veía rodeado de incertidumbres; a mis guías Gabriela Atehortúa, David Tovar y Jorge Oviedo; al Ministerio de Educación de Colombia y a todos aquellos que han confiado en mí, y me disculpo al no escribir aquí.

Y, por último, pero no menos importante, agradezco a mis amigos y amigas. A Marha Alejandra por creer en mí cuando ni yo daba fe de mi ser, por dejarme ver lo grandioso y “marhavelloso” que el amor nos impulsa a ser, mejores personas. A mi amiga Monica Alexandra, por su paciencia y mostrarme que, a pesar de los problemas, siempre se debe llegar al mejor resultado posible, porque debemos estar al servicio y ayudar a los que más podamos desde nuestro empeño y sacrificio.

RESUMEN

La enseñanza de la Astronomía ha sido en el currículo escolar una materia transversal e interdisciplinaria desde la educación STEM y en los actuales currículos escolares, que potencia diversas habilidades científicas desde el saber de la Física, la Química y la Biología. En adición, no solo potencia habilidades del pensamiento y desarrollo científico, también ayuda al crecimiento personal en habilidades blandas o sociales, al reconocer nuestro lugar en el Universo.

A pesar de lo anterior, existe la tendencia o generalización en trabajos elaborados para el marco de la Enseñanza de la Astronomía, específicamente entre 2018-2021, sobre la elaboración de estrategias, actividades y recursos basados en el desarrollo de conceptos y de acciones para el docente, reflejados en el triángulo didáctico, el cual pone en evidencia la falta de propuestas que se enfoquen en la elaboración de acciones didácticas entorno a las relaciones entre Estudiante-Estudiante en el aula.

Por lo anterior, en este trabajo de grado se propone una estrategia didáctica con enfoque cualitativo de alcance descriptivo, que busca impulsar las interacciones Estudiante-Estudiante (E-E) por medio del aprendizaje de fusión nuclear en estrellas, un tema desde la Astronomía, recolectando características del grado 7° por medio del diseño de Investigación-Acción Educativa y el uso de su metodología basada en Ciclos de reflexión o PIER, para analizar qué factores influyen en las interacciones por medio del discurso y diálogo de los estudiantes, en el aprendizaje de los conceptos. Se concluye que es importante fortalecer las relaciones E-E, al desarrollar habilidades científicas, argumentativas y sociales.

Palabras clave: Didáctica de la Astronomía, Educación, Triángulo didáctico, Enseñanza de las ciencias, Didáctica de la Física

ABSTRACT

The teaching of Astronomy has been a cross-cutting and interdisciplinary subject in the school curriculum since STEM education and in current school curricula, which enhances various scientific skills from the knowledge of Physics, Chemistry and Biology. In addition, it not only enhances thinking skills and scientific development, but also helps personal growth in soft or social skills, by recognizing our place in the Universe.

Despite the above, there is a tendency or generalization in works elaborated for the framework of Astronomy Education, specifically in 2018-2021, on the development of strategies, activities

and resources based on the development of concepts and actions for the teacher, reflected in the didactic triangle, which highlights the lack of proposals that focus on the development of didactic actions around the relationships between Student-Student in the classroom.

Therefore, in this degree work a didactic strategy with a qualitative approach of descriptive scope is proposed, which seeks to promote Student-Student (S-S) interactions through the learning of nuclear fusion in stars, a topic from Astronomy, collecting characteristics of the 7th grade through the design of Educational Research-Action and the use of its methodology based on Cycles of reflection or PIER, to analyze what factors influence the interactions through the discourse and dialogue of students, in the learning of the concepts. It is concluded that it is important to strengthen E-E relationships by developing scientific, argumentative, and social skills.

Keywords: Astronomy Didactics, Education, Didactic Triangle, Science Education, Physics Didactics.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	7
MARCO TEÓRICO	9
Investigación-Acción.....	9
Enseñanza en ciencias	9
Enseñanza de la Astronomía en Colombia.....	10
Triángulo didáctico e interacción estudiante-estudiante	12
JUSTIFICACIÓN.....	14
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
Pregunta problema.....	15
OBJETIVO.....	15
General:	15
Específicos:	16
METODOLOGÍA	16
RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	27
Etapa I Ciclo 1 (Individual):.....	27
Etapa I Ciclo 2 (Grupal):	29
Etapa II Ciclo 3	32
Etapa II Ciclo 4 (Grupal).....	33
CONCLUSIONES	39
ANEXOS.....	40
Anexo 1.	40
REFERENCIAS	40

INTRODUCCIÓN

Este proyecto de grado se basa en un estudio previo presentado en la práctica pedagógica VI del docente en práctica Adrian Rodríguez titulado “*Interacción didáctica entre estudiante-estudiante para promover el conocimiento de la astronomía*”, basado en la pregunta “¿cómo se generan los procesos de enseñanza-aprendizaje de la astronomía entre la interacción estudiante-estudiante de la institución?”, esto con el fin de caracterizar estas interacciones y dar posibles orientaciones sobre cómo éstas indirectamente mejoran el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Astronomía en los estudiantes. Para esta investigación se busca crear un instrumento basado en una estrategia didáctica, que permita relacionar directamente estas interacciones estudiante-estudiante y medir en qué factor mejoran la calidad de los aprendizajes desde la Astronomía, en cuanto a su uso comprensivo de conceptos, es decir, conocer la teoría y su aplicación en el discurso del estudiante.

Para efectos de este trabajo de grado, se utiliza la el diseño de Investigación-Acción Educativa (Parra Moreno, 2002; Clark, Porath, Thiele & Jobe, 2020), lo que permitirá a pares evaluadores y directores de investigación crear ajustes en la planificación, implementación y evaluación (Kanellopoulou & Darra, 2019) de las acciones y actividades sobre la observación y sistematización de las interacciones de los estudiantes en las clases de Astronomía, por medio enfoque cualitativo de alcance descriptivo (Creswell, 2012; Hernández Sampieri, Fernández Collado & Pilar Baptista Lucio, 2014), así poder generar el instrumento de análisis de manera conjunta.

Esta investigación se realizó en una institución privada de educación formal, ubicada en Chía-Cundinamarca, Colombia, el grado séptimo; pertenecientes a Educación Básica Secundaria (EBS), según el sistema educativo colombiano (MEN, 2022). Fue escogido ya que se genera un cambio conceptual y mental sobre las ciencias y el pensamiento lógico- matemático de una estructura simple a una más compleja y liderada por elementos no solo de observación, sino también de interpretación (MEN, 1994; Meinardi, 2010, p. 148). Esta institución se fundamenta en la Psicología Humanista del psicólogo Abraham Maslow, que es resultado de la unión entre la psicoanalítica de Sigmund Freud y el Conductismo de B-F Skinner: se basa en el desarrollo personal, el ser humano integral y sus valores, la jerarquía de las necesidades humanas, entre otras teorías (Duarte, 2019; Colegio Abraham Maslow, 2020; Huamani, Mamani, García, Rojas & Vásquez, 2014). La institución se enfoca en desarrollar el potencial de cada alumno reconociéndolo en su naturaleza de ser humano, para su autorrealización, felicidad y prosperidad.

En cuestiones técnicas y de personal educativo de la institución, encontramos varias particularidades. En elementos instrumentales y técnicos, el colegio cuenta con una base meteorológica, un observatorio astronómico con un telescopio de 14 pulgadas de montaje ecuatorial y proyectos que se han venido desarrollando, como un Laboratorio de Valores, creación de una huerta, entre otros. Sobre el personal educativo, para guiar este trabajo de grado, en adición a sus directores, se encuentran tres docentes principalmente: la directora de ciencias quien es Licenciada en Biología y es Maestra en Docencia de las Ciencias Naturales; una docente mentora quien es Licenciada en Química y está finalizando su Maestría en Educación, encargada del área de Química e Investigación; y un docente Licenciado en Física, encargado del área de Física y Astronomía. Junto con los directores de trabajo de grado y los docentes de la institución, se busca desarrollar un proceso de Investigación-Acción Educativa (Dudley, 2014).

Aprovechando los recursos de la institución educativa y por medio del diálogo con sus directores, se ahonda sobre la enseñanza de la Astronomía como una rama del conocimiento que integra la Física, Biología y Química, y que toma aún más relevancia al considerarse como una de las materias importantes en educación STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics) (Hussain, Sahar, Din, Mahadi, & Chandru, 2019) por sus siglas en inglés, el cual es un enfoque educativo que busca la inclusión de las y los alumnos a materias científicas y el uso del pensamiento lógico y razonable, y que también aumente la incorporación de los estudiantes en carreras profesionales con aplicabilidad científica (Hussain, Sahar, Din, Mahadi, & Chandru, 2019); esto también implica el uso del conocimiento científico para resolver múltiples problemas, innovar e inventar.

Actualmente, la Astronomía al ser una materia interdisciplinar-multidisciplinar, permite desarrollar conocimientos conceptuales importantes desde las materias mencionadas, y reconocer la necesidad de las ciencias de compartir un mismo espacio de trabajo, aun teniendo en cuenta la epistemología de cada una. Además, el desarrollo del pensamiento no solo se realiza a nivel científico, sino también desde la percepción social de nosotros como individuos y en el Universo, es decir, genera empatía, autonomía y tolerancia (Tabares, 2022; Candamil y Chacón, 2019; Mari y Paseiro, 2011). Este avance de los conocimientos se logra desde un trabajo compartido y visto desde diversos puntos de vista, como pone se evidencia: “Hay varios argumentos presentados en apoyo de un enfoque integrado e interdisciplinario que afirman que tiene sentido integrar las ciencias como en la vida real donde el conocimiento y la experiencia no están separados (Eurydice, 2011 citado por Broggy et al, 2017).

MARCO TEÓRICO

Investigación-Acción

La Investigación-Acción (IA) es un método y enfoque de investigación que surgió durante la finalización de la II Guerra Mundial como forma de reacción ante la observación de la crisis social provocada por la posguerra, es decir, se centró inicialmente como respuesta a las problemáticas sociales derivadas de experiencias o dinámicas complejas de la población. En 1944 el término fue propuesto por primera vez por Kurt Lewin, fue desarrollado por Stenhouse Lawrence y Stephen Kemmis, S. Corey de la Universidad de Columbia fue el primero en usar la IA en educación ligado a la pedagogía social (Parra Moreno, 2002), luego se extendió en Europa con John Elliot, después España y así llegó a Latinoamérica por medio de los países hispanohablantes.

