Retroalimentación diversa para el aprendizaje de los modelos atómicos

José Ezequiel Camacho Mora[1]
Institución Nuestra Señora de las Lajas - Ancuya, Colombia
https://orcid.org/0000-0003-1306-1120

Recepción: 27//02/2026
Evaluación: 02/09/2026
Aprobación: 21/09/2026
Artículo de Investigación – Científica
Doi: https://doi.org/10.22267/rhec.263737.146

CC BY NC ND

Resumen

El presente trabajo describe la investigación llevada a cabo con estudiantes del grado décimo de tres instituciones educativas del departamento de Nariño: la Institución Educativa Nuestra Señora de Las Lajas del municipio de Ancuya (IENSLA), la Institución Educativa Ospina Pérez de Ricaurte (IEOP) y la Institución Educativa Santa Teresita de Altaquer (IESTA). El objetivo principal es analizar el impacto de la estrategia de retroalimentación diversa (RD) en el aprendizaje de modelos atómicos. Esta estrategia se define como un proceso didáctico, democrático y no impositivo que promueve la participación de los estudiantes en la selección de su propia ruta de aprendizaje, considerando su ritmo, capacidades, necesidades, posibilidades y contexto, a partir del diálogo y la concertación entre el docente y el alumno.

Metodológicamente, la investigación adoptó un paradigma cuantitativo con un diseño cuasiexperimental de pretest y postest con grupo único. El plan de análisis incluyó la verificación de la normalidad de los datos y la ejecución de pruebas paramétricas y no paramétricas. Al constatar la ausencia de normalidad en la distribución de los datos, se procedió con el análisis no paramétrico. Los resultados demostraron que existió una diferencia estadísticamente significativa después de implementar la estrategia pedagógica.

[1] Docente de Química, Institución Nuestra Señora de las Lajas - Ancuya, Colombia. Magister en Educación, Universidad de Nariño, Colombia. Correo electrónico: Joscam1017@hotmail.com.

Palabras clave: enseñanza de la química; enseñanza de los modelos atómicos.

Diverse feedback for learning atomic models

Abstract

This study describes research conducted with tenth-grade students from three educational institutions in the department of Nariño: Nuestra Señora de Las Lajas Educational Institution in the municipality of Ancuya (IENSLA), Ospina Pérez Educational Institution in Ricaurte (IEOP), and Santa Teresita Educational Institution in Altaquer (IESTA). The primary objective is to analyze the impact of the diverse feedback (DF) strategy on the learning of atomic models. This strategy is defined as a didactic, democratic, and non-impositional process that fosters student participation in selecting their own learning path —taking into account their pace, capabilities, needs, possibilities, and context— through dialogue and consensus between the teacher and the student.

Methodologically, the research adopted a quantitative paradigm using a quasi-experimental, single-group pretest-posttest design. The analysis plan involves verifying data normality and performing both parametric and non-parametric tests. Upon confirming the absence of normality in the data distribution, the study proceeded with non-parametric analysis. The results demonstrated a statistically significant difference following the implementation of the pedagogical strategy.

Keywords: chemistry education; teaching of atomic models.

Feedback diversificado para a aprendizagem dos modelos atómicos

Resumo

Este trabalho descreve a investigação realizada junto dos alunos do décimo ano de três instituições de ensino do departamento de Nariño: a Institución Educativa Nuestra Señora de Las Lajas, do município de Ancuya (IENSLA); a Institución Educativa Ospina Pérez, de Ricaurte (IEOP); e a Institución Educativa Santa Teresita, de Altaquer (IESTA). O principal objetivo é analisar o impacto da estratégia de retroalimentação diversa (RD) na aprendizagem de modelos atómicos. Esta estratégia define-se como um processo didático, democrático e não impositivo que promove a participação dos alunos na escolha da sua própria trajetória de aprendizagem, tendo em conta o seu ritmo, capacidades,

necessidades, possibilidades e contexto, com base no diálogo e no consenso entre professor e aluno.

Metodologicamente, a investigação adotou um paradigma quantitativo com um desenho quase-experimental de pré-teste e pós-teste com grupo único. O plano de análise incluiu a verificação da normalidade dos dados e a realização de testes paramétricos e não paramétricos. Ao constatar a ausência de normalidade na distribuição dos dados, procedeu-se à análise não paramétrica. Os resultados demonstraram a existência de uma diferença estatisticamente significativa após a implementação da estratégia pedagógica.

Palavras-chave: ensino de química; ensino dos modelos atômicos.

Introducción

Actualmente, siendo consecuente con el aumento considerable del interés por la investigación en el campo educativo, principalmente en el mejoramiento del proceso de enseñanza aprendizaje llevado a cabo en las instituciones educativas por parte de los docentes debido al bajo rendimiento académico, es importante pensar en problemáticas tales como la desmotivación al aprendizaje, la falta de liderazgo o el déficit de conocimientos en los estudios de básica primaria estudiados por Badenhorst y Radile,[2] o como investigaron Crouch y Merseth,[3] acerca de la incoherencia entre lo teórico y lo práctico, entre otras.

Es así como en la presente investigación se conocerá y aplicará la estrategia metodología denominada retroalimentación diversa (RD) ideada por el autor, entendida como el camino de selección para direccionar el aprendizaje a partir del interés de los estudiantes a diferencia de la aplicación tradicional de la retroalimentación conocida como feedback. En consecuencia, la retroalimentación llamada diversa hace partícipe activo al estudiante quien desarrolla un papel importante en el reconocimiento, elección y construcción de la metodología en su proceso de aprendizaje, cuya intención es liberar al estudiante e interiorizar una relación entre docente y estudiante motivada por la dinámica del proceso.

Así pues, es un asunto importante conducente a proponer e implementar una estrategia metodológica denominada retroalimentación diversa en el aprendizaje

[2] Wally Badenhorst y Rachere Radile, "Poor Performance at TVET Colleges: Conceptualising a Distributed Instructional Leadership Approach as a Solution", *Africa Education Review* Vol. 15, N° 3 (2018): 32.ll.

[3] Luis Crouch y Katherine Merseth, "Stumbling at the First Step: Efficiency Implications of Poor Performance in the Foundational First Five Years", *Prospects* Vol. 47, N° 3 (2017): 3.

de los modelos atómicos en estudiantes de la Institución Educativa Nuestra Señora de Las Lajas del municipio de Ancuya (IENSLA), la Institución Educativa Ospina Pérez de Ricaurte (IEOP) y la Institución Educativa Santa Teresita de Altaquer (IESTA) por medio de la cual se determinará la significancia estadística en el aprendizaje de los modelos atómicos a través de un paradigma cuantitativo con un diseño cuasiexperimental utilizando pre-test y post-test.

1. Marco teórico

1.1 Aprendizaje

Es importante mencionar que Ambrose *et al*.[4] se refieren al aprendizaje como un proceso que da paso a un cambio producido como resultado experiencial que logra por consiguiente un mejoramiento con respecto al rendimiento y al aprendizaje futuro del individuo.

De la misma forma, Clark y Mayer[5] definen al aprendizaje como el fortalecimiento de las respuestas correctas y el debilitamiento de las incorrectas implicando la adopción de información novedosa en su memoria, así mismo, es dar sentido a lo que se está observando con el fin de organizar y reorganizar mentalmente dicha información realizando con ella una conexión entre lo conocido recientemente y los conceptos previos que posee el estudiante.

Es la adquisición de conocimientos y habilidades que se tendrán disponibles en la memoria con el fin de otorgarle un sentido a los problemas u oportunidades futuras que se puedan presentar en la vida de los educandos como lo evidenciaron Brown, Roediger y McDaniel.[6]

Así mismo, bajo la definición de Bingham y Conner el aprendizaje es el proceso de transformación que se lleva a cabo con la información adquirida, la cual una vez interiorizada y mezclada con lo experimental cambia al igual que nuestros conocimientos previos generando una asimilación de nuevos conceptos.[7] Para Vaill el aprendizaje es una forma de ser, un conglomerado de

[4] Susan Ambrose, et al., *How Learning Works. Seven Research-Based Principles for Smart Teaching* (Jossey-Bass, 2010).

[5] Ruth Clark y Richard Mayer, *e-Learning and the Science of Instruction* (Pfeiffer, 2011).

[6] Peter, Brown, et al., *Make It Stick: The Science of Successful Learning* (Harvard University Press, 2014).

[7] Tony Bingham y Marcia Conner, *The New Social Learning: A Guide to Transforming Organizations Through Social Media*. (Berrett Koehler Publishers, 2010).

actitudes y acciones de cada individuo o individuos que lo utilizan para estar al tanto de acontecimientos novedosos, recurrentes o sorprendentes.[8]

Ahora bien, el aprendizaje es desde mi perspectiva, el proceso mediante el cual un individuo adquiere conceptos nuevos después de haberlos comparado con sus marcos relacionales existentes y haberlos modificado con respecto a su contexto, es el punto donde converge el nuevo conocimiento y lo preestablecido del mismo generando una transformación conceptual la cual tendrá características propias en la asimilación con respecto a un tema determinado.

