

# Evaluación formativa como apoyo para el Desarrollo de habilidades científicas. Un estudio de caso con escolares colombianos.

## Formative assessment as support for the development of scientific skills. A case study with colombian schoolchildren.

Yovanni Alexander Ruiz-Morales<sup>1</sup>, Jeacine Esmeralda Méndez-León<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Pamplona, Pamplona - Colombia

<sup>2</sup>Instituto Técnico Industrial Emeterio Duarte Suarez, Málaga - Colombia

ORCID: [10000-0003-3818-5314](https://orcid.org/0000-0003-3818-5314), [20009-0007-7067-7155](https://orcid.org/0009-0007-7067-7155)

Recibido: 4 de marzo 2024.

Aceptado: 18 de abril de 2024.

Publicado: 1 de mayo de 2024.

**Resumen-** El presente estudio tuvo como propósito establecer la eventual repercusión de un procedimiento de evaluación formativa en el desarrollo de habilidades científicas. Metodológicamente, se trata de una investigación cualitativa, más concretamente, un estudio de caso. Los datos se obtuvieron mediante observación no participante y participante, prueba, análisis documental, análisis de contenido y entrevista. Los instrumentos fueron el diario de campo, la prueba, matriz de datos y guion de entrevista. Como informantes participaron cinco niños que cursan los grados segundo y tercero en una escuela rural; también participó su maestra titular. Los principales resultados muestran que en las prácticas evaluativas previas a la intervención pedagógica los espacios de reflexión eran escasos, lo que derivó en una actitud de pasividad por parte de los estudiantes. Por otra parte, el diseño y aplicación de un procedimiento de evaluación formativa por etapas mejoró la participación y el desarrollo de habilidades científicas y de aprendizaje. Se concluye que el procedimiento de evaluación diseñado y aplicado contribuyó favorablemente en el desarrollo de habilidades científicas en el grupo de los estudiantes de la muestra.

**Palabras clave:** procedimiento de evaluación formativa, habilidades científicas, prácticas de evaluación.

**Abstract—** The purpose of this study was to establish the eventual impact of a formative assessment procedure on the development of scientific skills. Methodologically, it is a qualitative research, more specifically, a case study. The data were obtained through non-participant and participant observation, testing, documentary analysis, content analysis and interview. The instruments were the field diary, the test, data matrix and interview script. Five children who attend second and third grades in a rural school participated as informants; His main teacher also participated. The main results show that in the assessment practices prior to the pedagogical intervention, spaces for reflection were scarce, which led to an attitude of passivity on the part of the students. On the other hand, the design and application of a formative assessment procedure in stages improved participation and the development of scientific and learning skills. It is concluded that the assessment procedure designed and applied contributed favorably to the development of scientific skills in the group of students in the sample.

**Keywords:** formative assessment procedure, scientific skills, assessment practices.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [yruizmorales@gmail.com](mailto:yruizmorales@gmail.com) (Yovanni Alexander Ruiz Morales).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad de Santander.

Este es un artículo bajo la licencia CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Como citar este artículo: Y. A. Ruiz-Morales y J. E. Méndez-León, "Evaluación formativa como apoyo para el Desarrollo de habilidades científicas. Un estudio de caso con escolares colombianos", *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería*, vol. 12, no. 2, pp. 144-154 2024, doi: [10.15649/2346030X.3970](https://doi.org/10.15649/2346030X.3970)

## I. INTRODUCCIÓN

Desde las ciencias y disciplinas aplicadas de la educación y la pedagogía se viene promoviendo hace ya un tiempo la incorporación temprana de los estudiantes a la formación científica [1]. En tal sentido, convendría iniciar desde la educación primaria la formación en ciencias e investigación si se quiere que en el futuro estos mismos estudiantes, cuando transiten por los subsiguientes niveles educativos (y también en su vida adulta), posean la curiosidad natural que facilite la construcción del conocimiento académico complejo y la exploración del saber general en sus múltiples facetas. Cuando en la escuela se parte de los acontecimientos de la vida diaria y las preguntas que estos generan (siempre que se asuma una postura reflexiva y la formulación de problemas) es posible sostener y avivar el deseo de conocer [2].