La Investigación-Acción es un diseño metodológico para la investigación educativa que permite comúnmente a docentes en formación y profesionales a examinar y mejorar la práctica pedagógica. Esto se logra por medio de la extensión de la reflexión y la auto-reflexión crítica que el profesional de la educación emplea constantemente en su clase (Spencer, et al., 2020). Por medio de la IA, se desarrollará no solo los ciclos de planificación, acción y evaluación, sino que se adicionará en la planificación ciclos de revisión y comprobación por parte de los docentes pares (Kanellopoulou & Darra, 2019).

Enseñanza en ciencias

Como bien detallan Meinardi (2010) y Furman (2016), educar en ciencias implica construir, desde los primeros indicios de uso de la razón e inteligencia, la formación intelectual, el aprendizaje y trabajo individual y grupal, a lo largo de la vida. Es “(...) un tipo de pensamiento que nos empodera y da herramientas para estar mejor plantados para tomar decisiones. Que nos da libertad. (...)” (p. 9) (Furman, 2014). También es necesario reconocer que, para llegar a ese conocimiento científico, no existe un único “método científico” en el cual se logre comprender por completo un tema, sino existen diversas rutas para llegar a la comprobación de las hipótesis y preguntas, que se complementan entre sí (Meinardi, 2010). Es relevante, entonces partir de la idea que “hacer ciencia” implica diversos niveles de complejidad intelectual, técnica, experiencial, convirtiendo los procedimientos en elementos muy variables; con ello se quiere mencionar que pensar científicamente no es seguir en orden un procedimiento establecido, sino pensar en la posibilidad de demostración e indagación de los fenómenos que ocurren por medio de buenas preguntas, que permitan precisamente desarrollar el ejercicio de aplicación de

habilidades, conocimientos y experiencias individuales y grupales, esto sí toma relevancia, a comparación de asistir a un laboratorio meramente a seguir instrucciones.

Desde ese punto de vista, los problemas epistemológicos y transversales que exige la enseñanza-aprendizaje de la Astronomía, son enriquecedores de las habilidades y conocimientos científicos.

Enseñanza de la Astronomía en Colombia

Se realizó en la plataforma SciVal un filtrado de artículos en Física y Astronomía para Educación (*Physics and Astronomy*), en Colombia, país el cual se registra en el puesto 20 a nivel global del índice Scholarly Output (USC, 2022) con 24 artículos entre 2018-2021 (SciVal, 2022), por debajo de Brasil que cuenta con 537 publicaciones, México con 97 y E.E.U.U. con 818 artículos.

En la plataforma SciVal, aun usando los filtros mencionados, los artículos resultantes no tratan temas desde su punto de vista pedagógicos o didácticos, sino más bien en la mayoría se presentan temas enfocados a la teoría de la Física y en menos medida a la Astronomía, así mismo es mucho menos la cantidad para la didáctica de la astronomía.

Del análisis anterior se obtuvieron: 13 artículos de teoría neta, 3 teóricos con alguna aplicabilidad didáctica y 8 con explicación didáctica; sin embargo, estos últimos se enfocan en explicaciones desde el fenómeno Físico y en las interacciones docente-estudiante, no más allá de las interacciones en el aula.

Al realizar otro estudio bibliográfico centrado en Colombia, se encontraron diversos trabajos compilatorios, el cual se analiza uno en específico, el de Pedreros Martínez (2019), el cual compila trabajos de investigación sobre la enseñanza de la Astronomía en el país de 5 artículos, filtrados como “Enseñanza de las ciencias desde una perspectiva cultural” y la “Enseñanza de las ciencias y diversidad cultural”. De cada artículo se obtienen las siguientes características:

- **Observación y diálogo de saberes del cielo con el grado quinto del Instituto Técnico Industrial el Palmar:** Reconoce el valor de la Astronomía en la enseñanza y puesta en práctica de las habilidades científicas, en este caso dando uso a la observación del cielo y su relación con la evolución. Se acerca al saber científico desde la visión al cielo, argumentando los fenómenos que allí ocurren. Su objeto de estudio se centra en los problemas de la enseñanza en los contextos socioculturales (Casadiegos, 2018 tomado

de Pedreros Martínez, 2019). A pesar de que centra sus esfuerzos en la enseñanza de la Astronomía en contextos socioculturales, no destaca las interacciones E-E.

- **Modelización del día y la noche:** Es una investigación aplicada a los estudiantes de 5to grado del colegio José Antonio Galán. Su reflexión teórico-pedagógica centra los aportes de la acción pedagógico-didáctica del profesor a la enseñanza de la Astronomía. Se presenta con más relevancia las interacciones E-E y cuál era su papel en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia, pero no de manera específica, sino lo relata de manera indirecta. Se centra en indagar los conocimientos de los estudiantes sobre el movimiento de los astros y cómo se orientan en el espacio para crear un modelo de ello (Basto, 2018 citado por Pedreros Martínez, 2019).
- **Concepciones de los niños de quinto de primaria del Instituto Psicopedagógico Juan Pablo II sobre el sistema Tierra- Luna:** Muestra que el estudio del sistema Tierra-Luna desarrolla la libertad de la curiosidad y construcción de explicaciones en el estudiante, usando la interdisciplinariedad, el diseño de modelos, la sistematización e implementación de estos modelos; este ejercicio supera la transmisión tradicional de los conocimientos (Cruz, 2017 citado por Pedreros Martínez, 2019). El enfoque de esta investigación no abarca las interacciones entre estudiantes, sino precisamente la relación del conocimiento-estudiante y conocimiento-docente, y no ahonda en el cambio de paradigma sobre el centro de la educación, el docente o el estudiante.
- **Diversidad conceptual y epistémica de los conceptos de espacio y tiempo:** En este trabajo se consolidan los conceptos de espacio y tiempo como herramientas de conocimiento, que se extrae de las experiencias, movimiento, ubicación y acontecimientos en los cuerpos (Guarin, 2013 citado por Pedreros Martínez, 2019). Se muestra nuevamente un enfoque en la enseñanza de los conceptos estructurantes, pero no se muestra la relación del conocimiento entre las interacciones E-E y cómo este se llega a comprender.
- **La astronomía y su enseñanza: Posibilidades y perspectivas en el aula:** Se muestra el trabajo entre estudiantes y cómo se destaca más sus actividades realizadas sobre observación y sistematización de la bóveda celeste, sin embargo, no se habla específicamente de las interacciones estudiante-estudiante (Arias, 2006 citado por Pedreros Martínez, 2019).

Triángulo didáctico e interacción estudiante-estudiante

En la enseñanza de las ciencias, el concepto de Triángulo didáctico no se descarta ya que es fundamental en el reconocimiento de los agentes que interactúan en el proceso de enseñanza-aprendizaje, más cuando es necesario para el desarrollo de las habilidades científicas, el uso de un conocimiento contextualizado y experimental, como menciona Pantoja y Moreira (2017) quienes reflexionan sobre la necesidad del Aprendizaje significativo por medio de la interacción en clase y la creación de modelos mentales por medio del "conocimiento en acción", es decir, aplicabilidad de esos conocimientos mediante modelos a esquemas que son necesariamente discutidos en clase para complejizar la teoría y llevarlo a esquemas conceptuales completos, es decir, a la comprensión, en este caso del tema de campos en Física.

Este triángulo didáctico a tenido varios cambios representativos, y más con la inclusión de los ambientes de aprendizaje digitales por medio de plataformas MOOC (Massive Open Online Course) y sus modalidades, que resaltan la necesidad en conocimientos en TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) de los docentes, quienes organizan la información para ser enseñada. Algunos de los cambios visualizados son (Zaoui Seghroucheni, Al achhab, & El Mohajir, 2014):

- **Triángulo de Houssaye (1992) (clásico):** sus relaciones no se dan automáticamente efectivas en aprendizaje en línea o digital, debido a un rol del docente limitado y apariencias de las plataformas (Figura 1).

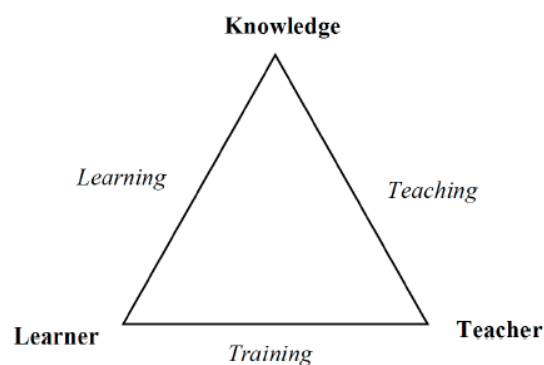


Figura 1. Triángulo de Houssaye (1992). Tomado de (Zaoui Seghroucheni, Al achhab, & El Mohajir, 2014).

- **Lombard (2003) y Rezat, S., & Sträßer, R. (2012) Tetraedro de aprendizaje:** que introduce las herramientas tecnológicas o dimensión digital en la práctica (Figura 2).

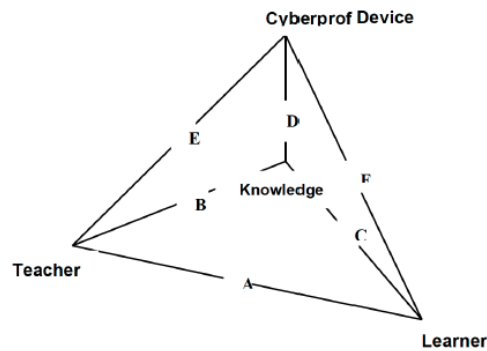


Figura 2. Tetraedro didáctico. Lombard (2003) y Rezat, S., & Sträßer, R. (2012). Tomado de (Zaoui Seghroucheni, Al achhab, & El Mohajir, 2014).

Para estas representaciones, se pueden destacar las siguientes relaciones pedagógicas:

- Proceso de Aprendizaje: Se realiza entre el Aprendiz-Conocimiento.
- Proceso de Enseñanza: Se realiza entre Docente-Conocimiento.
- Proceso de Formación: Se realiza entre Docente-Aprendiz.