1.2 Modelos atómicos

Para Pozas *et al.* los modelos atómicos son formaciones estructurales de los átomos que han sido propuestas por científicos con la intención de explicar la constitución de los mismos,[9] además han sido definidos por Sánchez y Valcácel como construcciones imaginarias que reemplazan un aspecto de la realidad con la finalidad de poder realizar un estudio teórico.[10]

Así mismo, Arduiz-Bravo y Morales considera a los modelos científicos y didácticos como representaciones (abstracciones no lingüísticas) del mundo que tienen su propia lógica interna, sus propias relaciones de semejanza con los fenómenos y sus propios medios expresivos.[11]

Así pues, desde esta investigación se asumen los modelos atómicos como representaciones bi o tridimensionales aproximadas de la estructura atómica por medio de las cuales se pretende dar a conocer como están conformados los átomos, sus características y su comportamiento químico.

1.3 Retroalimentación Diversa

Es preciso mencionar que la retroalimentación para Brown, Bull y Pendlebury[12] es entendida como la búsqueda de información de utilidad con una reflexión crítica que tiene como finalidad generar una mejora continua en cuanto a rendimientos y producciones propias, teniendo en cuenta que puede ser efectiva si es oportuna, percibida como relevante, significativa y alentadora, ofrece

[8] Peter Vaill, *Learning as a Way of Being* (Jossey-Bass, 1996).

[9] Antonio Pozas, et al., *Física y Química (2º Bachillerato)* (McGraw-Hill, 2009).

[10] Gaspar Sánchez y María Victoria Valcárcel, "Los modelos en la enseñanza de la química: concepto de sustancia pura", *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Nº 5 (2003): 45–59.

[11] Agustín Adúriz-Bravo y Laura Morales. "El concepto de modelo en la enseñanza de la física −consideraciones epistemológicas, didácticas y retóricas", *Caderno Catarinense de Ensino de Física* Vol. 19, N° 1 (2002): 76–89.

[12] George Brown, et al., *Assessing Student Learning in Higher Education* (Routledge, 1997).

sugerencias de mejora que están al alcance del alumno, además se puede percibir por parte de los estudiantes que la retroalimentación, que, según Higgins, Hartley y Skelton[13] es un proceso que dará a conocer si lo que se está haciendo esta correcto o incorrecto ayudando a mejorar su rendimiento.

Por otro lado, Hattie y Timperley realizan una definición de la retroalimentación como información sobre cuestiones de rendimiento y la asimilación de los alumnos que van de la mano con recomendaciones para ayudarlos en la toma de conciencia con respecto a las diferencias entre lo que ya poseen como conocimiento y lo que desean conseguir, consecuentemente la retroalimentación tiene como objetivo colaborar a los estudiantes en la corrección de errores y el mejoramiento de ellos mismos, sugieren que la retroalimentación efectiva da respuesta a tres interrogantes: ¿Cuáles son los objetivos? ¿Qué progreso se está haciendo hacia la meta? ¿Y qué actividades se deben emprender para lograr un mejor progreso?[14]

Considerando dar respuesta a las preguntas expuestas en el anterior párrafo, los investigadores plantean un modelo de retroalimentación que es llevado a cabo en cuatro niveles: nivel de tarea, nivel de proceso, nivel de autorregulación y nivel propio; el primer nivel hace referencia a que tan bien se está realizando una tarea y su posibilidad de corrección, el de proceso es donde el estudiante comprende la tarea y puede ajustar su conocimiento mediante recomendaciones , los dos últimos niveles se centran en el estudiante como autorregulador en su retroalimentación y el último guiado hacia el sentido personal, es decir centrado en el "yo" no generalmente puntualizando en la tarea pero si en opiniones como: eres un gran estudiante y es una respuesta inteligente, bien hecho.

En otras palabras, y desde la reflexión crítica a partir de la propia práctica, se podría definir a la retroalimentación como un proceso en el que se le da al estudiante la oportunidad de planear, proponer, desarrollar y aplicar alternativas haciendo uso de su imaginación, su participación y de herramientas que beneficien el proceso autodeterminado para conseguir un objetivo que pretenda lograr referente a cierta temática que sienta no asimilada después de haberla abordado; con planeación me refiero a la elaboración de un boceto de cómo le gustaría solventar su necesidad realizando posteriormente una proposición que lo convierta en un ente activo dentro de la comunidad educativa y desarrolle

[13] Richard Higgins, et al., "The Conscientious Consumer: Reconsidering the Role of Assessment Feedback in Student Learning", *Studies in Higher Education* Vol. 27, N° 1 (2002): 53-64.

[14] Jhon Hattie y Helen Timperley, "The Power of Feedback", *Review of Educational Research* Vol. 77, N° 1 (2007): 81-112.

mediante la elaboración de su propia propuesta un proceso de enseñanza aprendizaje el cual sería finalmente auto aplicado.

El aporte que se pretende realizar en la presente investigación es formular y aplicar la estrategia de retroalimentación diversa no reportada en la literatura hasta el momento, si bien existen varios procesos de retroalimentación, RD no es una combinación de todos sino por el contrario, es la utilización de uno de ellos, elegido, analizado y propuesto por el estudiante que se adecue a las necesidades del mismo a partir de una serie de diversos tipos de retroalimentación planteados en una de las etapas dadas a conocer más adelante, siempre con la orientación del docente, dicho proceso es parte de la estrategia propuesta de la cual no han habido reportes en ninguna investigación. En la enseñanza de las ciencias hasta el momento se ha utilizado la categoría retroalimentación para abordar diferentes maneras de abordar temáticas a compartir, sin embargo, el presente proyecto introduce una nueva categoría a modo de complemento o innovación denominada retroalimentación diversa (RD) como aporte del presente estudio.

Metodología

Participantes

En la presente investigación participaron 56 estudiantes pertenecientes al grado décimo del año lectivo 2020, de ambos sexos entre los 15 y 17 años de las Instituciones Educativas Nuestra Señora de Las Lajas del municipio de Ancuya, la Institución Educativa Ospina Pérez de Ricaurte y la Institución Educativa Santa Teresita de Altaquer en el departamento de Nariño – Colombia.

El método usado para la selección de los participantes fue por conveniencia, y haciendo referencia a este tipo de muestreo Battaglia citado en Hernández, Fernández y Baptista manifiesta que estas muestras están formadas por los casos a los cuales se tiene acceso.[15] De la misma forma para la elección de la unidad de análisis se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

• Que todos y todas las estudiantes estén matriculados en las instituciones, información que se obtuvo con la ayuda del sistema integrado de matrícula SIMAT de las Instituciones Nuestra Señora de Las Lajas, Ospina Pérez y Santa Teresita de Altaquer.

[15] Michael Battaglia, "Convenience Sampling", en *Encyclopedia of Survey Research Methods*, editado por Paul Lavrakas. (Thousand Oaks, CA: Sage, 2008), 390.

• Que todos y todas las estudiantes participantes en la investigación cursen décimo grado de educación media.

• Que todos y todas las estudiantes quieran ser partícipes del presente proyecto y cuenten con la presentación de consentimientos y asentimientos informados por parte de los padres, madres o acudientes.

1.1.Instrumentos

Los instrumentos utilizados fueron los test, definidos por Pichot como una situación experimental que ha sido estandarizada y la cual sirve como estímulo a un comportamiento.[16] Se aplicó un pre- test y un post-test a los cuales se les realizó una validación por expertos y una prueba piloto. Para la validación por expertos que hace referencia al grado en el que aparentemente un instrumento mide la variable en cuestión, de acuerdo con "voces calificadas" como lo referencia Hernández *et al*.,[17] se distribuyó el instrumento a 5 personas entre las cuales se encontraban 3 docentes investigadores de nivel de maestría y doctorado, y con el ánimo de contextualizar las opiniones de los expertos con la población de estudiantes, se hicieron partícipes del proceso a 2 docentes de química de educación básica y media con títulos de licenciados en química y químicos puros quienes dieron a conocer una serie de observaciones que fueron consideradas para realizar la modificación del instrumento antes de ser aplicado en una prueba piloto.

Posterior a ello, se dio paso a la prueba piloto que, según Hernández *et al.* consiste en administrar el instrumento a una pequeña muestra de casos para probar su pertinencia y eficacia (incluyendo instrucciones), así como las condiciones de la aplicación y los procedimientos involucrados. A partir de lo cual se calcula la confiabilidad y la validez iniciales del instrumento.[18]

En este orden de ideas, la prueba piloto se llevó a cabo con 22 estudiantes de diversos estratos socioeconómicos pertenecientes al grado décimo de educación media, obteniendo información que sirvió para comprender que el instrumento inicial debía ser modificado para que sea más entendible por los estudiantes, por lo que se mejoró su estructura según lo observado y recomendado con el fin de continuar su aplicación en el trabajo investigativo.