La formación científica desde la educación primaria también puede despertar el interés temprano de los niños por la ciencia e incluso encaminar su actividad profesional futura dentro del mundo de la investigación [3]. Un conjunto de experiencias significativas y el conocimiento de referentes de prestigio pueden incluso despertar una vocación desconocida [4]. Esta referenciación es deseable para toda la población escolar, pero particularmente en el caso de las niñas que, por falta de experiencias y referentes, rara vez manifiestan su interés por la ciencia y la investigación, e imaginan que se trata de profesiones exclusivamente masculinas [5], [6].

El desarrollo del pensamiento científico y las competencias relacionadas con él, por otra parte, puede examinarse transversalmente en relación con los distintos modelos de evaluación que se practican en la escuela colombiana. Entre ellos, uno de los que mejor se ajusta al desarrollo de una mentalidad crítica y racional es la evaluación formativa, que se incentiva de modo gradual y evalúa los procesos sobre los resultados. Como se ve, se trata de un esquema análogo al método científico, de acuerdo con el cual se propone un conjunto de interrogantes en torno a un objeto, hecho o circunstancias problemáticas, se formulan explicaciones posibles para la fenomenología en estudio, se observa sistemáticamente (con alguna intervención o experimento, si ello es posible) y se arriba a una respuesta final que cobra forma después del seguimiento de un protocolo. Dicho de otro modo, la evaluación formativa constituye una oportunidad para el maestro de apoyar el desarrollo del pensamiento científico en sus estudiantes, pues la forma en la que se propone una calificación final pasa por distintas fases de exploración de los procesos de aprendizaje durante un determinado tiempo. En ambos casos (en el desarrollo de una investigación y en la evaluación formativa), el maestro actúa como un facilitador que propone y no que impone, que guía al niño para que avance brindándole la oportunidad de equivocarse (y darse cuenta de que está equivocado) y, por último, de encontrar él mismo la demostración del porqué de las cosas. Cuando se asume un patrón de evaluación formativa como estrategia para el fortalecimiento del aprendizaje de los estudiantes se consigue afianzar competencias, habilidades y destrezas de los estudiantes [7]. De hecho, el propósito de la evaluación formativa consiste en compartir con el estudiante los logros obtenidos y las dificultades o limitantes observadas en su desempeño durante la realización de las actividades propuestas [8].

De acuerdo con la exposición anterior, toda actividad evaluativa debe ejercitarse en función del aprendizaje; y la enseñanza, en un trayecto recíproco, debe vincularse constantemente con la evaluación, de manera que cualquier actividad evaluativa sirva como evidencia del aprendizaje logrado por los estudiantes, resulte de utilidad para la toma de decisiones y, si es el caso, valga como apoyo para la reorientación de los procesos [9].

En este sentido, la evaluación formativa (convenientemente planificada y ejecutada) puede servir al fortalecimiento de las competencias en investigación, por cuanto siguen patrones semejantes: en efecto, ambos son procesos en cuyo avance se puede intervenir para la obtención de resultados fiables. Como es sabido, la evaluación formativa promueve el análisis y la recolección de evidencias del aprendizaje logrado por los estudiantes y la toma de decisiones de manera oportuna y pertinente para la mejora continua del proceso. Por otra parte, en este tipo de evaluación se procura la participación activa de los estudiantes como protagonistas y agentes claves de su propia evolución. La evaluación así considerada no consiste en una calificación que puntúa solo el resultado final y que depende únicamente del maestro, sino un proceso del que uno y otro son partícipes en la búsqueda de un fin común: acrecentar las posibilidades de aprendizaje exitoso por encima de la obtención de una calificación.

La información contenida en los párrafos anteriores sirve para situar la investigación que se reporta en este artículo, cuyo propósito consiste en establecer si el empleo de un procedimiento de evaluación formativa repercute favorablemente en el desarrollo de habilidades científicas de una muestra de estudiantes de los grados segundo y tercero de educación básica primaria. La experiencia se llevó a cabo en la Escuela Rural El Galcal del Instituto Técnico Agropecuario Felipe Cordero, Municipio Concepción, Departamento Santander. Para la satisfacción de este propósito se diseñó un estudio por fases: identificar las prácticas de evaluación empleadas por la docente-informante para el desarrollo de las habilidades científicas, explorar los saberes previos de los estudiantes del grado segundo y tercero que conforman la muestra con respecto a un tema específico (los estados de la materia y sus cambios), diseñar un procedimiento de evaluación formativa para el aprendizaje de este contenido curricular, aplicar el plan de evaluación formativa diseñado y valorar si este modelo de evaluación repercute positivamente en nivel de aprendizaje percibido por los estudiantes y el rendimiento académico demostrado durante el proceso.