De los anteriores esquemas, ninguno de los trabajos revisa el caso del sistema de aprendizaje adaptativo (Adaptive Learning System (ALS)) el cual es “un Sistema de Gestión de Aprendizaje (Learning Management System (LMS)) que, simplemente, puede adaptarse a las necesidades del alumno" (p.28). Sin embargo, existen enfoques del triángulo didáctico en temas socio-didácticos, generando otra representación (Rezat & Sträßer, 2012):

- **Modelo didáctico por medio del Sistema de Actividad de Engeström (1998) (Figura 3):** Expansión del triángulo didáctico a un modelo didáctico que describe las relaciones sociales-culturales en el proceso de enseñanza aprendizaje, y finalmente a un tetraedro socio-didáctico, que une el modelo mencionado y el tetraedro de Lombard (2003) (Figura 4).

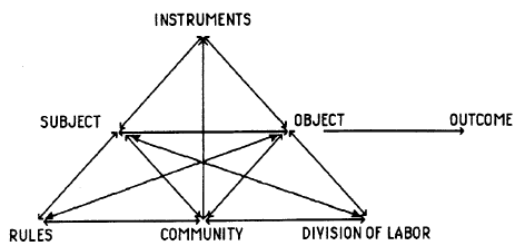


Figura 3. Sistema de Actividad de Engeström (1998). Tomado de: Rezat y Sträßer, (2012).

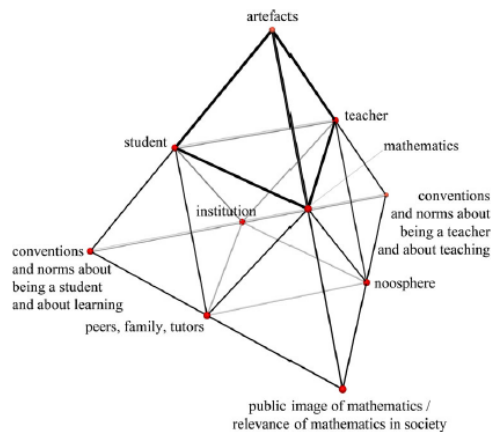


Figura 4. Tetraedro socio-didáctico de Rezat y Sträßer (2012).

A pesar de los esfuerzos de expansión y comprensión del triángulo didáctico clásico, la relación del tetraedro didáctico complejiza más la interpretación de las relaciones, no facilita la visualización de los factores/agentes importantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es decir, refleja más explícitamente la relación de los actores didácticos (personas que están presentes en el desarrollo de clase) en un Ambiente de aprendizaje. Entiéndase por Ambiente de Aprendizaje como el entorno de aprendizaje, que puede ser presencial, virtual o híbrido; donde ocurre el intercambio de conocimiento con un enfoque pedagógico según el área de estudio (Bravo, León, Romero, Novoa Alfonso, y López, 2018).

De las revisiones anteriores (Zaoui Seghroucheni, Al achhab, & El Mohajir, 2014; (Rezat & Sträßer, 2012; Pantoja & Moreira, 2017), se refleja la necesidad de un estudio del triángulo didáctico complejizado, pero que describa más a detalle las relaciones didácticas entre los actores, separado de la descripción de un Ambiente de aprendizaje (Flórez, Castro, Galvis, Acuña, & Zea, 2017; Correa, 2008).

JUSTIFICACIÓN

Según lo anterior, se presenta una oportunidad para aportar al conocimiento de la didáctica de la astronomía en cuanto a descripción de procesos pedagógicos y didácticos, que ahonden en las interacciones generadas en el aula, enfocadas a la interacción estudiante-estudiante (E-E) (adelante explicadas) y en escenarios de experimentación de las ciencias, con énfasis en la aplicabilidad de las Astronomía como rama de la ciencia que integra varias áreas de conocimiento en Química y Biología, y no solo enfocada en la Física y sus fenómenos (Voelzke y Barbosa, 2017; Ampartzaki y Kalogiannakis, 2016).

Para esta investigación se considera un enfoque cualitativo (Creswell, 2012), sobre la enseñanza de la astronomía y sus relaciones de procesos de enseñanza, aprendizaje y formación (Zaoui Seghroucheni, Al achhab, & El Mohajir, 2014) centrado en la relación directa de estos conocimientos con las interacciones estudiante-estudiante.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Para realizar este enfoque de la relación pedagógica estudiante-estudiante, se propone la siguiente estructura de los actores pedagógicos, dejando los instrumentos/artefactos mencionados por Rezat y Sträßer (2012) y Engeström (1998 citado por Rezat y Sträßer, 2012) como elementos propios de las herramientas o recursos de un ambiente de aprendizaje, ya sea en un ambiente físico o digital, porque hace parte del diseño metodológico de la planeación de los contenidos mediante actividades didácticas, establecidas en un tiempo específico (igualmente asincrónico pero que cumple con un límite) y con objetivos establecidos. Junto con ello se hace una extensión de las relaciones pedagógicas en los agentes del triángulo didáctico clásico de Houssaye (1992, citado por Zaoui Seghroucheni, Al achhab, & El Mohajir, 2014) (Figura 5).

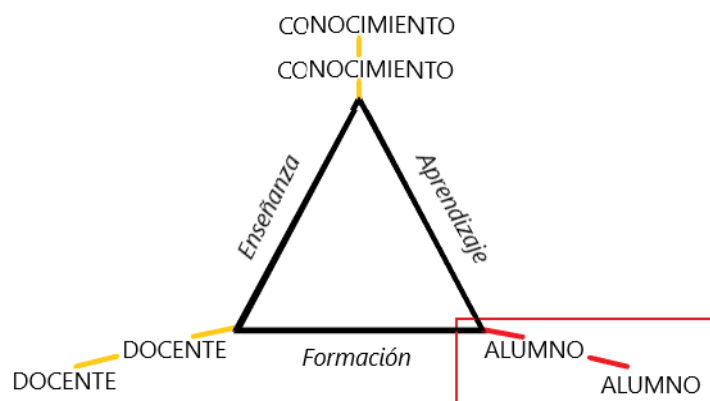


Figura 5. Triángulo didáctico con extensión de relaciones pedagógicas. Elaboración propia.

Pregunta problema

¿Qué factores en una estrategia enfocada en las interacciones E-E contribuyen en el aprendizaje sobre el concepto de la fusión nuclear?

OBJETIVO

General: Determinar el impacto de una estrategia didáctica enfocada en la interacción Estudiante-Estudiante en el aprendizaje de la fusión nuclear.

Específicos:

- a. Implementar preguntas sobre la fusión nuclear, en estudiantes de grado 7° mediante trabajo individual y trabajo grupal.
- b. Establecer relaciones entre los conceptos estructurantes sobre fusión nuclear en estrellas y los tipos de pregunta elaborados.
- c. Analizar los datos sobre el discurso de los estudiantes de manera individual y grupal, con los cambios de interacción Estudiante-Estudiante relacionados con la fusión nuclear en estrellas.

METODOLOGÍA

Se realiza por medio del enfoque cualitativo de alcance descriptivo (Creswell, 2012; Hernández Sampieri, Fernández Collado & Pilar Baptista Lucio, 2014), ya que se busca relacionar las interacciones E-E con el aprendizaje sobre conceptos de astronomía, recolectando características del grado 7° por medio del diseño de Investigación-Acción Educativa y el uso de su metodología basada en Ciclos de reflexión o PIER (Carmona et al, 2019): Planear, Implementar, Evaluar y Reflexionar (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Pilar Baptista Lucio, 2014; Lewin, 1947 citado por Elliot, 1993; Elliot, 1994). El estudio fue aplicado a 15 estudiantes, sin embargo, el análisis se realizó sobre 13 estudiantes que estuvieron en todas las etapas del estudio. En dos Etapa se recolectaron los aprendizajes obtenidos según los objetivos de la estrategia por medio de la matriz propuesta (Tabla 5). Al final se relacionaron las actividades y los objetivos alcanzados, con la sistematización de los tipos de discurso que fortalecieron los aprendizajes mediante el diálogo y discurso de los estudiantes, por medio de la categorización de Mortimer y Scott (2003) usada por Worku y Alemu (2021) (Tabla 1 y Tabla 2, respectivamente), las dificultades del tema y su relación con las preguntas usadas para medir los aprendizajes antes y después, adaptado de Palomar Fons (2013) (Tabla 5) para los conceptos sobre Fusión nuclear.

Tabla 1. Codificación de las categorías de contenido por interacción. Tomado de: Mortimer y Scott (2003).

Categorías de contenido por interacción (diálogo)	Definición
Cotidiana	Se usa cotidianamente como lenguaje social para describir y explicar ideas.
Científica	Usa el lenguaje científico para describir y explicar ideas.
Descriptiva	Da cuenta de un fenómeno por medio de sus características.

Explicativa	Usa algún modelo teórico o mecanismo para dar cuenta de un fenómeno específico.
Generalización	Hace una descripción o explicación que es independiente de cualquier contexto específico.
Empírica	Realiza una descripción o explicación de un fenómeno basada en elementos observados.
Teórica	Realiza una explicación o descripción de un fenómeno basado en evidencias teóricas no observables.

Tabla 2. Enfoques comunicativos, Tomado de: Mortimer y Scott (2003).

Enfoque comunicativo	Definición
Interactivo	Estudiantes y docente son involucrados activamente en la interacción en clase.
No interactivo	Las interacciones en clase están dominadas por los docentes.
Autoritativo	Las interacciones en clase prohíben la construcción de diversos puntos de vista.
Dialógico	Las interacciones en clase se soportan de la creación de diversos puntos de vista.

El cuestionario se desarrolló por medio de la rutina de pensamiento “Afirmar, Apoyar y Cuestionar” (Project Zero, 2015) que permite establecer por medio de contextualizaciones o situaciones problema, un tema a desarrollar, con preguntas que se clasificaron así: de dato-concepto, explicativa e investigable-predicción (García y Furman, 2014; Roca, Márquez y Sanmartí, 2013 citado por Romero y Pulido, 2015), y no se realizaron preguntas de tipo atípica, ya que el objetivo no era indagar sobre la atención de los estudiantes a las preguntas y su semántica (Tabla 3).

Tabla 3. Adaptación de las categorías de preguntas según Romero y Pulido (2015), García y Furman (2014) y Roca, Márquez y Sanmartí (2013).

Tipo de pregunta	Definición	Ejemplo
Pregunta de Dato-concepto	Pregunta que solicita información puntual sobre	¿Cómo, dónde, quién, cuántos, qué es, cómo pasa?

	un tema, concepto, proceso o idea.	
Pregunta de Explicación	Pregunta que cuestiona por qué y para qué de los fenómenos o procesos.	¿Por qué, cuál es la cause, cómo es que?
Pregunta Investigable- de Predicción	Pregunta que requiere un proceso de observación, medición, categorización, sistematización, análisis y conclusión. Indagan el cómo, el proceso, inicio, proceso y final de un fenómeno. Son las que requieren un proceso más complejo de elaboración.	¿Cómo se puede saber, cómo se sabe, cómo se hace, qué pasaría sí, en cuánto tiempo?
Pregunta Atípica	Son preguntas que su estructura semántica o sintáctica no es clara.	Su estructura se encuentra mal redactada o es ilógica a lo que se quiere saber.