[16] Pierre Pichot, *Los test mentales* (Paidós, 1976), 63.
[17] Roberto Hernández, et al., *Metodología de la investigación* (McGraw Hill, 2014), 204.
[18] Hernández, et al., *Metodología de la investigación*, 210.

De la misma forma, la validación por expertos que hace referencia al grado en el que aparentemente un instrumento mide la variable en cuestión, de acuerdo con "voces calificadas" como lo referencia Hernández *et al*.,[19] se distribuyó el instrumento a 5 personas entre las cuales se encontraban 3 docentes investigadores de nivel de maestría y doctorado, y con el ánimo de contextualizar las opiniones de los expertos con la población de estudiantes, se hicieron partícipes del proceso a 2 docentes de química de educación básica y media con títulos de licenciados en química y químicos puros quienes dieron a conocer una serie de observaciones que fueron consideradas para realizar la modificación del instrumento antes de ser aplicado con los y las estudiantes.

Procedimiento

La presente investigación se llevó a cabo mediante la ejecución de dos procesos: el primero correspondiente al diseño e implementación de la estrategia metodología de retroalimentación diversa que está compuesta por cinco etapas y la segunda consistió en la aplicación de la misma.

Diseño

Para el diseño de la estrategia, se tuvo en cuenta la disposición de los y las estudiantes de tres instituciones educativas del departamento de Nariño con los cuales, por cuestión de la pandemia generada por la SARS-CoV-19, se crearon espacios de virtualidad donde fue el estudiante quien se encargó de guiar, de complementar y de retroalimentar su propio proceso de aprendizaje, tomando los elementos que le facilitó el docente desde la virtualidad, o mediante un aprendizaje remoto planteado por guías y adaptándolo a su ritmo y recursos, realizando el proceso en cada uno de sus hogares respecto a las dimensiones Histórico epistemológicas y evolutivas, dimensión estructural y conceptual y dimensión de aplicación y contextualización científico tecnológica respecto a la temática de modelos atómicos.

Implementación y etapas

La implementación se llevó a cabo mediante cinco etapas:

Etapa previa

Es en esta etapa, es donde se llevan a cabo tres momentos. El primero es donde el docente presenta la temática y el objetivo de la misma que servirá como meta

[19] Hernández, et al., *Metodología de la investigación*, 204.

del proceso de aprendizaje que conducirá el estudiante, como es señalado por Antoni Zabala[20] cuando refiere lo importante de la funcionalidad de los contenidos y el explicitar propósitos, pues es fundamental mostrar a los estudiantes el horizonte que se pretende que el educando conozca realizando su propia estructuración del proceso. La importancia de este primer momento, radica en que, si bien el estudiante tiene plena autonomía se considera importante darle a conocer hacia donde tiene que ir, es decir donde tiene que enfocar su mirada para que posteriormente decida como recorrer el camino que lo conducirá al cumplimiento del objetivo planteado.

Como segundo momento se encuentra una primera explicación del tema dado a conocer en el momento anterior, es aquí donde el docente hace uso de la clase para introducir conceptos clave haciendo conexión con lo que Ausubel llama aprendizajes significativos pues se pueden activar marcos relacionales preestablecidos anteriormente y que servirán como referencia para el proceso que vendrá posteriormente.[21] Puede suceder que en esta etapa el estudiante se encuentre en dos situaciones: La primera que haya existido una asimilación de conceptos y se haya dado paso al aprendizaje, si este es el caso el proceso continuo le servirá de retroalimentación, de refuerzo y afianzará de mejor manera lo aprendido. La segunda situación es que la metodología empleada por el docente no haya sido la adecuada para el estudiante haciendo que su aprendizaje no haya sido asimilado, es en este caso se dará paso al proceso de retroalimentación ya no visto como refuerzo sino como alternativa de adquisición del nuevo conocimiento, esta vez bajo las condiciones elegidas por el educando tal cual lo promueve Anijovivh en su enseñanza adaptativa o diferenciada.[22]

Finalmente, se dará paso a un tercer momento de evaluación el cual será considerado como pre-test para realizar los posteriores cálculos estadísticos y determinar si se existe o no una diferencia estadísticamente significativa tras la utilización de una rubrica de evaluación mediante la cual se determinará si el estudiante no respondió, respondió medianamente o respondió de manera satisfactoria garantizando así la rigurosidad en el impacto pedagógico.

Etapas de elaboración y aplicación

Etapa dialógica

[20] Antoni Zabala, La práctica educativa: Cómo enseñar (Graó, 2007).
[21] David Ausubel, *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva* (Paidós, 2002).
[22] Rebeca Anijovich, *Gestionar una escuela con aulas heterogéneas: Enseñar y aprender en la diversidad* (Paidós, 2014).

Está comprendida por la generación de espacios de diálogo entre docente y estudiantes donde se dará paso a conocer los puntos de vista de cada uno de los educandos con respecto a cómo les gustaría abordar la temática planteada, pues como lo argumentaría Freire, el diálogo generado con esperanza, amor y fe entre dos personas crea una relación de simpatía entre ambos,[23] es así como se tendrá entonces, un conglomerado de opiniones, ideas y posibilidades que aseguran la continuación del proceso.

Una parte innovadora de esta estrategia es que las múltiples opciones no serán establecidas, elaboradas y dispuestas de manera impositiva por el docente, evitando así el desinterés y la alienación de los educandos, riesgo advertido por Henry Giroux cuando existe una imposición de currículos descontextualizados y rígidos,[24] conllevando a que existan participantes a los que no les llame la atención ninguna de ellas y se sesgue la posibilidad de aprendizaje.

En la presente etapa se asegura que todos los estudiantes participen y se incluyan en su propio proceso de elección sin que exista exclusión alguna al momento de aplicar lo establecido por cada uno de ellos promoviendo así la co-construcción curricular, situación que esta de la mano con lo que proponer Rebeca Anijovich cuando habla de debe existir en el aula una diversificación de propuestas y atención sin exclusión.[25]

Así mismo, debido a que el educando es el que da a conocer la ruta que quiere seguir para el acceso al conocimiento basado en sus posibilidades, en su contexto, sus condiciones y demás, es viable garantizar la vinculación de estudiantes sin ninguna dificultad, con todo tipo de capacidades en la estrategia, sin importar las limitaciones que tengan, porque son ellos mismos quienes evaluarán las posibilidades para cumplir con las metas propuestas. Desde la mirada de Miguel Migueléz, el reconocer lo complejas que son las realidades de los sujetos, permite que no existan exclusiones puesto que son los propios educandos quienes adaptan y evalúan las posibilidades para cumplir sus metas tras la validación de su autonomía y sus saberes previos.[26]

Etapa de elección diversa

El estudiante realizará la elección del cómo abordar su proceso de aprendizaje mediante la utilización de herramientas, metodologías o ideas que él mismo

[23] Paulo Freire, *Pedagogía del oprimido* (Siglo XXI Editores, 1970).
[24] Henry Giroux, *Los profesores como intelectuales: Hacia una pedagogía crítica del aprendizaje* (Paidós, 1997).
[25] Anijovich, *Gestionar una escuela con aulas heterogéneas: Enseñar y aprender en la diversidad.*
[26] Miguel Martínez Miguélez, *Ciencia y arte en la metodología cualitativa* (Trillas, 2004).

considere pertinentes para adquirir el nuevo conocimiento las cuales serían orientadas por el docente con el fin de determinar si es la herramienta propicia para cumplir el objetivo. Para el presente caso investigativo, dentro de esas ideas estuvieron la realización de talleres escritos, trabajos individuales, grupales, observación de videos, creación y edición de videos, elaboración de juegos de mesa, elaboración de maquetas y representaciones teatrales. Esta multiplicidad de lenguajes y soportes va de la mano con lo que Gardner denomina las inteligencias múltiples al reconocer que los educandos realizan procesamientos y expresiones de maneras diversas por lo que requieren espacios flexibles.[27]

Como se evidenció en la etapa anterior, una vez determinadas las rutas que cada estudiante quiere recorrer será el mismo que elija una o varias que le sirvan, bien sea como refuerzo o como alternativa, será en consenso entre maestro y educando que se determinará hacia donde apuntará la retroalimentación, enfoque sintonizado con lo que propone Vygotsky en su mediación de los aprendizajes donde el maestro organiza un andamiaje de orientación y no de imposición de una determinada ruta,[28] por lo que si se evidencia una adquisición positiva del contenido temático se dará paso a guiar al estudiante en un proceso reforzador recalcando que se llevará a cabo bajo las condiciones propias del estudiante, si por el contrario se determina que aún no ha existido dicha adquisición se le dará paso como método alternativo.