El diseño de la investigación se ha emprendido bajo el convencimiento de que la evaluación formativa ofrece una oportunidad para transformar la práctica docente por cuanto tal evaluación centra los procesos de enseñanza-aprendizaje en el estudiante. Cuando se asume este sistema, se pasa de un conjunto de actividades sumativas y poco reflexivas, a otras que involucran al estudiante, haciéndolo partícipe de las interpretaciones del docente y sus otros compañeros en torno a su propio desempeño académico [10]. De este modo, se produce una retroalimentación tanto de los contenidos como de la utilidad de los procesos evaluativos, lo cual propicia el necesario cambio en la percepción negativa en torno a la valoración de actividades que en ocasiones tienen los estudiantes [11]. Una evaluación orientada hacia los procesos en vez de al alcance de metas precisas, por otra parte, resulta mucho más favorecedora en la formación de escolares, que aprenden en la escuela no solo los contenidos que se les imparten, sino además los sistemas que mediante los cuales se le valora como sujeto aprendiz. El énfasis en la calificación desde los primeros grados consigue el efecto no deseado de que el estudiante fije su atención en la nota y no en los procesos y en su propia percepción de aprendizaje. En todo caso, más que la acumulación de información en la mente del niño, interesa el desarrollo de cualidades y rasgos tales como la persistencia, el autocontrol, la curiosidad, la determinación y la autoconfianza [12].

La Escuela Rural El Galcal, por otra parte, es una de las 21 sedes del Instituto Técnico Agropecuario Felipe Cordero. Se sitúa en el sector El Galcal del Municipio Concepción, Departamento Santander, a 4 kilómetros del casco urbano de la localidad de Concepción. Es una institución pública cuya oferta escolar va del preescolar hasta el grado quinto de educación primaria. La población que atiende pertenece a los estratos 1 y 2 y proviene de comunidades rurales cuya economía gira en torno a la actividad ganadera, principalmente lanar y la agricultura; más concretamente, el 96,3% de la población activa se dedica a la actividad agropecuaria. Buena parte de estas familias campesinas vive en aparcerías

y tiene en muchos casos a una mujer por cabeza. El nivel de educación máximo alcanzado por poco más de la mitad de la población (52,0%) se corresponde con la educación básica primaria y el 20% ha completado la secundaria. Para el momento de la investigación, en la escuela una única docente se encargaba en los grados tercero y cuarto a siete niños cuyas edades oscilaban entre 8 a 10 años [13], [14].

## II. METODOLOGÍA

### a) Tipo de estudio

La investigación se inscribe dentro del paradigma cualitativo-interpretativo. El diseño del estudio se ha establecido más concretamente en afinidad con los parámetros de la investigación cualitativa que implica la interacción entre el investigador y el individuo en estudio o el fenómeno estudiado. De tal interacción emerge la teoría, que se eleva a partir de situaciones particulares. Dicho de otro modo, el investigador se embebe de la propia experiencia en contexto, que analiza cuidadosamente a posteriori para construir sobre esta base empírica la teoría que, finalmente, explica los hechos [15].

### b) Diseño de la investigación

Para esta exploración, dadas las particularidades de la comunidad, se eligió como método el estudio de caso, que se desarrolla bajo el esquema de una pesquisa concentrada principalmente tanto en la descripción como en el análisis detallado, abarcador, sistemático y suficientemente profundo del objeto de investigación [16]. El estudio de caso resulta especialmente conveniente cuando los hechos, situaciones o eventos se producen dentro de un contexto espacial y temporalmente situado [17]. Es decir, tal como ocurre en esta investigación, el caso está representado por un grupo de estudiantes y una docente, que pertenecen a una institución educativa específica. Se centró en el análisis detallado de un fenómeno singular para comprender sus características y contexto particular [18].