El cuestionario de aplicación en la rutina de pensamiento "Afirmar, Apoyar y Cuestionar", está compuesto por 12 preguntas (Tabla 4), de las cuales 3 preguntas eran de respuesta abierta (P1, P3 Y P4), las demás eran de selección múltiple. Tanto el cuestionario (Tabla 4) como la matriz de revisión sobre las interacciones de los estudiantes en relación con los conceptos sobre fusión nuclear y las preguntas elaboradas (Tabla 5) se verificaron y se validaron por medio de 4 docentes expertos en ciencias naturales, en física y en pedagogía (.

Tabla 4. Clasificación de las preguntas del cuestionario por concepto desarrollado, tipo de pregunta y número de pregunta.

CONCEPTO DESARROLLADO	PREGUNTA	TIPO DE PREGUNTA	N° PREGUNTA
Fusión nuclear	¿Cómo una estrella brilla y es tan caliente?	Concepto	P1

	¿Cómo crees que se genera esa temperatura necesaria para la fusión en el interior de las estrellas?	Explicativa	P4
	¿Por qué una estrella no logra convertirse en subgigante o una gigante roja si todas tienen el mismo material estelar?	Explicativa	P6
	Según el diagrama, ¿Cuál de las estrellas emiten más luz?	Concepto	P8
	¿Por qué se podría saber si un objeto estelar en realidad es una estrella o un planeta si no se tienen herramientas poderosas para su observación?	Explicativa	P9
	¿Qué les sucedería a las estrellas en el diagrama H-R, si todas brillaran como el Sol, pero tuvieran distinto tamaño?	Predicción	P10
	¿Cuál diagrama completaría el siguiente esquema de fusión del isótopo de	Explicativa	P12

	Hidrógeno a isótopo de Helio?		
Isótopo	¿Cómo describirías más fácilmente un isótopo?	Concepto	P3
Evolución estelar	¿En cuál de las secuencias resume mejor el proceso de nacimiento y muerte de una estrella?	Explicativa	P2
	¿Por qué la crisis y muerte de las estrellas se genera en manera de implosión?	Explicativa	P5
	¿Qué pasaría en el diagrama si todas las estrellas que viéramos tendrían la misma magnitud y color?	Predicción	P7
	¿Cuál es la relación entre el color y la temperatura de una estrella?	Explicativa	P11

Tabla 5. Matriz de evaluación alumnos VS Objetivo de aprendizaje y Análisis de discurso. Modificado de "Cuestionario alumnos VS objetivos y dificultades". Tomado de: Flores (2021). La sección de dificultades se llena según la observación de las interacciones en cada sesión.

Objetivo de estrategia	Identificar el proceso de fusión nuclear por medio de los isótopos que reaccionan a lo largo de la evolución de las estrellas.
Conceptos clave	Fusión, Isótopo, evolución estelar.

Actividades y enfoque de discurso	Objetivo de aprendizaje	Ítem de pregunta al que apunta la prueba	Nivel de respuesta (2= Correcto, 1=Parcialmente correcto, 0= Incorrecto)			Análisis del discurso
			2	1	0	
Analizar el contexto y responder las preguntas de manera breve y en grupo.	Reconoce los factores determinantes para que se genere una fusión nuclear.	P1 (Abierta)	A. Se identifica el proceso de fusión como el factor que da el brillo y la temperatura a la estrella, no lo confunde con combustión, sino explica la reacción de isótopos a muy alta presión y temperatura en el centro de las nebulosas.	B. Confunde el término de combustión, sin embargo, presenta la relación entre presión y temperatura elevada en el centro de las nebulosas como inicio de la fusión (aunque no determina este término).	C. Confunde el término fusión o está ausente, no menciona explícitamente la temperatura y la presión alta en el proceso de creación de estrellas.	
		P4 (Abierta)	A. Nombra cómo el material que rodea el centro de la nebulosa se comprime cada vez más y su centro es más denso, por lo que se genera mucha presión y por ello una elevada temperatura, lo que hace reaccionar a los isótopos hasta que se fusionan y desprenden	B. Omite la densidad mayor de la estrella en su centro, sin embargo, menciona el proceso de aumento de presión y temperatura debido a la acumulación de isótopos y su desprendimiento de energía.	C. Confunde o no menciona los términos de presión y temperatura elevada con relación a la acumulación de isótopos y sus reacciones en fusión.	

			aún más energía.			
		P6	A	C	B	
		P8	C	B	C	
		P9	B	A	C	
		P10	A	B	C	
		P12	A	B	C	
Describir de manera breve y clara qué es un isótopo y dar ejemplos sobre cómo explicaría el término.	Reconocer los isótopos de los elementos, como los átomos de diferente cantidad de neutrones, pero misma cantidad de protones.	P3 (Abierta)	A. Menciona en términos simples que el isótopo es un átomo de un mismo elemento que difiere de su cantidad de neutrones, sus protones se mantienen y por ello cambia su masa atómica (A). Además, menciona formas de explicarlo por medio de acciones o estrategias.	B. Menciona en términos simples que el isótopo es un átomo de un mismo elemento que difiere en su cantidad de neutrones, sus protones son iguales y por ello, cambia su masa atómica (A), sin embargo, no menciona alguna herramienta o estrategia para explicarlo.	C. No menciona ni el cambio de masa atómica (A) por la diferencia de neutrones al átomo original, ni menciona ninguna estrategia para explicar qué es un átomo.	
Analizar y responder las preguntas que plantean el inicio y fin de la fusión nuclear en la evolución estelar.	Establece en qué fase de la evolución estelar se genera la fusión nuclear.	P2	B	C	A	
		P5	A	B	C	
		P7	B	A	C	
		P11	C	B	A	

La rutina de pensamiento se efectuó en dos Etapas, cada una de dos Ciclos. Las 12 preguntas del cuestionario se dividieron así: en la Etapa I se realizaron las 6 primeras preguntas (donde se encontraban 3 preguntas de respuesta abierta y 3 preguntas con respuesta de selección múltiple con única respuesta) que se repetían en los Ciclos 1 y 2. Para la Etapa II se realizaron las 6 últimas preguntas (las cuales eran todas de selección múltiple con única respuesta) que se repetían en los Ciclos 3 y 4. Esta organización se realizó con el fin de controlar la influencia de elaborar diferentes preguntas para medir el comportamiento y discurso de los estudiantes.

Sobre los Ciclos: en los Ciclos 1 y 3 se desarrollaron de forma individual limitando el intercambio o diálogo de ideas entre estudiantes, aplicando una clase más bidireccional y tradicional o magistral (Docente-Estudiante y viceversa). En los Ciclos 2 y 4 se desarrollaron de forma grupal, aumentando las interacciones y el diálogo entre los estudiantes de forma intencional. Se analizó el diálogo y se realizaron los ajustes razonables según los ciclos de Investigación-Acción (Figura 6; Figura 7) por medio de la colaboración entre el docente en formación, los docentes de investigación y el docente de la institución.

Los ciclos y sus sesiones se realizaron con un tiempo estimado de 35 a 45 minutos y con un margen de 1 semana entre cada una, teniendo en cuenta que se repetirían las 6 primeras preguntas (P1-P6) en la Etapa I y las últimas 6 preguntas (P7-P12) en la Etapa II. Esto se realizó con el fin de que los estudiantes no se acostumbraran a responder lo mismo en cada pregunta, sino que requirieran volver a pensar en la pregunta que se planteaba. En adición, se quería comprobar que, sin importar los tipos de preguntas, la estrategia realizada en realidad tuviera un efecto esperado en cuanto al desarrollo del discurso de los estudiantes. Lo que se mantuvo alrededor de las 6 preguntas tanto para la Etapa I y II, fue la aplicación de los conceptos base de fusión nuclear.

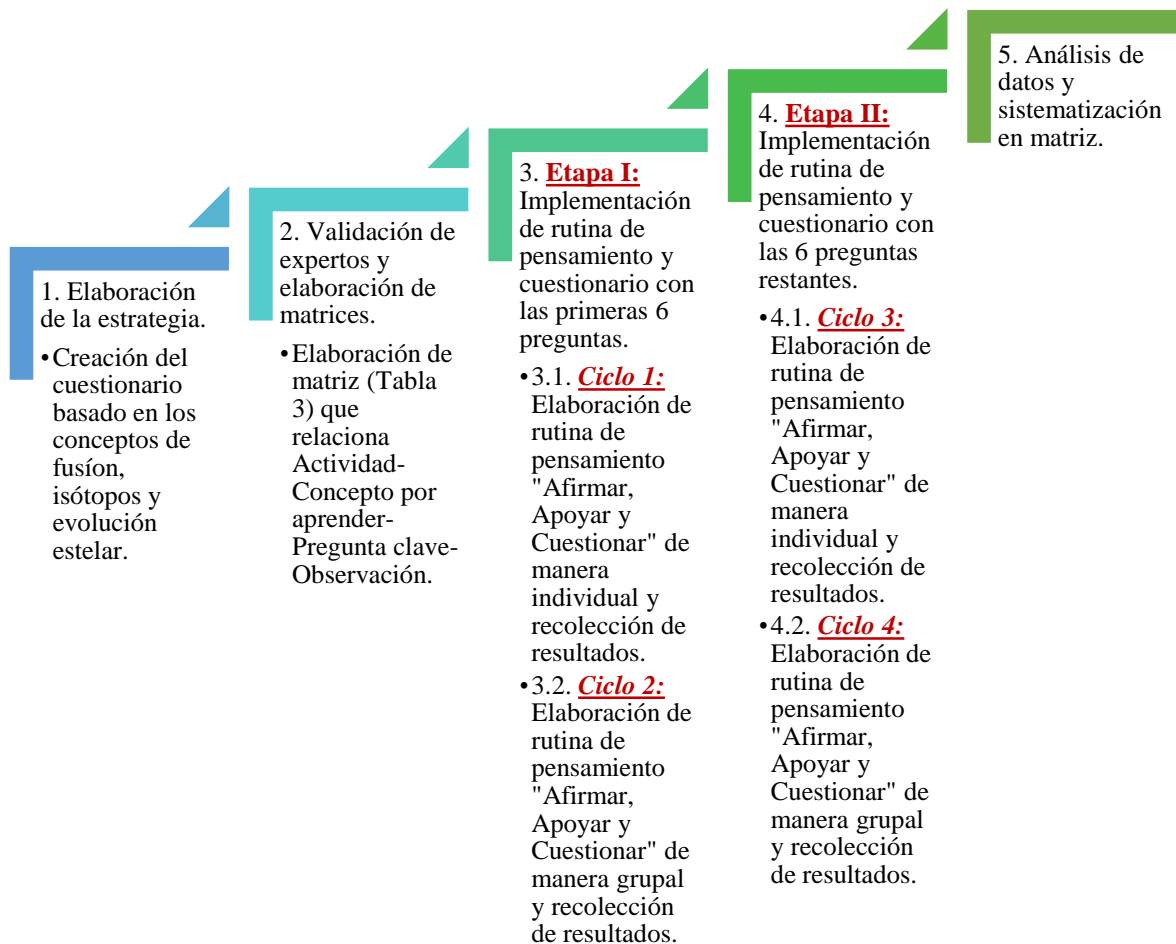


Figura 6. Planeación de las etapas de intervención.