Etapa preparatoria

Cuando el estudiante haya determinado mediante qué proceso desea realizar la apropiación del nuevo conocimiento teniendo en cuenta sus posibilidades sea por refuerzo o alternativamente, se dará paso a su construcción, es así, si el estudiante, como ejemplo, decide retroalimentar por medio del juego, se evaluarán, plantearan y propondrán dos posibilidades:

• Que el estudiante elabore el recurso lúdico que servirá como puente para acceder al conocimiento cumpliendo un papel de hacedor activo en su saber y dando paso a la promoción de un aprendizaje constructivista que como lo señala Piaget, cuando un estudiante manipula y crea objetos facilita la asimilación y la acomodación de estructuras cognitivas complejas, siempre con el acompañamiento del docente.[29]

[27] Howard Gardner, *Multiple Intelligences: The Theory in Practice* (Basic Books, 1993).
[28] Lev Vygotsky, *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes* (Harvard University Press, 1978).
[29] Jean Piaget, *La equilibración de las estructuras cognitivas: Problema central del desarrollo del conocimiento* (Siglo XXI Editores, 1976).

• Que sea el docente quien elabore el material y lo presente a los educandos para su posterior utilización y aplicación.

Sea cual fuere la decisión, lo importante es que se haya generado una concertación entre las dos partes involucradas en el proceso, que tanto docente como estudiante lleguen a acuerdos donde el educando sea quien defina en último término como desea que se desarrolle el proceso entrando en sintonía con los principios de la pedagogía dialógica y la participación democrática donde, como lo plantea Habermas a través de su acción comunicativa, los acuerdos existen cuando hay un consenso racional, asegurando que el educando es quien define, en última instancia, la ruta de su proceso de aprendizaje.[30]

Etapa de desarrollo

Hace referencia al momento en que se aplica lo establecido o creado en la etapa preparatoria, es aquí donde el estudiante mezcla la creación, el método y aplicación del proceso que ha decidido implementar teniendo en cuenta su ritmo y posibilidades con las que cuenta para que no se vuelva un proceso monótono, impuesto o que genere tedio sino por el contrario, que se sienta un ser autónomo y tenga claro que es él, el creador de su propio camino hacia la consecución del conocimiento y que ese camino está sujeto a todas las modificaciones posibles si lo considera necesario. En este punto, el maestro servirá de apoyo si el estudiante lo considera conveniente y necesario, asumiendo el papel de facilitador, un concepto que es clave en la zona de desarrollo próximo de Vygotsky para consolidar su proceso.[31]

2. Resultados y Discusión

Después de llevar a cabo un primer acercamiento con 56 estudiantes por medio de la etapa previa, se realizó un pretest con el fin de diagnosticar el aprendizaje de los estudiantes sobre la temática de modelos atómico, a través de los resultados obtenidos se dio paso al cálculo de los estadísticos descriptivos como la media que tuvo un valor de 0,9723, la moda con 0, 00 y la mediana de 0,7500 (Tabla 1), y las frecuencias de los valores obtenidos (Tabla 2). Por medio del software estadístico SPSS.

[30] Jürgen Habermas, *The Theory of Communicative Action. Vol. 1, Reason and the Rationalization of Society* (Beacon Press, 1984).

[31] Lev Vygotsky, *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes.*

Tabla 1. Estadísticos descriptivos del pre-test en los grados decimo de la IENSLA, IEOP e IESTA

Pre-test (RD)	N	Media	Moda	Mediana
	56	,9723	,00	,7500

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Frecuencias de los valores obtenidos del pre-test en los grados decimo de la IENSLA, IEOP e IESTA

Valor	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje Valido (%)	Porcentaje Acumulado (%)
,00	15	26,8	26,8	26,8
,20	1	1,8	1,8	28,6
,25	4	7,1	7,1	35,7
,50	4	7,1	7,1	42,9
,75	10	17,9	17,9	60,7
1,00	2	3,6	3,6	64,3
1,25	5	8,9	8,9	73,2
1,50	3	5,4	5,4	78,6
1,75	2	3,6	3,6	82,1
2,25	3	5,4	5,4	87,5
2,50	1	1,8	1,8	89,3
2,75	3	5,4	5,4	94,6
3,00	1	1,8	1,8	96,4
3,25	1	1,8	1,8	98,2
3,75	1	1,8	1,8	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla anterior, el valor que aparece con mayor frecuencia es el 0,00 que corresponde a la no resolución del pre-test, repitiéndose 15 veces, convirtiéndose en la moda de los datos estadísticos.

Así mismo, se calculó los estadísticos descriptivos a partir del post-test una vez aplicadas diferentes las etapas de la estrategia metodológica de retroalimentación diversa obteniéndose una media, una moda y una mediana de 2.1571, 1.75 y 2.0 respectivamente (tabla 3).

Tabla 3. Estadísticos descriptivos del post-test en los grados decimo de la IENSLA, IEOP e IEST

Pre-test (RD)	N	Media	Moda	Mediana
	56	2,1571	1,75	2,0

Fuente: Elaboración propia

De la misma forma en que se procedió con los datos obtenidos del pre-test, se determinaron las frecuencias de los valores obtenidos de los pos-test presentados en la tabla 4.

Tabla 4. Frecuencias de los valores obtenidos del post-test en los grados decimo de la IENSLA, IEOP e IESTA

Valor	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje Valido (%)	Porcentaje Acumulado (%)
,50	1	1,8	1,8	1,8
,75	2	3,6	3,6	5,4
1,00	1	1,8	1,8	7,1
1,25	4	7,1	7,1	14,3
1,50	5	8,9	8,9	23,2
1,75	10	17,9	17,9	41,1
2,00	10	17,9	17,9	58,9
2,25	4	7,1	7,1	66,1
2,50	5	8,9	8,9	75,0
2,75	6	10,7	10,7	85,7
3,00	1	1,8	1,8	87,5
3,25	1	1,8	1,8	89,3
3,50	1	1,8	1,8	91,1
3,75	1	1,8	1,8	92,9
4,00	2	3,6	3,6	96,4
4,10	1	1,8	1,8	98,2
4,20	1	1,8	1,8	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Según lo que se evidencia en la tabla 3, existe un incremento en el valor de la media en comparación con lo obtenido del pre-test realizado, en este caso se observa una media de 2,1571, así mismo se evidencia que existe una disminución

en las frecuencias de valores inferiores a 0,5 no registrándose el valor de 0,0. Además se observan valores superiores a 3,75 (Tabla 4) dado a conocer como valor máximo para el pre-test, lo que puede deberse a la aplicación de la estrategia antes mencionada y por ende al aprendizaje de modelos atómicos.

De la misma manera, se obtuvieron los resultados a partir de los pre-test y post-test con respecto al número de estudiantes que respondieron satisfactoriamente, medianamente o no respondieron en cada uno de los 10 ítems basados en un rubrica de evaluación los cuales fueron comparados a través de la utilización de tablas cruzadas.

Como se observa en la Tabla 5, el porcentaje de estudiantes que no respondieron se ha reducido un 53,6 % con respecto al pre-test, obteniéndose esta vez un 7,1% correspondiente a 4 estudiantes, de la misma forma, la respuesta medianamente resuelta paso de tener 3 estudiantes a 6 (10,7%) en el post-test, así mismo, se da a conocer que de 19 estudiantes que respondieron de manera satisfactoria en el pre-test se pasó a 46 (82,1%) demostrando un incremento en los datos obtenidos.

Tabla 5. Comparación pre-test y post-test pregunta 1: ¿Cuál consideras que es el aporte de Demócrito y Leucipo al desarrollo de la teoría atómica?

			PRE-TESTP1			
			No Respondió	Respondió Mediana-mente	Respondió Satisfactoria-mente	Total
POST-TESTP1	No Respondió	Recuento	1	1	2	4
		% del total	1,8%	1,8%	3,6%	7,1%
	Respondió Medianamente	Recuento	5	0	1	6
		% del total	8,9%	0,0%	1,8%	10,7%
	Respondió Satisfactoria-mente	Recuento	28	2	16	46
		% del total	50,0%	3,6%	28,6%	82,1%
	Total	Recuento	34	3	19	56
		% del total	60,7%	5,4%	33,9%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

Algo parecido ocurrió con la información suministrada por la tabla 6 donde se evidencia un notable mejoramiento con respecto a los resultados obtenidos en el pre-test, se observa que, en el post-test, para la no resolución, la resolución de manera media y de manera satisfactoria existieron cambios de 41 estudiantes a 31 (55,4%), de 11 a 15 (26,8%) y de 4 a 10 (17,9) respectivamente.

Tabla 6. Comparación pre-test y post-test pregunta 2: ¿Cuál consideras tú que es la principal limitación del átomo de Dalton?