### c) Población y muestra

Los informantes clave participantes dentro de la investigación fueron estudiantes de la Sede El Galcal del Instituto Técnico Agropecuario Felipe Cordero, municipio Concepción, Departamento Santander. Estos fueron dos niñas y dos niños del grado segundo, y una niña del grado tercero, de básica primaria. Cinco estudiantes en total, en un rango de edad entre los 7 y 9 años, que por lo demás, constituyen la totalidad de estudiantes cursantes de los grados señalados. También se incluyó en la muestra a la única docente de la escuela. Se contó con la disposición y consentimiento de todos los niños participantes y la docente titular. Es decir, se empleó un muestreo total dado que la muestra de informantes clave es igual a la muestra total de estudiantes, incluyendo a la docente [19].

En la tabla 1 se plasma la información de los sujetos de la muestra considerados relevantes para el estudio.

Tabla 1: Codificación de los informantes clave.

Código del informante	Explicación del código	Descripción del informante
IDT1	La letra I indica que se trata de un informante, DT significa que este informante es el docente titular y el 1, aunque se haya un único docente en el estudio, se emplea para guardar un código de igual número de elementos que en el caso de los estudiantes.	Docente de licenciatura en educación básica primaria a tiempo completo dentro del Instituto Técnico Agropecuario Felipe Cordero Sede El Galcal. Posee, además, formación de postgrado (Especialización en Informática para docentes). Su edad se estima entre los 50 y 55 años y manifiesta tener 30 años de experiencia de trabajo en el municipio Concepción, en Santander.
IEF1	La letra I indica que se trata de un informante, E que es estudiante, F que es de sexo femenino y 1, el número que la distingue del resto de sus compañeros.	Estudiante de 7 años de edad del grado tercero del Instituto Técnico Agropecuario Felipe Cordero, Sede El Galcal.
IEF2	La letra I indica que se trata de un informante, E que es estudiante, F que es de sexo femenino y 2, el número que la distingue del resto de sus compañeros.	Estudiante de 7 años de edad del grado tercero del Instituto Técnico Agropecuario Felipe Cordero, Sede El Galcal.
IEF3	La letra I indica que se trata de un informante, E que es estudiante, F que es de sexo femenino y 3, el número que la distingue del resto de sus compañeros.	Estudiante de 9 años de edad del grado tercero del Instituto Técnico Agropecuario Felipe Cordero, Sede El Galcal.
IEM4	La letra I indica que se trata de un informante, E que es estudiante, M que es de sexo masculino y 4 el número que lo distingue del resto de sus compañeros.	Estudiante de 9 años de edad del grado tercero del Instituto Técnico Agropecuario Felipe Cordero, Sede El Galcal.
IEM5	La letra I indica que se trata de un informante, E que es estudiante, M que es de sexo femenino y 5, el número que lo distingue del resto de sus compañeros.	Estudiante de 8 años de edad del grado tercero del Instituto Técnico Agropecuario Felipe Cordero, Sede El Galcal.

Fuente: Elaboración propia.

### d) Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En el marco de un estudio de caso es especialmente relevante la selección de las técnicas de recolección de datos, por cuanto constituyen la base sobre la cual se consigue la profundidad que se pretende en este tipo de estudios [20]. Tales técnicas comprenden los procedimientos y actividades que permiten al investigador obtener la información necesaria para dar respuesta a su pregunta de investigación. Elegir las técnicas de recolección de la información relevante para cada estudio resulta crucial a fin de garantizar la integridad de la investigación y los datos que la soportan. Considerando la naturaleza de este estudio, se emplearon como técnicas de recolección de datos la observación participante y no

participante, el diario de campo, la prueba, el análisis de contenido, el análisis documental y la entrevista. Como instrumentos de recolección de datos se optó por el diario de campo, la prueba, la matriz de datos y el guion de entrevista.