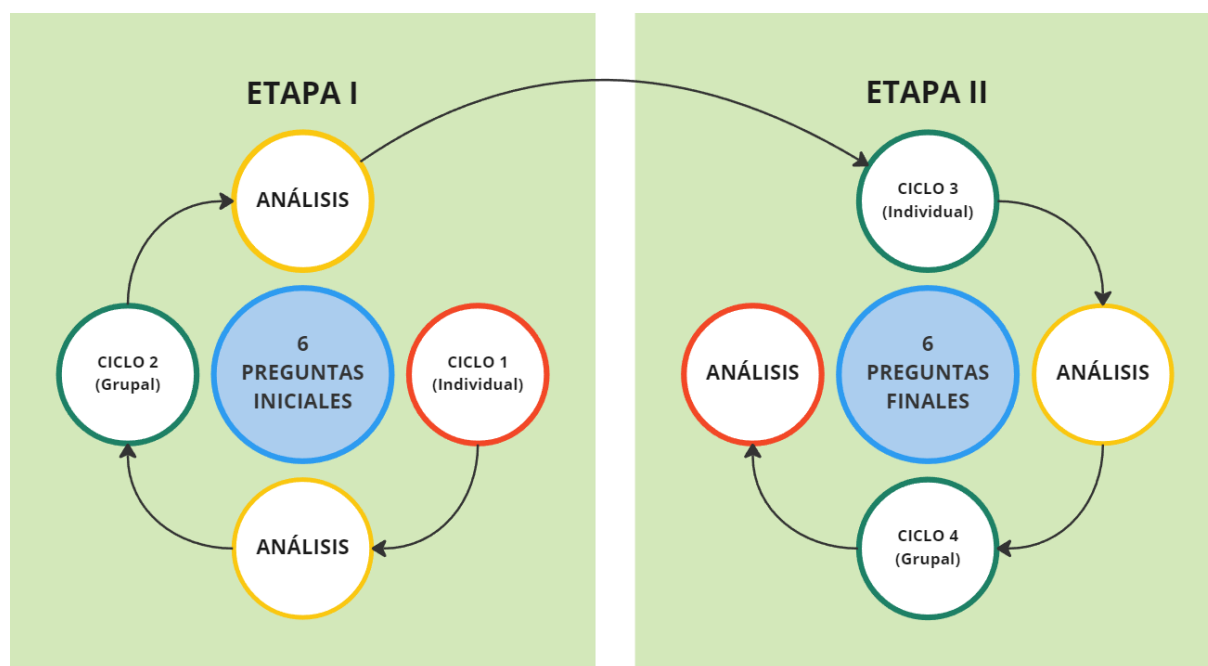


Figura 7. Ciclo de preguntas por Etapa.

Los grupos se establecieron de forma intencional según los resultados en los puntajes de cada estudiante en la primera prueba (), por medio de la codificación de respuestas (donde 2 es la respuesta correcta, 1 es respuesta parcialmente correcta y 0 es incorrecta) (Tabla 7), identificándolos por su Tipo como Avanzados (9-12 puntos), Destacables (8-6 puntos) y Por mejorar (0-5 puntos) (Tabla 8); luego se agruparon estudiantes Avanzados, Destacables y Por mejorar. Los estudiantes en rojo no fueron tenidos en cuenta ya que no participaron en todas las sesiones.

En un inicio se quiso realizar la división de puntaje (0-12 puntos) de manera exacta para los tres Tipos de niveles, sin embargo, se tuvo en cuenta que los estudiantes adquirieron conocimientos previos sobre Evolución estelar y generaría una agrupación casi total en el nivel Avanzado, lo que no permitiría organizar los grupos. Con lo anterior se dispuso la cantidad de puntaje como se mostró previamente.

Tabla 6. Transcripción de respuestas por cada estudiante.

ETAPA # CICLO #						
ESTUDIANTE	PREGUNTAS CON REPUESTAS					
	(A, B O C)					
	P#	P#	P#	P#	P#	P#
1	Se transcribe A, B o C.					
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						

Una vez realizado el análisis y clasificación de los estudiantes, y con ayuda del docente de la institución quien conocía mejor a sus estudiantes, se establecieron los grupos con el sistema establecido (), identificándolos con su código (en la sección ESTUDIANTE). Esta organización solo tuvo en cuenta la clasificación de la Etapa I Ciclo 1, y estos grupos se mantuvieron igual en la Etapa II Ciclo 4.

Tabla 9. Grupos y su transcripción de respuesta.

ETAPA # CICLO 2							
GRUPOS	ESTUDIANTE	NIVEL	PREGUNTAS CON REPUESTAS				
			P#	P#	P#	P#	P#
1							
2							
3							
4							

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Teniendo la aplicación de la matriz de evaluación con su apartado de “Análisis del discurso” (Tabla 5), se rastrearon e identificaron las variables dependientes (Tabla 1 y Tabla 2) en cada uno de los Ciclos en las dos Etapas. Aquí se desarrolla lo encontrado en cada una de las Ciclos en ese apartado.

Etapa I Ciclo 1 (Individual):

Para el primer Ciclo desarrollado de manera bidireccional (Docente-Estudiante) se tuvieron en cuenta de los 13 estudiantes (6 hombres y 7 mujeres) sus saberes previos, y quienes ya habían pasado por aproximadamente 4 sesiones de clase sobre el tema de Evolución estelar, relacionado con el origen, desarrollo y extinción de estrellas; estos conocimientos previos fueron tenidos en cuenta también a lo largo de las dos Etapas. A pesar de que tenían

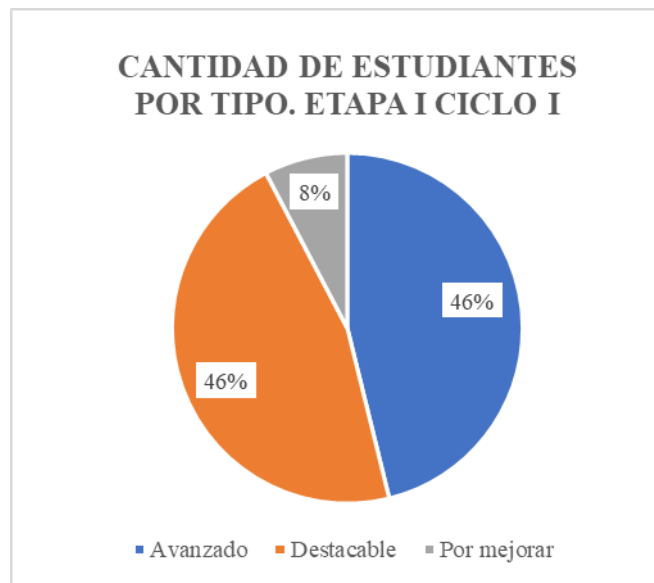


Figura 8. Cantidad de estudiantes por Tipo. Etapa I Ciclo 1.

Para las preguntas P1, P4 y P6 correspondientes al concepto de Fusión nuclear, se confundían algunos conceptos como Combustión y Fusión, o presión y temperatura con aumento de masa.

En la pregunta P3 con el concepto de isótopo, se entiende que es un átomo de diferente cantidad de neutrones, sin embargo, la idea de que tiene menor masa atómica (número A) se confunde con el número de protones (número atómico Z).

Para las preguntas P2 y P5 sobre Evolución estelar, los conceptos de presión y temperatura aún se describen de forma indirecta en algunas ocasiones; y las ideas sobre acumulación de material estelar, gravedad e implosión no se mencionan.

Etapa I Ciclo 2 (Grupal):

Desde este Ciclo, se buscó fortalecer la participación de los estudiantes en general, por medio del aumento de las interacciones Estudiante-Estudiante mediante su diálogo y discurso sobre el tema, para que juntos llegasen a un consenso sobre las respuestas que daban y sus argumentos. En este sentido el **enfoque comunicativo** se estableció como **Dialógico e Interactivo**. Según los resultados anteriores (Etapa I Ciclo 1) se organizaron los grupos de trabajo así (Tabla 11):

Tabla 11. Conformación de grupos. Estos grupos serán los mismos en Etapa I Ciclo 2 y Etapa 2 Ciclo 2.

ETAPA I CICLO 2

GRUPOS	ESTUDIANTE	NIVEL	PREGUNTAS CON REPUESTAS					
			P1	P2	P3	P4	P5	P6
1	13	Destacable	A	B	B	B	A	A
	2	Avanzado	A	B	B	B	A	A
	4	Avanzado	A	B	B	B	A	A
	6	Destacable	A	B	B	B	A	A
2	11	Avanzado	B	B	B	B	A	A
	3	Avanzado	B	B	B	B	A	A
	10	Destacable	B	B	B	B	A	A
	9	Destacable	B	B	B	B	A	A
3	12	Por mejorar	B	B	B	B	A	A
	7	Destacable	B	B	B	B	A	A
	1	Avanzado	B	B	B	B	A	A
4	5	Avanzado	B	B	B	C	A	A
	8	Destacable	B	B	B	C	A	A
	14		B	B	B	C	A	A
	15		B	B	B	C	A	A

Grupo 1 (Tabla 11):

Las discusiones de los 4 estudiantes son muy parejas, es decir, sin importar sus integrantes, todos aportan desde la observación y comparación. La discusión en torno al **contenido de la interacción** se clasificaba en **Explicación, Teoría y Científico**, ya que buscaban las mejores opciones, generaban nuevas preguntas que aportaban hacia el concepto nuevo “isótopo” y los conceptos de presión y temperatura.