			PRE-TESTP2			
			No Respondió	**Respondió Mediana-mente**	**Respondió Satisfactoria-mente**	**Total**
POST-TESTP2	**No Respondió**	Recuento	25	4	2	31
		% del total	44,6%	7,1%	3,6%	55,4%
	Respondió Medianamente	Recuento	9	5	1	15
		% del total	16,1%	8,9%	1,8%	26,8%
	Respondió Satisfactoriamente	Recuento	7	2	1	10
		% del total	12,5%	3,6%	1,8%	17,9%
	Total	Recuento	41	11	4	56
		% del total	73,2%	19,6%	7,1%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, al observar la tabla 7 se puede inferir un decrecimiento con respecto a los y las estudiantes que no dieron respuesta al ítem, puesto que, los 40 estudiantes referenciados en el pre-test pasaron a ser 21 que corresponde a una disminución del 33,9%, obteniéndose un porcentaje final del 37,5 %, de igual manera de 16 estudiantes que respondieron medianamente en el pre-test, para el post-test fueron 26 (46,4%), del mismo modo, en el pre-test no existió ningún agente interno que hubiese respondido satisfactoria-mente, pero para el post-test se obtuvieron 9 correspondientes al 16,1%.

Tabla 7. Comparación pre-test y post-test pregunta 3: ¿Cuál es el principal aporte del modelo atómico de Thomson a la comprensión de la estructura del átomo?

			PRE-TESTP3			
			No Respondió	**Respondió Mediana-mente**	**Respondió Satisfactoria-mente**	**Total**
POST-TESTP3	**No Respondió**	Recuento	15	6		21
		% del total	26,8%	10,7%		37,5%
	Respondió Medianamente	Recuento	20	6		26
		% del total	35,7%	10,7%		46,4%
	Respondió Satisfactoriamente	Recuento	5	4		9
		% del total	8,9%	7,1%		16,1%
	Total	Recuento	40	16		56
		% del total	71,4%	28,6%		100,0%

Fuente: Elaboración propia

Continuando con la información suministrada por la tabla 8, también se evidencia un cambio con respecto a los resultados obtenidos en el pre-test, en este caso, se pasó de 38 a 15 estudiantes, de 15 a 33 y de 3 a 8 para no resuelto, medianamente resuelto y resuelto a satisfacción respectivamente, los datos antes mencionados corresponden al 26,8%, 58,9% y 14,3 de manera respectiva en el post-test.

Tabla 8. Comparación pre-test y post-test pregunta 4: ¿Qué implicaciones tienen los aportes de Rutherford al desarrollo de la teoría atómica?

			PRE-TESTP4			
			No Respondió	**Respondió Medianamente**	**Respondió Satisfactoria-mente**	**Total**
POST-TESTP4	**No Respondió**	Recuento	10	5	0	15
		% del total	17,9%	8,9%	0,0%	26,8%
	Respondió Medianamente	Recuento	21	10	2	33
		% del total	37,5%	17,9%	3,6%	58,9%
	Respondió Satisfactoriamente	Recuento	7	0	1	8
		% del total	12,5%	0,0%	1,8%	14,3%
	Total	Recuento	38	15	3	56
		% del total	67,9%	26,8%	5,4%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9 se presentan los resultados obtenidos en el post-test con respecto al ítem 5 donde se muestra que para la no resolución de la pregunta se contó con 13 (23,2%) estudiantes, para la medianamente resuelta con 31 (55,4%) estudiantes y para la respuesta satisfactoria con 12 (21,4%), notando un gran avance con respecto a los resultados obtenidos en el pre-test debido a que en este se contó con 31, 19 y 6 estudiantes respectivamente.

Tabla 9. Comparación pre-test y post-test pregunta 5: ¿Cuál consideras es el principal aporte de Rutherford en el desarrollo de la teoría atómica?

			PRE-TESTP5			
			No Respondió	**Respondió Medianamente**	**Respondió Satisfactoria-mente**	**Total**
POST-TESTP5	**No Respondió**	Recuento	7	4	2	13
		% del total	12,5%	7,1%	3,6%	23,2%
	Respondió Medianamente	Recuento	17	11	3	31
		% del total	30,4%	19,6%	5,4%	55,4%
	Respondió Satisfactoria-mente	Recuento	7	4	1	12
		% del total	12,5%	7,1%	1,8%	21,4%
	Total	Recuento	31	19	6	56
		% del total	55,4%	33,9%	10,7%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo, la tabla 10 refiriéndose al interrogante 6 suministra información con respecto a los datos obtenidos en el post-test dando a conocer que si bien se disminuyó el número de estudiantes que no resolvieron el interrogante, pasando de 35 a 18 (32,1%) y aumentando de 10 a 28 estudiantes (50%) que respondieron medianamente a la pregunta, situaciones que denotan mejoría, también se presentó una disminución en la respuesta satisfactoria, en el pre-test se tenían 11 estudiantes, mientras que el post-test se denotaron 10 (17,9%).

Tabla 10. Comparación pre-test y post-test pregunta 6: Según lo aprendido, ¿cuáles modelos atómicos considera usted que poseen un núcleo?

			PRE-TESTP6			
			No Respondió	**Respondió Medianamente**	**Respondió Satisfactoria-mente**	**Total**
POST-TESTP6	**No Respondió**	Recuento	15	3	0	18
		% del total	26,8%	5,4%	0,0%	32,1%
	Respondió Medianamente	Recuento	18	3	7	28
		% del total	32,1%	5,4%	12,5%	50,0%
	Respondió Satisfactoria-mente	Recuento	2	4	4	10
		% del total	3,6%	7,1%	7,1%	17,9%
	Total	Recuento	35	10	11	56
		% del total	62,5%	17,9%	19,6%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

Dando paso a la información brindada en la tabla 11 se tiene que tanto para los estudiantes que no respondieron como para los que respondieron medianamente y los que lo hicieron de manera satisfactoria, existió un evidente avance puesto que de 43 estudiantes pasaron a 21 (37,5%), de 7 a 24 (42,9%) y de 6 a 11 (19,6%) respectivamente.

Tabla 11. Comparación pre-test y post-test pregunta 7: ¿Cómo definirías la cuantización de la energía en los átomos?

			PRE-TESTP7			
			No Respondió	**Respondió Medianamente**	**Respondió Satisfactoria-mente**	**Total**
POST-TESTP7	**No Respondió**	Recuento	17	2	2	21
		% del total	30,4%	3,6%	3,6%	37,5%
	Respondió Medianamente	Recuento	18	5	1	24
		% del total	32,1%	8,9%	1,8%	42,9%
	Respondió Satisfactoria-mente	Recuento	8	0	3	11
		% del total	14,3%	0,0%	5,4%	19,6%
	Total	Recuento	43	7	6	56
		% del total	76,8%	12,5%	10,7%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

De la misma forma, 21 estudiantes no reportaron respuesta alguna en el post-test para el ítem 8 (Ver Tabla 12), 30 lo hicieron medianamente y 5 de manera satisfactoria, datos que corresponden al 37,5%, 53,6 % y 8,9% de la población respectivamente. Si se realiza una comparación con el pre-test, en este punto, se observó una mejoría notoria puesto que los resultados iniciales dieron a conocer datos como 48 estudiantes sin responder, 7 de manera media y uno de manera satisfactoria.

Tabla 12. Comparación pre-test y post-test pregunta 8: ¿Cuáles son las características que consideras fundamentales del modelo cuántico?

			PRE-TESTP8			
			No Respondió	**Respondió Medianamente**	**Respondió Satisfactoria-mente**	**Total**
POST-TESTP8	**No Respondió**	Recuento	19	2	0	21
		% del total	33,9%	3,6%	0,0%	37,5%
	Respondió Medianamente	Recuento	25	4	1	30
		% del total	44,6%	7,1%	1,8%	53,6%
	Respondió Satisfactoria-mente	Recuento	4	1	0	5
		% del total	7,1%	1,8%	0,0%	8,9%
	Total	Recuento	48	7	1	56
		% del total	85,7%	12,5%	1,8%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

De igual manera, refiriéndose al interrogante del ítem 9, se puede observar que existió variación en la tendencia que se venía presentando con las preguntas 1 a 8 respecto a la presencia de una mejoría, puesto que en este punto no siguió dicha tendencia, por el contrario, hubo una disminución pasando de 46 estudiantes en el pre-test que no respondieron, a 48 (85,7) que no lo hicieron en el post-test, así mismo, de 9 estudiantes que dieron una respuesta satisfactoria en el pre-test, se pasó a 2 (3,6%) en el post-test. El único avance observado fue para los estudiantes que respondieron medianamente, debido a que de uno que respondió en el pre-test, se pasó a 6 (10,7%) en el post-test (Tabla 13).

Tabla 13. Comparación pre-test y post-test pregunta 9: ¿Cómo contribuye la teoría atómica al desarrollo técnico-científico actual?