La validez de contenido de los instrumentos se llevó a cabo mediante el juicio de tres expertos en las áreas de currículo y evaluación del aprendizaje, métodos de investigación y enseñanza de las ciencias; todos, además, con estudios de postgrados en el campo de conocimiento. En un primer momento, los expertos aconsejaron mejorar la redacción y ajustar algunos términos relacionados con el desarrollo de competencias investigativas, de gran importancia para la investigación. Sobre la base de estas observaciones, se modificó el instrumento. Esta versión mejorada fue nuevamente evaluada por uno de los expertos, quien indicó su conformidad con los cambios y su idoneidad para los propósitos de la investigación.

### III. RESULTADOS

Para la identificación de las prácticas de evaluación implementadas por la docente destinadas al desarrollo de las habilidades científicas, se aplicó la técnica de la observación no participante y como instrumento para el registro de hallazgos, el diario de campo. También se utilizó la técnica de la entrevista y como instrumento, un guion de entrevista. Mediante este guion se obtuvieron de la docente datos relativos a las siguientes subcategorías de análisis: tipo de evaluación, momento de evaluación, función de evaluación y agente evaluador. Los principales hallazgos se recogen en la tabla 2.

Tabla 2: Identificación de las prácticas de evaluación y testimonios de la IDT1.

Categoría	Subcategorías	Resultados
Prácticas de evaluación	Tipo de evaluación	Se emplea la evaluación sumativa para evidenciar el logro de los aprendizajes esperados en la unidad didáctica.
	Momento de evaluación	Se inicia el proceso con una exploración de los saberes previos de los estudiantes y se cierra el periodo con una prueba objetiva final
	Función de evaluación	Las marcas gráficas de las que se vale la docente para indicar su valoración consisten en tachados por medio de equis, signos de interrogación y frases negativas tales como “no hizo”.
	Agente de evaluación	La docente evalúa unilateralmente la puntualidad, responsabilidad, participación y comportamiento de los estudiantes. No se emplea la evaluación de pares ni la coevaluación.
Metodología para el proceso de evaluación de las habilidades científicas	-	No evalúa las habilidades científicas ni demuestra su conocimiento.

Fuente: elaboración propia.

En lo relativo al diseño de un procedimiento de evaluación formativa para el aprendizaje los estados de la materia y sus cambios se aplicó la técnica del análisis de contenido y, como instrumento, una matriz de datos.

En torno a la evaluación formativa, fueron formuladas tres preguntas claves relacionadas con los factores que guían a profesores y estudiantes y que orientan la toma de decisiones en distintos momentos: ¿hacia dónde vamos?, ¿dónde estamos?, ¿cómo seguimos avanzando? Este procedimiento fue instrumentado en ocho etapas:

**Etapa 1:** Objetivos de aprendizaje, criterios de logro y evaluación: En esta primera etapa la docente identificó los objetivos de aprendizaje del curso a partir de las unidades del libro que se deben cubrir y la base curricular de ciencias naturales para segundo y tercer grado de básica primaria. Del mismo modo, definió los criterios de logro con base en los objetivos planteados.

Estos criterios y descriptores fueron recolectados mediante los siguientes instrumentos de evaluación: escala de valoración descriptiva, diario de campo y ficha de autoevaluación y satisfacción del desempeño.

- Escala de valoración descriptiva: Se ofreció a la docente esta escala de valoración, quien la cumplimentó para cada estudiante antes de la retroalimentación individual.
- Diario de campo del docente: Las anotaciones en este diario se efectuaron mientras la docente monitoreaba el trabajo de los estudiantes en clase sobre las fortalezas o dificultades de cada uno. Esta información luego fue usada para completar la escala de valoración descriptiva.
- Ficha de autoevaluación y satisfacción del desempeño del estudiante: Dentro del proceso de evaluación, se contempló que los estudiantes autoevaluaran su propio aprendizaje con el acompañamiento de la docente y los investigadores; lo cual se justifica como una metodología plausible para que los niños desde las primeras etapas de escolarización aprendan a internalizar procesos de autorregulación mediados con el trabajo pedagógico del docente como orientador del desarrollo cognitivo y socio emocional de los estudiantes, es decir, para que aprendan desde edades tempranas a monitorear su propio aprendizaje. En este sentido, los estudiantes reflexionaron, acorde a su desarrollo cognitivo, sobre lo aprendido, con apoyo de la docente titular. Esta actividad fue realizada después de cada intervención por medio de un audio.