Grupo 2 (Tabla 11):

Para los 4 estudiantes, los conceptos de presión y fusión son más claros para uno de sus integrantes Avanzados, y los demás estudiantes siguen su explicación, aunque se les complica un poco aceptar o reconocer que no se entienden algunos términos como fusión, la acción de las altas temperaturas y cómo se generan las reacciones al interior de la estrella, sin embargo, al tener algunas explicaciones por parte de los estudiantes avanzados, todo el grupo comienza a discernir sobre qué opciones escoger. Por lo anterior el **contenido** en discusión era **Científico, Explicativo y Teórico**.

Grupo 3 (Tabla 11):

En este grupo conformado por 2 niñas y 1 niño, en su mayoría la participación se generaba por el estudiante, y a pesar de sus errores conceptuales sobre el isótopo, número atómico (Z) Y masa atómica (A), no aceptaba la ayuda de sus compañeras. Aunque el discurso de los estudiantes manejaba algunos términos científicos, sin embargo, su comprensión llegaba a explicaciones desde la teoría, por ello podría clasificar el **contenido** de su diálogo como **Teórico, Descriptivo y Explicativo**.

Grupo 4 (Tabla 11):

Para este equipo de 4 estudiantes, la participación fue más activa, y hacían énfasis en el concepto de evolución estelar, realizan sus explicaciones desde conceptos básicos como presión y temperatura generada por acumulación de Hidrógeno que se convierte en Helio por fusión, aunque se confunden algunos conceptos como “romper”, “fricción” y “calentamiento”; y el lenguaje científico aún requiere trabajo para hilar ideas completas. Como se generó el diálogo y la argumentación del grupo, se puede clasificar su **contenido** como **Descriptivo, Explicativo y Teórico**.

De forma general, para las preguntas P1, P4 y P6 correspondientes al concepto de Fusión nuclear, los estudiantes reconocían la importancia de que se generara una gran magnitud en la presión y temperatura para que se desarrollara la fusión de los isótopos, sin embargo, el término isótopo sigue siendo confuso para los estudiantes. El concepto de combustión se compara con el de fusión y se reconoce que en las estrellas lo que se genera es fusión de los átomos y explican cómo la cantidad de material estelar como gases y átomos, son diferentes, lo que genera tipos de estrellas.

En la pregunta P3 cuyo concepto desarrollado es isótopo, se sigue entendiendo como un átomo que difieren en la cantidad de neutrones que su elemento común, sin embargo, persiste la confusión del término masa atómica (“ A ” que es igual a la suma de número de protones “ Z ” más el número de neutrones “ n ”) y el número de protones (número atómico Z). Para explicar el término isótopo, se confunde con otros términos como núcleo del átomo y sus subpartículas.

En las preguntas P2 y P5 sobre Evolución estelar, los conceptos de presión y temperatura se describen mejor y se reconoce su acción en la etapa inicial de vida estelar, donde más adelante generarán la fusión de los isótopos por la presión de gravedad al interior de las estrellas. Aún no describen la diferencia de densidades al interior de la proto-estrella (que es mayor) y al

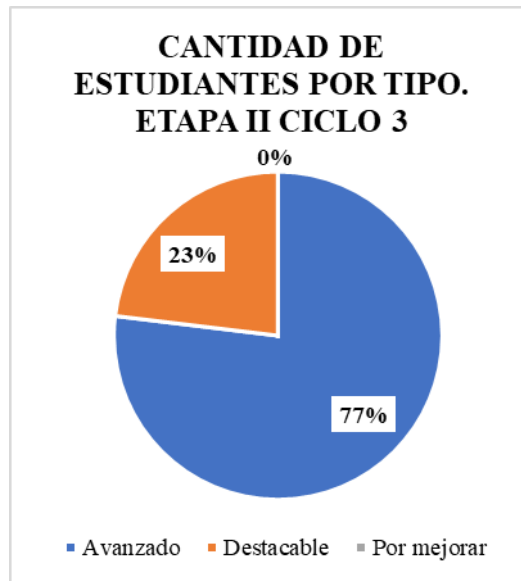


Figura 9. Cantidad de estudiantes por tipo. Etapa II Ciclo 3.

Para las preguntas P8, P9, P10 y P12 correspondientes al concepto de Fusión nuclear, se usaron más formalmente los conceptos de fusión, presión, temperatura e isótopos, sobre las etapas de la evolución estelar; se retoman temas sobre la luz, la radiación y energía de las estrellas, cómo éstas cintilan y se diferencian de los planetas. Por último, los estudiantes pudieron dar con las claves para identificar un isótopo, desde la idea básica que este tipo de átomo deriva de un mismo material, pero con diferente cantidad de neutrones y misma cantidad de protones (número atómico Z), por lo que difiere de su masa atómica (número A).

En las preguntas P7 y P11 enfocadas en el concepto de evolución estelar, se consolidó el aprendizaje sobre las etapas de la vida de las estrellas y desarrollaron habilidades de predicción por medio de conjeturas y suposiciones desde la teoría relacionando los conceptos ya mencionados.

De forma general, en algunas ocasiones se confundían términos como magnitud, relación de color irradiado y nivel de energía, espectro electromagnético y brillo-tamaño. Estos nuevos términos necesarios para completar argumentos sobre predicción fueron trabajados para la siguiente sesión.

Etapa II Ciclo 4 (Grupal)

Como se mencionó, los grupos establecidos en la Etapa I Ciclo 4 se mantuvieron igual en esta sesión. En esta ocasión, los estudiantes de forma general presentaron cansancio o molestia sobre volver aplicar las mismas 6 preguntas restantes destinadas para esta Etapa II. Para aclarar por qué se desarrollaban así las sesiones, se les repitió el proceso de investigación llevado a cabo.

Luego, se retomaron las discusiones en torno al tema. Se retomó el propósito del **enfoque comunicativo Dialógico e Interactivo** entre Docente-Estudiante y Estudiante-Estudiante.

Grupo 1 (Tabla 11):

En este grupo de 2 mujeres y 2 hombres, la participación de las mujeres al principio era un poco limitada a lo que uno de los estudiantes Avanzados mencionaba, sin embargo, en el intercambio de ideas con el docente, poco a poco las estudiantes lograron participar más en las respuestas y dieron cuenta de algunas inconsistencias al estudiante Avanzado sobre conceptos como radiación y energía y las predicciones que se realizaban sobre la aplicación de las teorías como el cintilar y observación de las estrellas en comparación de los planetas. De acuerdo con estas interacciones el **contenido** del diálogo se clasifica como **Científica, Descriptiva, Explicativa y Teórica**.

Grupo 2 (Tabla 11):

Las 2 estudiantes mujeres y los 2 estudiantes hombres, pudieron mantener la participación de todos, a pesar de que uno de los estudiantes Avanzados era quien lideraba el papel de moderador de los puntos de vista. El impulso de intercambio de ideas no requirió tanto impulso por parte del docente. Los estudiantes intentaban explicar las preguntas de predicción por medio de la unión de conceptos, dando con la necesidad de retomar la pregunta varias veces e iniciar con conceptos básicos (presión, temperatura, gravedad, fusión de isótopos). En los diálogos de los estudiantes, el **contenido** podría describirse como **Científico, Descriptivo, Explicativo y Teórico**.

Grupo 3 (Tabla 11):

Las 2 estudiantes mujeres seguían presentando posible timidez a la hora de brindar información sobre la posible respuesta correcta, y suponían respuestas individuales sin una discusión previa, sin embargo, el docente al redirigir el diálogo y la discusión en torno al tema y las preguntas, los estudiantes daban cuenta de sus falencias al explicar fenómenos como las etapas necesarias antes de la fusión y la diferencia de brillo, magnitud y energía dependiendo de la cantidad de material usado, en este caso de isótopos, por las fusiones de hidrógeno en helio. Por el intercambio que se generó de ideas, puede mencionar el **contenido del diálogo** dentro de la categoría de **Explicativo, Descriptivo y Teórico**. A pesar de que usaron algunos términos científicos, no hilaban correctamente los términos para dar con la respuesta. De manera

constante el docente apoyaba las intervenciones de las estudiantes mujeres para procurar su participación.

Grupo 4 (Tabla 11):

El grupo conformado por 2 estudiantes mujeres y 2 estudiantes hombres, trabajaron de manera conjunta y pareja sobre la discusión de las preguntas, sin embargo, de manera presurosa, con lo que el docente los invitó a retornar una explicación más profunda de sus respuestas. De este ejercicio se estableció que también como el Grupo 2, retornaban a los conceptos básicos de presión, temperatura, gravedad y evolución estelar sobre la energía emitida por la radiación. Del **contenido** sobre estas interacciones se podrían clasificar como **Científicas, Descriptivas, Teóricas y Explicativas.**

Para las preguntas P8, P9, P10 y P12 correspondientes al concepto de fusión nuclear, se logró establecer de manera clara la generación de presión y temperatura necesaria para que se desarrolle una fusión nuclear en las estrellas, desde las interacciones de partículas subatómicas como los protones y neutrones, en la formación de átomos más simples o complejos como isótopos, los cuales son los que reaccionan por cambio en la gravedad que los comprime dentro de la nebulosa. Se determinaron las relaciones de radiación y luz, sobre el nivel de energía que desprende una estrella, su observación y posible clasificación.

En las preguntas P7 y P11 enfocadas en el concepto de evolución estelar, se reconoce las nebulosas como cuna de generación de estrellas y acumulación de material estelar, donde se condensan los diferentes materiales en átomos más simples o complejos (isótopos), sin embargo, se presentan algunas confusiones sobre partículas subatómicas y átomos, como se generan los diversos elementos en la estrella y cómo se desprende energía en forma de luz. A pesar de ello, reconocen el nivel de energía térmica relacionado con el color emitido por las estrellas y su relación con el espectro (luz cercana a rojo es de menor energía, a comparación de la luz cercana a azul, que tiene mayor energía). Esto anterior lo relacionan también con la etapa de vida de las estrellas.

Sobre los conceptos de medición, magnitud, brillo-tamaño aún requieren seguir siendo ejemplificados y explicados. Sin embargo, lograban darse a entender desde las teorías vistas en clase.