			PRE-TESTP9			
			No Respondió	**Respondió Medianamente**	**Respondió Satisfactoria-mente**	**Total**
POST-TESTP9	**No Respondió**	Recuento	39	1	8	48
		% del total	69,6%	1,8%	14,3%	85,7%
	Respondió Medianamente	Recuento	6	0	0	6
		% del total	10,7%	0,0%	0,0%	10,7%
	Respondió Satisfactoria-mente	Recuento	1	0	1	2
		% del total	1,8%	0,0%	1,8%	3,6%
	Total	Recuento	46	1	9	56
		% del total	82,1%	1,8%	16,1%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

Al respecto de los resultados obtenidos en los post-test, se hace referencia al ítem 10 donde se observó una notable mejoría en los estudiantes que no respondieron y los que lo hicieron medianamente, puesto que se pasó de 46 estudiantes a 18 (32,1%) y de uno a 37 (66,1%) respectivamente. Para el caso de las respuestas satisfactorias se obtuvo un decrecimiento presentando 9 respuestas acertadas por parte de los y las estudiantes para el pre-test y solamente una para el post-test (Ver Tabla 14).

Tabla 14. Comparación pre-test y post-test pregunta 10: Con base en lo aprendido ¿cómo describiría usted la estructura del átomo?

			PRE-TESTP10			
			No Respondió	**Respondió Medianamente**	**Respondió Satisfactoria-mente**	**Total**
POST-TESTP10	**No Respondió**	Recuento	11	6	1	18
		% del total	19,6%	10,7%	1,8%	32,1%
	Respondió Medianamente	Recuento	27	8	2	37
		% del total	48,2%	14,3%	3,6%	66,1%
		Recuento	0	1	0	1

	Respondió Satisfactoria-mente	% del total	0,0%	1,8%	0,0%	1,8%
	Total	Recuento	38	15	3	56
		% del total	67,9%	26,8%	5,4%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

El cambio de tendencia mostrado en los resultados obtenidos tras aplicar las preguntas 9 y 10 del post-test pudo haberse presentado debido a que el post-test fue aplicado en fechas cercanas a la terminación del año escolar por lo que se lo atribuye a la resolución del post-test de manera no consciente por parte de la mayoría de los estudiantes por el afán de culminar su año escolar. Aunque una minoría presentaron mejoría no alcanzo a que sean influyentes en la tendencia obtenida en los estadísticos.

Prueba de normalidad

Con los datos obtenidos se dio paso a la realización de la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov debido a que el número de estudiantes fue superior a 50 participantes obteniéndose un nivel de significancia estadística (p-valor) de 0.000 y 0.001 para el pre-test y post-test respectivamente, valores inferiores a 0.05 (Ver Tabla 15), lo que dio a conocer que no existe una distribución normal, en concordancia con lo anterior se aplicaron valores no paramétricos.

Tabla 15. La prueba de Kolmogórov-Smirnov

Prueba de normalidad Kolmogorov- Smirnov			
		Test antes de la aplicación de RD (PRE-TEST)	Test después de la aplicación de RD (POST-TEST)
N		56	56
Parámetros normales[a,b]	Media	,9723	2,1571
	Desv. Desviación	,99462	,84334
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,196	,163
	Positivo	,196	,163
	Negativo	-,164	-,082
Estadístico de prueba		,196	,163
Sig. asintótica(bilateral)		,000[c]	,001[c]

a. La distribución de prueba es normal.
b. Se calcula a partir de datos.
c. Corrección de significación de Lilliefors.

Fuente: Elaboración propia

Prueba no paramétrica de Wilcoxon

Como se observó en la prueba de normalidad, tras utilizar el estadístico de Kolmogorov-Smirnov, los datos no se distribuyeron de manera normal, por lo tanto, se procedió a aplicar la prueba no paramétrica de Wilcoxon con el fin de evaluar la significancia estadística entre el pre-test y post-test teniendo en cuenta la siguiente hipótesis de investigación:

Existen diferencias estadísticamente significativas entre el pre-test y post-test en la implementación de la estrategia de retroalimentación diversa para el aprendizaje de modelos atómicos. A partir del estadístico se obtuvo un p valor de 0.000 (ver tabla 16) lo que indica el rechazo de la hipótesis nula y la aceptación o aprobación de la hipótesis de trabajo planteada por el investigador.

Así, existen diferencias estadísticamente significativas entre el pre-test y post-test en la implementación de la estrategia de retroalimentación diversa para el aprendizaje de modelos atómicos.

Tabla 16. Análisis de diferencias estadísticamente significativa con prueba de Wilcoxon

Rangos

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Test después de la aplicación de RD (POST-TEST) - Test antes de la aplicación de RD (PRE-TEST)	Rangos negativos	7[a]	19,21	134,50
	Rangos positivos	47[b]	28,73	1350,50
	Empates	2[c]		
	Total	56		

a. Test después de la aplicación de RD (POST-TEST) < Test antes de la aplicación de RD (PRE-TEST)
b. Test después de la aplicación de RD (POST-TEST) > Test antes de la aplicación de RD (PRE-TEST)
c. Test después de la aplicación de RD (POST-TEST) = Test antes de la aplicación de RD (PRE-TEST)

Estadísticos de prueba[a]

	Test después de la aplicación de RD (POST-TEST) - Test antes de la aplicación de RD (PRE-TEST)
Z	-5,242b
Sig. asintótica (bilateral)	.000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, se dio paso a la graficación del valor de medias con el fin de realizar la comparación entre pre-test y post-test. En este orden de ideas se observa un incremento pasando de 0,9723 (media del pre-test) a 2,1571 (Media del post-test) en los datos obtenidos. (Ver gráfico 1).

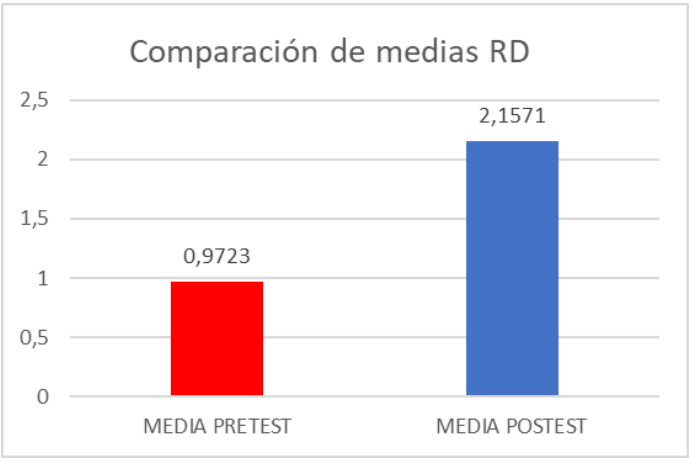


Gráfico 1. Comparación de medias entre pre y post-test

Fuente: Elaboración propia

La presente investigación tuvo como objetivo generar un aprendizaje hacia la temática de modelos atómicos por medio de la estrategia de retroalimentación diversa en los estudiantes de las Instituciones Educativas Nuestra Señora de Las Lajas, Ospina Pérez y Santa Teresita de Altaquer mediante un diseño experimental en el que se aplicó un pre-test y post-test y se evaluó su diferencia estadística.

Así entonces, se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas entre el pre-test y el post-test rechazando estadísticamente la hipótesis nula y aceptando la hipótesis propuesta por el investigador dando a conocer que la implementación de la estrategia de retroalimentación diversa para el aprendizaje de modelos atómicos pudo haber generado dichas diferencias mediante su aplicación. No obstante, se deben tener en cuenta los aspectos sociodemográficos y socioeconómicos, variables que pudieron influir en los resultados de la investigación puesto que los estudiantes pertenecen a sectores rurales donde el acceso a diferentes herramientas es mínimo y no cuentan muchas veces con el apoyo de sus padres o familiares, lo que permite realizar recomendaciones al respecto.

De la misma forma, debido a que la presente investigación se llevó a cabo mediante una estrategia metodológica que puede no necesitar de un espacio determinado para su aplicación y desarrollo, es concordante con lo expuesto por Hyun, Ediger y Lee, investigadores que manifiestan que el espacio puede no ser influyente pero que la pedagogía es el factor clave.[32]

También, es importante resaltar que la implementación de nuevas estrategias metodológicas permiten generar mejores resultados con respecto al aprendizaje bajo las condiciones descritas y no solo basándose en lo tradicional, conclusión que también fue expuesta por Wu y Rau quienes brindaron retroalimentación formativa, pero sin desconocer que la clase tradicional también es importante en el proceso,[33] puesto que sirve de base para la posterior aplicación de retroalimentación, consideración que también la tuvieron en cuenta Davenport, Rafferty y Yaron.[34]

Del mismo modo, teniendo en cuenta estudios realizados anteriormente como el de Aceska quien buscaba hacer del estudiante un participe activo y constructor del currículo a seguir en su proceso de aprendizaje, y donde se encontraron dificultades con respecto al desconocimiento del proceso por parte del docente y el estudiante,[35] podrían mejorarse mediante la vinculación de la estrategia metodológica de retroalimentación diversa, puesto que, por medio de esta, el docente conocería de primera mano los pasos a seguir y es el estudiante quien genera su propio camino de aprendizaje.