**Etapa 2:** Planificación: Cada etapa de la evaluación formativa se encuentra dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Por ello, en esta etapa fue necesario planear la intervención con los objetivos de aprendizaje, los criterios de logro, las actividades, el tipo de agrupamiento, los instrumentos de evaluación, materiales, webgrafía y anexos.

**Etapa 3:** Evidencias de aprendizaje: En esta etapa, los instrumentos de evaluación descritos en el punto anterior fueron aplicados en clase para obtener evidencias sobre el desempeño de los estudiantes. De este modo se incorporaron formas de participación alternativas como la heteroevaluación y la autoevaluación.

**Etapa 4:** Descubrimiento de la brecha: En este momento de estableció el progreso de los estudiantes mediante los instrumentos de evaluación previstos (escala de valoración, diario de campo del docente y ficha de autoevaluación y satisfacción del desempeño). De este modo,

la docente situó a cada estudiante con respecto a sus fortalezas y debilidades, así como las habilidades que iba desarrollando. Después de una correcta interpretación de las evidencias se procedió a identificar la brecha entre el estado actual de aprendizaje del estudiante y el objetivo educativo deseado.

**Etapa 5:** Retroalimentación: Durante esta fase se informó a cada estudiante sobre la brecha existente entre su desempeño real y el esperado, sus fortalezas, debilidades y recomendaciones para el logro de los objetivos de aprendizaje. Para que la retroalimentación resultara oportuna, se puso en práctica a mitad del proceso y en el momento de su finalización, en ambos casos, de forma individual. De acuerdo con los objetivos de la investigación, el criterio que prevaleció en este procedimiento fue el de la docente. Cabe señalar que esta etapa estuvo conformada por tres tipos de acciones:

- 1) Dialogar sobre las fortalezas y debilidades: La docente conversó con cada estudiante sobre las robusteces e inconsistencias puestas por él de manifiesto durante el proceso.
- 2) Pedir opinión del estudiante: La docente pidió a cada estudiante su opinión sobre la información dada y les preguntó sobre lo que creían que podrían hacer para mejorar su desempeño.
- 3) Recomendaciones: La docente indicó a cada estudiante los cuestiones que podrían ayudarlo a mejorar su desempeño.

**Etapa 6:** Adaptación del proceso enseñanza-aprendizaje: Durante este intervalo, la docente tomó la decisión de continuar su intervención mediante actividades procedimentales que potenciaran el aprendizaje y mantenimiento del interés de sus estudiantes por aprender.

**Etapa 7:** Andamiaje para el nuevo aprendizaje: Para este momento, cada estudiante usó sus propias estrategias de aprendizaje y aplicó las sugerencias de la docente; asimismo, se fomentó el apoyo entre compañeros de clase logrando así un aprendizaje colaborativo. Un resultado inmediatamente visible consistió en el apoyo mutuo entre los estudiantes. Esta etapa concluyó con una retroalimentación final.

**Etapa 8:** Cierre de la brecha: Esta última etapa tuvo lugar como finalización del proceso. En su transcurso, la docente evaluó y se demostró inmediatamente después que los estudiantes habían logrado cerrar la brecha, lo cual supone el cumplimiento de sus objetivos de aprendizaje. Como colofón, la docente identificó las fortalezas, las estrategias de aprendizaje que funcionaron bien; y los aspectos que pudieran potenciarse.

El procedimiento de evaluación se ilustra mediante la figura 1.