Los Ciclos de reflexión o P.I.A.R de la IA le permitieron reconocer al docente en formación las habilidades, fortalezas y aspectos por mejorar de sus estudiantes, tanto de manera individual como grupal. Del anterior ejercicio se pudieron obtener comparativas y descripciones de cada uno de los ciclos. Desde la Etapa I se puede observar que en un primer momento el **enfoque** del discurso era **Dialógico- Autoritativo**, sin embargo, a partir del Ciclo 2, la intervención del docente fomenta su cambio a **Dialógico- Interactivo**, el cual se mantuvo hasta el Ciclo 4.

El cambio de enfoque comunicativo muestra cómo la intervención del docente crea cambios en la estructura de la clase, y puede ser comparada con el estudio de Martín (et al, 2020) donde los factores que más inciden en el aprendizaje y rendimiento académico son los motivacionales, la evaluación continua y la intencionalidad, lo que en última instancia implica que los cambios razonables que el docente generaba en esas interacciones generaban un cambio en la estructura comportamental de los estudiantes, y con ello su relación con el proceso de aprendizaje se veía favorecido al incluir sus opiniones y trabajo en comunidad, fortaleciendo y cambiando los marcos teóricos o modelos, en aspectos más entendibles (Meinardi, 2010, p. 111, Furman, 2016).

Sobre los **contenidos del discurso** de los estudiantes, para los Ciclos 1 y 2, se puede analizar cómo existe un cambio de **Generalizado-Descriptivo**, a un diálogo **Explicativo-Teórico-Científico**, y en algunos prevalecía la **Descripción**, esto muestra como estas interacciones entre estudiantes mediadas por la intencionalidad de aprendizaje desde el docente, crean una ruta de desarrollo del pensamiento básico a uno con comprensiones más completas por medio de la participación de los estudiantes (Martín et al., 2020). Este avance en el desarrollo de los contenidos del discurso se relaciona con las respuestas para todas las preguntas, donde poco a poco se enruta al estudiante a compartir y debatir sus argumentaciones y el análisis sobre los conceptos que aún deben mejorar (Palomar Fons, 2014).

Las respuestas en las preguntas P1, P4 y P6; relacionadas con el concepto de Fusión nuclear; para el Ciclo 1 se encontró confusión en los conceptos básicos de combustión-fusión, presión y temperatura, también su relación con la masa. En el Ciclo 2, para estas mismas preguntas se percibe una mejoría significativa en la complejización de los argumentos y discusiones de los estudiantes, al usar con mayor certeza los conceptos de presión y temperatura en el surgimiento de las estrellas y su brillo en la fusión, el término “isótopo” aún no es claro y se generaliza como un tipo de átomos, además los estudiantes ya son capaces de describir las características para clasificar las estrellas según su brillo, masa, color emitido y etapa de vida.

Para la pregunta P3 tanto para el Ciclo 1 y 2, se establece la necesidad de establecer un consenso en el significado de masa nuclear (número A) y número de protones- electrones (número atómico Z), sin embargo, sí se logró avanzar con la idea generalizada de que isótopo también era un tipo de átomo de un mismo elemento, pero con diferente cantidad de neutrones y misma de protones. Para seguir avanzando es necesario recordar las subpartículas del átomo y sus interacciones con los materiales.

Para la pregunta P5 en el Ciclo 1, la presión y la temperatura al principio se describían de forma general como un efecto natural, no se mencionan los términos masa, gravedad, que implosión era sinónimo de explosión. Ya para Ciclo 2 se establecieron significados científicos sobre presión y temperatura, su relación con la gravedad y cantidad de masa acumulada en las estrellas, hasta explicaciones sobre la relación de estos componentes durante y en el final de vida de la estrella.

Para las preguntas P8, P9, P10 y P12 correspondientes al concepto de fusión nuclear en los Ciclos 3 y 4 se lograron conectar términos con relevancia científica y teórica, que se argumentaban de forma más coherente o sistemática. Esos términos fueron los de fusión, presión, temperatura; relacionados secuencialmente. Para el Ciclo 3, salen a la luz la inclusión de más términos como luz, radiación y su relevancia en la energía de las estrellas y su clasificación/diferenciación con las mismas estrellas y otros astros como los planetas. Este proceso lleva consigo una estructura más sólida y compleja de las explicaciones, pero no necesariamente más difícil de entender, sino desde el punto de vista explicativo es más completo el desarrollo de las ideas. Se logra tener una mejor idea de “isótopo” identificando que son átomos de igual cantidad de protones, referente al número atómico “Z”; y diferente cantidad de neutrones (sin importar si es mayor o menor cantidad que el átomo principal de su elemento), referente a la masa atómica “A”.

En el Ciclo 4, se mantuvo el uso formal de los términos (presión, temperatura, gravedad), se desarrolla la idea de que no solo las partículas subatómicas de neutrones, protones y electrones interactúan, sino otras también. Se determinó la relación entre radiación emitida por la estrella, la luz y cómo se podría clasificar

Para las preguntas P7 y P11 sobre el concepto de evolución estelar, en el Ciclo 3 por medio del desarrollo de los conceptos básicos, se consolidaron las etapas básicas de vida en las estrellas y se fortalecieron habilidades de predicción por medio del avance en las argumentaciones desde conjeturas a explicaciones más sólidas o completas.

Para el Ciclo 4 se reconoce a las nebulosas como la cuna del surgimiento de las estrellas, donde se acumula material estelar. Se reconoce la necesidad de aclarar la existencia de otras partículas atómicas para aclarar las relaciones de radiación, generación y nivel de energía, color y la etapa de vida de la estrella; pero sin necesidad de ahondar en su explicación debido al tiempo de las sesiones. Esto muestra el grado de implicación o curiosidad del estudiante ante el tema y resolver sus “por qué y cómo”. La misma situación de necesidad de explicación ocurre sobre cómo se generan todos los elementos de la tabla periódica en la estrella.

Con el análisis, comparaciones realizadas sobre el desarrollo de los ciclos y las etapas, se establece entonces que más allá de primar los significados y términos conceptuales, debe primar las relaciones interpersonales y la comunicación asertiva, que promueva la participación y autoestima del estudiante, por medio de la reflexión docente; para lograr establecer conocimientos grupales y una buena comunicación de los conceptos sobre fusión nuclear y de las ciencias en general, más que ir directamente a ecuaciones o teorías que quedan vagas si no hay acción del pensamiento crítico (Mikk et al, 2016) y aún más para materias que requieren interdisciplinariedad como la Astronomía (French et al, 2017).

El cambio de una interacción netamente bidireccional de Docente-Estudiante, a una interacción más participativa entre Docente-Estudiante y Estudiante-Estudiante, ayuda a potenciar no solo los niveles de confianza en el estudiante, sino también su nivel de comprensión y de argumentación, que en relación a las preguntas de Predicción, este proceso es ligado a un avance en los pasos de la estrategia de investigación científica propuesta por Erick et al (2005 citado por Hsu et al (2015) que son: Clarificar las preguntas, Recolectar evidencia, Formular explicaciones y Comunicar explicaciones; pasos que Hsu et al (2015) liga con un Sistema de Investigación Científica Argumentativa (ASIS por su siglas en inglés), que en efectos de este trabajo no se ahondará en su explicación, sin embargo, se resalta como habilidades como el discernimiento, la sistematización, clasificación, observación y relacionamiento causa-efecto se incrementan con el trabajo en conjunto de los estudiantes y con guía del docente.

Este tipo de estrategias didácticas corresponden al cumplimiento de los *ESTANDARES BÁSICOS DE COMPETENCIAS EN CIENCIAS NATURALES Y CIENCIAS SOCIALES: FORMAR EN CIENCIAS, ¡EL DESAFÍO!* (MEN, 2004) y los demás documentos base educativos colombianos, sobre la enseñanza de las ciencias y la astronomía, aportando a las estrategias de formación, enseñanza y aprendizaje de la didáctica de la astronomía como ciencia interdisciplinar, incentivando a la reflexión y el diseño de propuestas pedagógicas enfocadas en

el trabajo de los estudiantes y su relación con el Conocimiento y su aplicación (Valderrama et al, 2021), y no solo basado en el rendimiento de la adquisición de términos o teorías.

CONCLUSIONES

Como fue analizado, algunos de los factores que ayudaron al aprendizaje de la fusión nuclear basado en la interacción E-E, fue el desarrollo de trabajo en grupo y la implementación del discurso continuo del alumno sobre la puesta en ejercicio de la teoría, ya que lo reta a crear cada vez más y mejores argumentos, desde conceptos básicos hasta lograr una complejidad razonable al nivel de comprensión de todos. Es decir, se crea una comunidad de aprendizaje en donde todos aportan y se sienten con mayor confianza de expresar sus dudas, argumentos y contraargumentos. Cabe resaltar que en este proceso también aquellos estudiantes que presentaban dificultad para exponer sus ideas o quienes menos participaban, aumentaron también sus respuestas, como el caso de las jóvenes quienes a principio se veían menos participativas.

El anterior proceso de complejización del pensamiento se potencia entonces con esta estrategia y el trabajo colectivo y dinámico del dialogo Estudiante-Estudiante, sin embargo, es necesario un monitoreo constante para poder redirigir, si es necesario, la atención o los esfuerzos de comprensión a la pregunta o situación problema a la que se enfrentan los conocimientos, habilidades y voluntad de respuesta del salón, además que se refuerza la confianza y autoestima del estudiante al dar mayor valor a sus intervenciones.

Este proceso de monitoreo constante no solo le otorga al docente la posibilidad de redirigir los esfuerzos del pensamiento al problema presentado ante los alumnos, sino que en su práctica pedagógica le ayuda a identificar el proceso de pensamiento y de acción de los estudiantes de forma más detallada, es decir, su reflexión sobre las actividades y la evaluación continua al estudiante se facilitan porque se demuestra esas habilidades y competencias científicas y personales con la relación que presenta el estudiante ante sus compañeros.

Un aspecto importante por resaltar es que a pesar de que el docente pueda estar más pendiente de esas competencias, conocimientos, habilidades de los estudiantes, es necesario para este factor, apoyar a los estudiantes que no logran conectar con el proceso de interacción, impulsándolos desde una escucha activa, lo que genera un aumento de confianza del estudiante en sí mismo. Esta situación generó que el docente buscara estrategias para empoderar desde la autoconfianza y el trabajo conjunto, mostrando a los estudiantes como iguales y de forma equitativa.