Por otra parte, como se mencionó con antelación, las metodologías utilizadas por los docentes son generalmente tradicionales basadas en la recepción-memorización donde solo es utilizado el marcador o la tiza y la voz del docente parafraseando a Kolesnikova,[36] lo que puede provocar en los estudiantes, como

[32] Jung Hyun, et al., "Students' Satisfaction on Their Learning Process in Active Learning and Traditional Classrooms", International Journal of Teaching and Learning in Higher Education Vol. 29, N° 1 (2017): 8.

[33] Sally Wu y Martina Rau, "How Technology and Collaboration Promote Formative Feedback: A Role for CSCL Research in Active Learning Interventions". En *Proceedings of the 12th International Conference on Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL 2017)*, editado por Brian Smith, Marcela Borge, Emma Mercier y Kyu Yon Lim (International Society of the Learning Sciences, 2017), 2.

[34] Jodi Davenport, et al., "Whether and How Authentic Contexts Using a Virtual Chemistry Lab Support Learning", *Journal of Chemical Education* Vol. 95, N° 8 (2018): 6.

[35] Natalia Aceska, "New Science Curriculum Based on Inquiry Based Learning: A Modern Educational System in Republic of Macedonia", *Journal of Education in Science, Environment and Health* Vol. 2, N° 1 (2016): 4.

[36] Iryna Kolesnikova, "Combined Teaching Method: An Experimental Study", *World Journal of Education* Vol. 6, N° 6 (2016): 51.

comenta Udovic et al., poca o la no asimilación conceptual a través del tiempo posiblemente debido a que no lo hace de manera activa.[37]

Por lo anterior, la no adaptación de metodologías ajustadas a un determinado contexto como en el que se va a desarrollar el presente estudio, las Instituciones Educativas Nuestra Señora de Las Lajas del municipio de Ancuya, Ospina Pérez de Ricaurte y Santa Teresita de Altaquer, han sido un problema de gran consideración según Kolesnikova,[38] es por esto que es de gran importancia la implementación de nuevas estrategias metodológicas más interactivas entre docente y estudiante.

En función a lo anterior, se decidió implementar la estrategia de retroalimentación diversa para el aprendizaje de modelos que se caracteriza por ser un proceso didáctico de carácter democrático no impositivo que dio paso a la participación de los y las estudiantes en la selección de su propio camino hacia el conocimiento, teniendo en cuenta su ritmo, sus capacidades, sus necesidades, sus posibilidades y su contexto.

Así pues, en el desarrollo de la estrategia metodológica se dio paso a que los y las estudiantes recibieran una clase tradicional después de la cual se realizó un pre-test que evaluó el aprendizaje de modelos atómicos, a esta parte se la determino "Etapa previa" donde se tuvieron en cuenta 3 momentos: el primero fue la presentación de la temática de modelos atómicos por parte del docente y el objetivo a desarrollar por medio de lo cual se le dio a los estudiantes un horizonte donde se pretendía llegar, parte importante puesto que si bien, el estudiante utilizo su autonomía para estructurar su propio proceso de aprendizaje es necesario que se le dé a conocer hacia donde ira enfocado ese proceso. En el segundo momento se dio paso a una primera explicación del tema de manera tradicional como se mencionó anteriormente con el fin de que los y las estudiantes reciban un bosquejo del tema compartido, en esta parte, según los resultados obtenidos, existieron estudiantes que, si asimilaron la temática puesto que dieron respuesta de manera acertada a las preguntas del pre-test, pero también existieron quienes no lo hicieron.

Es necesario dar a conocer que el proceso posterior de la estrategia planteada no solo fue beneficioso para los estudiantes que no evidenciaron un mejoramiento en el aprendizaje de modelos atómicos tras la generación de marcos relacionales sino también para quienes sí lo hicieron como manera de

[37] Daniel Udovic, et al., "Workshop Biology: Demonstrating the Effectiveness of Active Learning in an Introductory Biology Course". *BioScience* Vol. 52, N° 3 (2002): 1.
[38] Kolesnikova, "Combined Teaching Method: An Experimental Study", 58.

retroalimentación de la temática, posteriormente como tercer paso, se realizó la aplicación de un pre-test con el fin de recolectar la información necesaria para diagnosticar en el proceso investigativo que tanto aporto la clase tradicional en el proceso de aprendizaje de los y las estudiantes participen en la investigación, obteniéndose que la no resolución en cada uno de los ítems predomino sobre la resolución medianamente realizada y la resolución satisfactoria, lo que permite inferir que solo con la clase de manera tradicional no pueden obtenerse resultados satisfactorios y fue es necesario implementar retroalimentación diversa como estrategia metodología para el mejoramiento de los resultados obtenidos.

Posteriormente, se dio paso a las etapas de elaboración y aplicación dentro de la estrategia dentro de las cuales estuvieron: la etapa dialógica, etapa de elección diversa, etapa preparatoria y etapa de desarrollo.

En la etapa dialógica se generaron espacios de interacción entre docente y estudiante donde se conocieron las concepciones, las ideas y puntos de vista por parte de los estudiantes con respecto a cómo les gustaría o que método seria de su agrado para conocer de mejor manera la temática planteada en el presente proyecto sin dar paso a la intervención o imposición del docente en la elección del estudiante, por medio de lo cual se aseguró la participación activa del 100% de la población puesto que debido a que el participante evaluó sus posibilidades, su contexto, sus condiciones y herramientas no existió ningún tipo de exclusión o negativa en el proceso.

Así pues, los y las estudiantes dieron a conocer caminos para seguir en su búsqueda del conocimiento entre los cuales estuvieron: la elaboración de juegos de mesa, búsqueda de juegos para entornos virtuales, aplicaciones para celulares, observación de videos en la Web y la búsqueda de información en internet o en libros asequibles a ellos como parte de la etapa de elección diversa bajo las condiciones del propio estudiante.

Continuando con la etapa preparatoria, una vez que el estudiante eligió el proceso mediante el cual pretenderá adquirir el nuevo conocimiento, se procedió a la elaboración o consecución del material necesario para cumplir el objetivo, como se mencionó en el marco teórico, se evidenciaron dos situaciones, la primera es que fue el mismo estudiante quien elaboro o consiguió lo necesario para continuar su proceso de aprendizaje, y la segunda fue que el docente sea quien pueda elaborarlo o conseguirlo; todos y todas las estudiantes optaron por la primera situación pero cabe mencionar que existió la necesidad de elaborar una aplicación para celulares de la temática de modelos atómicos puesto que

existió un estudiante que lo requirió debido a la no consecución del mismo en las diferentes plataformas virtuales.

De la misma forma, es necesario resaltar que una de las cosas importantes de esta etapa es que no se dejó a un lado la concertación entre docente y estudiante por medio de lo cual se establecieron acuerdos que no generaron una situación que hubiese podido perjudicar la adquisición de conocimientos y fue el estudiante quien pudo desarrollar de manera autónoma su proceso.

Del mismo modo, se llevó a cabo la etapa de desarrollo donde se aplicó el proceso elegido por el estudiante en la etapa preparatoria, y fue donde se observó la creatividad y el dominio que tienen los estudiantes cuando son ellos los partícipes activos en la consecución del conocimiento, además de lo importante que es tener en cuenta los estilos de aprendizaje y la contextualización no solo de la temática sino también de las herramientas a las cuales se tiene acceso, evitando por medio de ellas, la monotonía y la imposición del docente dando paso, por el contrario, a que el estudiante sienta que es el creador del camino hacia el aprendizaje de manera autónoma.

Finalmente, se aplicó un post-test con el fin de obtener datos mediante los cuales se pudo evaluar si la aplicación de la estrategia metodológica de retroalimentación diversa si aportaba en el proceso de aprendizaje con respecto a la temática de modelos atómicos, según los estadísticos aplicados y el rechazo de la hipótesis nula en la prueba de Wilcoxon, se pudo determinar la aprobación de la hipótesis de trabajo argumentando que si existió una diferencia significativa entre el pre y post-test puesto que de los 56 estudiantes 47 mejoraron, 2 permanecieron iguales y 7 disminuyeron, representando un 83,9%, 3.6% y 12,5% respectivamente.

Conclusiones

La implementación de nuevas estrategias metodológicas como retroalimentación diversa que vinculan a estudiantes y docentes de manera horizontal en el proceso de aprendizaje, aportan de manera significativa generando un mejoramiento en la adquisición de conocimientos y crean espacios de interacción donde se puedan dar a conocer de manera autónoma las opiniones y sugerencias de cada uno de los participantes sin imposición alguna, por medio de las cuales, el educando se convierte en un participante activo del proceso.