De forma general, los procesos de trabajo colectivo y de diálogo directo entre los mismos estudiantes y el docente como promotor de esas interacciones significativas, rindieron fruto en la generación de una mejor comprensión del tema sobre fusión nuclear, desde conceptos estructurantes hasta argumentos de mayor complejidad. El docente por medio de esta estrategia también mostró como esa construcción de términos se daba de forma progresiva y multidisciplinar, es decir, de otras ciencias fuera de la Física, como la Química (para conceptos de isótopos) y la Biología (para conceptos como combustión y átomos de atmósfera); los cuales se entrelazaban para llegar a una respuesta más clara, concisa y significativa.

ANEXOS

Anexo 1. Revisión y validación de la matriz de la estrategia didáctica.

Cada uno de los asesores revisaron los formatos elaborados, y realizaron los cambios necesarios. Estos cambios fueron revisados nuevamente para terminar con un total de 3 revisiones de cada uno.

REFERENCIAS

Ampartzaki, M., & Kalogiannakis, M. (2016). Astronomy in early childhood education: A concept-based approach. *Early Childhood Education Journal*, 44(2), 169-179.

Bravo, F., León, O. L., Romero, J., Novoa Alfonso, G., & López, H. (2018). ACACIA Cultiva: Equipo Metodología Ambientes de Aprendizaje Accesibles y con Afectividad-AAAA. Bogotá D.C.: Cultiva. Obtenido de https://acacia.red/udfjc/wp-content/uploads/sites/5/2018/07/Fundamento_conceptual_Ambientes_de_aprendizaje_para_la_Metodolog%C3%ADa_AAAA.pdf

Broggy, J., O'Reilly, J., & Erduran, S. (2017). "Interdisciplinarity and Science Education". In *Science Education*. Leiden, The Netherlands: Brill, pp. 81–90. Retrieved Nov 3, 2022, from <https://brill.com/view/book/edcoll/9789463007498/BP000007.xml>

Candamil, N. M., & Chacón, A. E. R. (2019). La enseñanza de la astronomía como medio para articular la formación científica y la formación ciudadana: una propuesta fundamentada en reflexiones metacientíficas. *Revista Científica*, (1), 208-217.

Carmona, H. M., Clavijo, P. J., Espejo, M. A., Vanegas, S. A., Atehortúa, G. (2019). Transformaciones en las prácticas de enseñanza: reflexiones y acciones. *Infancias Imágenes*, 18(2). [210-225]

Clark, J. S., Porath, S., Thiele, J., & Jobe, M. (2020). *Action research*. New Prairie Press. Obtenido de <https://kstatelibraries.pressbooks.pub/gradactionresearch/>

Colegio Abraham Maslow. (2020). Quiénes Somos CAM. Recuperado el 22 de 3 de 2022, de <https://www.colegiomaslow.edu.co/quienes-somos-cam/>

Correa, P. F. (2008). *Ambientes de Aprendizaje en el siglo XXI (Vol. 1)*. (E.-m. Educativo, Ed.) Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/email/article/view/12622>

Creswell, J. (2012). *Educational research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research (4th Edition)* (Cuarta ed.). PEARSON.

Duarte, D. M. (2019). Pedagogía humanista-ética-lúdica: alternativa para la mejora de la calidad de la educación en el componente de autonomía curricular. *Controversias y Concurrencias Latinoamericanas*, 10(18), 215-237.

Dudley, P. (2014). *Lesson study: A handbook*. Obtenido de <https://www.semanticscholar.org/paper/Lesson-Study%3A-a-handbook-Dudley/a11537e7b3caefaabf80c86c0bc3156eba553c44>

Elliot, J. (1994). *La investigación-acción de educación*. Educaciones Morata.

Elliott, J. (1993). *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Ediciones Morata.

Flórez, R., Castro, J., Galvis, D., Acuña, L., & Zea, L. (2017). *Ambientes de aprendizaje y sus mediaciones en el contexto educativo de Bogotá*.

French, D. A., & Burrows, A. C. (2017). Inquiring Astronomy: Incorporating Student-Centered Pedagogical Techniques in an Introductory College Science Course. *Journal of College Science Teaching*, 46(4), 24–32. <http://www.jstor.org/stable/44579910>

Furman, M. (2016). *Educación de mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia: documento básico*, XI Foro Latinoamericano de Educación. Santillana.

García González, S. M., & Furman, M. G. (2014). Categorización de preguntas formuladas antes y después de la enseñanza por indagación. *Praxis & Saber*, 5(10), 75–91. <https://doi.org/10.19053/22160159.3023>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Pilar Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.). México: McGraw-Hill.

Hsu, C. C., Chiu, C. H., Lin, C. H., & Wang, T. I. (2015). Enhancing skill in constructing scientific explanations using a structured argumentation scaffold in scientific inquiry. *Computers & Education*, 91, 46-59.

Huamani, L. A., Mamani, M. A., García, I. C., Rojas, D. Q., & Vásquez, R. G. (2014). Paradigma psicodidáctico humanista y sus aplicaciones. *Revista Psicológica Herediana*, 9(1-2), 40-40.

Hussain, A. H., Sahar, N. M., Din, W. M., Mahadi, Z., & Chandru, K. (2019). Using Space Science as a Tool To Promote STEM Education to High School Students in Malaysia. 2019 6th International Conference on Space Science and Communication (IconSpace) (págs. 257-260). Johor Bahru, Malaysia: IEEE. doi:10.1109/IconSpace.2019.8905986

J. Spencer Clark, Porath, S., Thiele, J., & Jobe, M. (2020). Action Research. In Pressbooks.pub. Pressbooks. Retrieved from <https://kstatelibraries.pressbooks.pub/gradactionresearch/>

Kanellopoulou, E. M., & Darra, M. (2019). Benefits, Difficulties and Conditions of Lesson Study Implementation in Basic Teacher Education: A Review. (*I. J. Education*, Ed.) 8(4), 18-35.

Ley 0115 de Febrero 8 de 1994 - Ley 0115 de Febrero 8 de 1994. (2019). Retrieved May 23, 2022, from Portal MEN - Presentación website: <https://www.mineducacion.gov.co/portal/normativa/Leyes/85906:Ley-0115-de-Febrero-8-de-1994>

Mari, E. R., & Paseiro, S. E. R. (2011). La interdisciplinariedad en las ciencias. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, (28).

Martín-Palacio, M. E., Giusto, C. D., Avilés-Dávila, A., & Perlaza, A. (2020). Percepción comparada de profesores y alumnos universitarios de la actividad docente y su incidencia en el rendimiento académico. *Formación universitaria*, 13(6), 155-168.

Meinardi, E. (2010). *Educación en ciencias*. 1st ed. Buenos Aires: Paidós.

MEN, Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales: formar en ciencias, ¡el desafío!* Biblioteca Digital Magisterio. Recuperado 16 de enero de 2021(<http://bibliotecadigital.magisterio.co/libro/estandares-b-sicos-de-competencias-en-ciencias-naturales-y-ciencias-sociales-formar-en>).

Mikk, J., Krips, H., Säälk, Ü., & Kalk, K. (2016). Relationships between student perception of teacher-student relations and PISA results in mathematics and science. *International journal of science and mathematics education*, 14(8), 1437-1454.

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2022). *Sistema de educación básica y media*. Retrieved May 23, 2022, from Portal MEN - Presentación website: <https://www.mineducacion.gov.co/portal/Preescolar-basica-y-media/Sistema-de-educacion-basica-y-media/>

Palomar Fons, R. (2013). *Enseñanza y aprendizaje de la astronomía en el bachillerato* (Doctoral dissertation, Universitat de Valencia). Pantoja, G. C., & Moreira, M. A. (2017). A potentially meaningful teaching unit for the teaching of the concept of field in Physics. 11(1), 2.

Parra Moreno, C. (2002). *Investigación-Acción y desarrollo profesional*. (5), 113-125. Recuperado el 1 de 3 de 2022, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83400510>

Pedrerros Martínez, R. I. (2019). *La Astronomía y su enseñanza en la Educación Básica y Media*. *Revista Científica*, 226–233. Recuperado a partir de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/revcie/article/view/14494>

Project Zero. (2015). *Claim, Support, Question*. Retrieved July 27, 2022, from Harvard.edu website: <http://www.pz.harvard.edu/resources/claim-support-question>

Rezat, S., & Sträßer, R. (2012). From the didactical triangle to the socio-didactical tetrahedron: artifacts as fundamental constituents of the didactical situation. *ZDM*, 44(5), 641-651.

Romero Rincón, Y. N. y Pulido Serrano, G. E. (2015). *DIAGNÓSTICO DE NIVELES Y TIPOS DE PREGUNTAS FORMULADOS POR ESTUDIANTES DE GRADO*

CUARTO DEL COLEGIO RURAL JOSE CELESTINO MUTIS I.E.D. Bio-grafía, 1769.1780. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia1769.1780>

SciVal. (2022). Publications within General Physics and Astronomy | 2018 to 2021. Obtenido de <https://www-scival-com.ez.unisabana.edu.co/trends/countries/chart?uri=Customer/700980/DocumentSet/554549>

Tabares Gallego, S.J. (2022). La Astronomía como estrategia para una enseñanza interdisciplinar. Análisis de una propuesta didáctica para la cualificación de profesores en contexto no formal [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Valderrama, A., Flórez, D. S. N., Merchán, N. Y. T., & Villamiza, N. V. (2021). ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA EN COLOMBIA: APORTES Y DESAFÍOS. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 2538-2547.

Voelzke, M. R., & Barbosa, J. I. L. (2017, July). Impact of a didactic sequence on basic Astronomy concepts for graduates in physics of online and classroom modalities. In *Proceedings of the International Symposium on Education in Astronomy and Astrobiology (ISE2A)* (Vol. 1, pp. 51-51).

Worku, H., & Alemu, M. (2021). Supportiveness of Existing Classroom Culture to the Implementation of Dialogic Teaching: Analysis of Teacher-Student Interaction in Physics Teaching and Learning. *Pedagogical Research*, 6(3).

Young & R. A. Freedman (2009). *Física universitaria, con física moderna volumen 2*. México: Pearson Educación.

Zaoui Seghroucheni, Y., Al achhab, M., & El Mohajir, B. E. (2014). Revisiting the Didactic Triangle in the Case of an Adaptive Learning System. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 4(4), 27-32. doi:<https://doi.org/10.3991/ijep.v4i4.3891>