Así mismo, se puede concluir que, mediante el proceso investigativo llevado a cabo en el presente proyecto, se implementó la estrategia de retroalimentación diversa conformada por una serie de etapas, entre las cuales están las etapas

previas, la dialógica, de elección diversa, preparatoria y la etapa de desarrollo, la cual generó cambios con respecto al aprendizaje de modelos atómicos puesto que existieron diferencias estadísticamente significativas entre el pre-test y post-test, lo que se debe a la participación activa por los estudiantes y a la autonomía de los mismos en el proceso de aplicación de la estrategia antes mencionada, con base en la información obtenida en esta investigación se establecieron.

De la misma manera, se evidencio que cuando los y las estudiantes son los creadores de su propio proceso de aprendizaje se obtienen mejores resultados que se ven reflejados estadísticamente con respecto al valor de la media entre el pre y post-test observando un incremento de manera significativa, también se observó que mediante dicho proceso existió un gran avance en la resolución de la mayoría de los ítems que conformaban los instrumentos.

Por otra parte, se puede concluir que con respecto a las preguntas 9 y 10, no se obtuvo lo esperado debido a que los resultados de estos ítems en el pre-test fueron superiores a los obtenidos en el post-test respecto a la resolución satisfactoria, situación que pudo haberse presentado debido a que la aplicación del post-test se realizó finalizando el año escolar, haciendo que los estudiantes no resuelvan a cabalidad el instrumento por el afán culminar su época de estudio, así mismo, si bien las preguntas fueron sometidas a la evaluación de expertos y a una prueba piloto mediante la cual se pretendía obtener algunas observaciones, no se le aplico el estadístico alfa de Cronbach el cual pudo haber revelado la pertinencia de estos dos ítems.

Es importante mencionar que debido a que en el estudio no se tuvo en cuenta un grupo de control lo que pudo haber incrementado la validez interna del mismo, se llevó a cabo bajo un enfoque de intervención directa priorizando la vialidad ecológica y la equidad pedagógica puesto lo que evito que ningún estudiantes fuera privado de estar dentro de la estrategia de retroalimentación diversa, por tanto, es vital que los resultados obtenidos reflejaron la ganancia conceptual intrínseca del grupo intervenido.

Recomendaciones

Se recomienda que en futuras investigaciones se realicen replicaciones del estudio incorporando en ellos grupos de control para contrastar la eficacia de la retroalimentación diversa frente a otros métodos.

Declaraciones finales

Contribución de los autores:

José Ezequiel Camacho Mora: escritura (borrador original), escritura (revisión del borrador y revisión/corrección).

Financiamiento:

Sin financiación.

Conflicto de intereses:

El autor declara no tener conflicto de intereses.

Implicaciones éticas:

El autor declara que este artículo no tiene implicaciones éticas en el desarrollo, escritura o publicación.

Referencias

Adúriz-Bravo, Agustín y Laura Morales. "El concepto de modelo en la enseñanza de la física −consideraciones epistemológicas, didácticas y retóricas". *Caderno Catarinense de Ensino de Física* Vol. 19, N° 1 (2002): 76–89.

Aceska, Natalia. "New Science Curriculum Based on Inquiry Based Learning: A Modern Educational System in Republic of Macedonia". *Journal of Education in Science, Environment and Health* Vol. 2, N° 1 (2016): 1–12.

Ambrose, Susan, Michael Bridges, Marsha Lovett, Michele DiPrieto y Marie Norman. *How Learning Works. Seven Research-Based Principles for Smart Teaching.* 1ª edition. Jossey-Bass, 2010.

Anijovich, Rebeca. *Gestionar una escuela con aulas heterogéneas: Enseñar y aprender en la diversidad.* 1ª edición. Paidós, 2014.

Ausubel, David. *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. 1ª edición. Paidós, 2002.

Badenhorst, Wally y Rachere Radile. "Poor Performance at TVET Colleges: Conceptualising a Distributed Instructional Leadership Approach as a Solution". *Africa Education Review* Vol. 15, N° 3 (2018): 91–112.

Battaglia Michael. "Convenience Sampling". En Encyclopedia of Survey Research Methods, editado por Paul Lavrakas. Thousand Oaks, CA: Sage, 2008.

Bingham, Tony y Marcia Conner. *The New Social Learning: A Guide to Transforming Organizations Through Social Media*. 1ª edition. Berrett Koehler Publishers, 2010.

Brown, George, Joanna Bull y Malcolm Pendlebury. *Assessing Student Learning in Higher Education*. 1ª edition. Routledge, 1997.

Brown, Peter, Henry Roediger y Mark McDaniel. *Make It Stick: The Science of Successful Learning*. 1ª edition. Harvard University Press, 2014.

Clark, Ruth y Richard Mayer. *e-Learning and the Science of Instruction*. 1ª edition. Pfeiffer, 2011.

Crouch, Luis y Katherine Merseth. "Stumbling at the First Step: Efficiency Implications of Poor Performance in the Foundational First Five Years". *Prospects* Vol. 47, N° 3 (2017): 175–196. https://doi.org/10.1007/s11125-017-9401-1.

Davenport, Jodi, Anna Raffety y David Yaron. "Whether and How Authentic Contexts Using a Virtual Chemistry Lab Support Learning". *Journal of Chemical Education* Vol. 95, N° 8 (2018): 1250–1259.

Freire, Paulo. *Pedagogía del oprimido*. 2ª edición. Siglo XXI Editores, 1970.

Gardner, Howard. *Multiple Intelligences: The Theory in Practice*. 1ª edition. Basic Books, 1993.

Giroux, Henry. *Los profesores como intelectuales: Hacia una pedagogía crítica del aprendizaje*. 1ª edición. Paidós, 1997.

Habermas, Jürgen. *The Theory of Communicative Action. Vol. 1, Reason and the Rationalization of Society*. Beacon Press, 1984.

Hattie, John y Helen Timperley. "The Power of Feedback". *Review of Educational Research* Vol. 77, N° 1 (2007): 81–112. https://doi.org/10.3102/003465430298487.

Hernández, Roberto, Carlos Fernández y María del Pilar Baptista. *Metodología de la investigación*. 6ª edición. McGraw Hill, 2014.

Higgins, Richard, Peter Hartley y Alan Skelton. "The Conscientious Consumer: Reconsidering the Role of Assessment Feedback in Student Learning". *Studies in Higher Education* Vol. 27, N° 1 (2002): 53–64.

Hyun, Jung, Rith Ediger y Donghun Lee. "Students' Satisfaction on Their Learning Process in Active Learning and Traditional Classrooms". *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education* Vol. 29, N° 1 (2017): 108–118.

Kolesnikova, Iryna. "Combined Teaching Method: An Experimental Study". *World Journal of Education* Vol. 6, N° 6 (2016): 51–59.

Martínez Miguélez, Miguel. *Ciencia y arte en la metodología cualitativa*. 1ª edición. Trillas, 2004.

Piaget, Jean. *La equilibración de las estructuras cognitivas: Problema central del desarrollo del conocimiento*. 1ª edición. Siglo XXI Editores, 1976.

Pichot, Pierre. *Los test mentales*. 1ª edición. Paidós, 1976.

Pozas, Antonio, Rafael Sánchez, Ángel Rodríguez y Antonio Ruiz. *Física y Química (2º Bachillerato)*. 1ª edición. McGraw-Hill, 2009.

Sánchez, Gaspar y María Victoria Valcárcel. "Los modelos en la enseñanza de la química: concepto de sustancia pura". *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Nº 5 (2003): 45–59.

Udovic, Daniel, Deborah Morris, Alan Dickman, Jhon Postlethwait y Peter Wetherwax. "Workshop Biology: Demonstrating the Effectiveness of Active Learning in an Introductory Biology Course". *BioScience* Vol. 52, N° 3 (2002): 272–282.

Vaill, Peter. *Learning as a Way of Being*. 1ª edition. Jossey-Bass, 1996.

Vygotsky, Lev. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. 1ª edición. Harvard University Press, 1978.

Wu, Sally y Martina Rau. "How Technology and Collaboration Promote Formative Feedback: A Role for CSCL Research in Active Learning Interventions". En *Proceedings of the 12th International Conference on Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL 2017)*, editado por Brian Smith, Marcela Borge, Emma Mercier y Kyu Yon Lim. International Society of the Learning Sciences, 2017.

Zabala, Antoni. *La práctica educativa: Cómo enseñar*. 1ª edición. Graó, 2007.

Citar este artículo

Camacho Mora, José Ezequiel. "Retroalimentación diversa para el aprendizaje de los modelos atómicos". *Revista Historia de la Educación Colombiana* Vol. 37, No. 37 (2026): 127-160. Doi: https://doi.org/10.22267/rhec.263737.146.