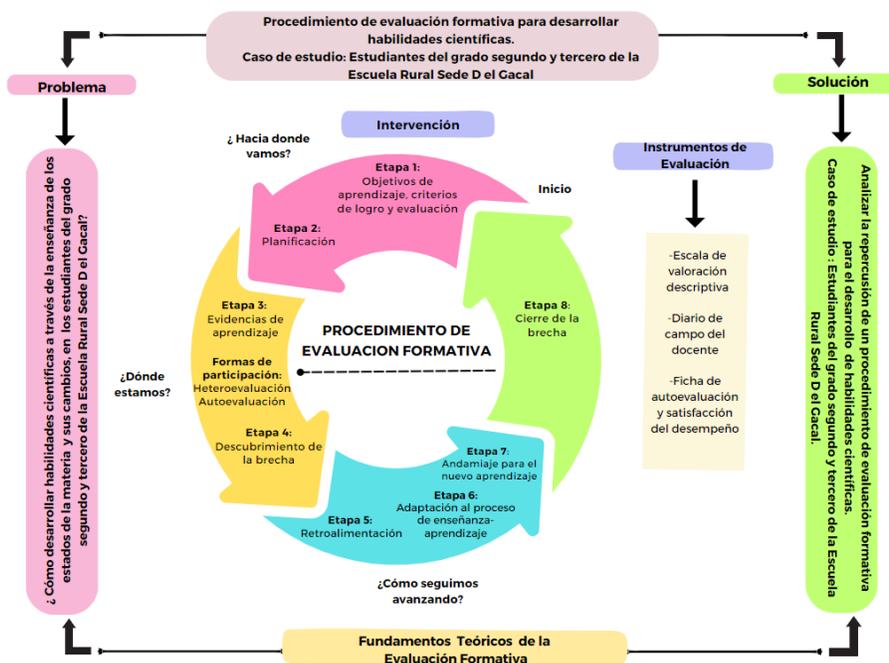


Figura 1: Procedimiento de evaluación formativa.  
Fuente: elaboración propia.

En cuanto al objetivo referido a la exploración de los saberes previos de los estudiantes en torno al tema curricular de los estados de la materia y sus cambios, se aplicó como técnica la prueba y la observación participante y como instrumento, la prueba y el diario de campo. Respecto del objetivo vinculado a la aplicación de la evaluación formativa como herramienta para el desarrollo de habilidades científicas, se aplicó como técnica la prueba y el análisis de contenido y como instrumento, la prueba y el vídeo.

En las tablas 4 y 5 se presentan los resultados obtenidos por cada uno de los informantes en la prueba conceptual y procedimental al inicio durante y al final de la intervención. En estas tablas se presenta también el contenido objeto de evaluación y se agrupan los informantes dependiendo de si la respuesta a cada ítem de la prueba fue correcto o incorrecto.

Tabla 4: Resultados obtenidos por los informantes en la prueba conceptual.

Dominio conceptual	Inicio		Intermedio		Final	
	Casos acertados	Casos erróneos	Casos acertados	Casos erróneos	Casos acertados	Casos erróneos
Estados de la materia	IEF3, IEM4	IEF1, IEF2, IEM5	IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5		IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5	
Características de la materia		IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5	IEF3	IEF1, IEF2, IEM4, IEM5	IEF3, IEM4, IEM5	IEF1, IEF2
Características de la materia	IEF3, IEM4	IEF1, IEF2, IEM5	IEF3, IEM4	IEF1, IEF2, IEM5	IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5	
Factores que influyen en el cambio de estado		IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5	IEF3, IEM4, IEM5	IEF1, IEF2	IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5	
Factores que influyen en el cambio de estado		IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5	IEF3, IEM4, IEM5	IEF1, IEF2	IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5	
Factores que influyen en el cambio de estado		IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5	IEF3, IEM4, IEM5	IEF1, IEF2	IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5	
Cambio de estado de fusión	IEF3, IEM4, IEM5	IEF1, IEF2	IEF3, IEM4, IEM5	IEF1, IEF2	IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5	
Cambio de estado evaporación	IEF3, IEM4, IEM5	IEF1, IEF2	IEF3, IEM4, IEM5	IEF1, IEF2	IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5	
Cambio de estado solidificación	IEF3, IEM4, IEM5	IEF1, IEF2	IEF3, IEM4, IEM5	IEF1, IEF2	IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5: Resultados obtenidos por los informantes en la prueba procedimental.

Dominio procedimental	Hallazgos	Inicio		Intermedio		Final
		Correcto	Incorrecto	Correcto	Incorrecto	Correcto
Explorar hechos o fenómenos	Identifica posibles respuestas para establecer el fenómeno y la situación del problema.		IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5	IEF3, IEM4, IEM5	IEF1, IEF2	IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5
Formulación de hipótesis	Elabora conjeturas preliminares y las pone a pruebas a través la práctica experimental.		IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5	IEM4, IEM5	IEF1, IEF2, IEF3	IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5
Observar, recoger y organizar la información relevante	Realiza mediciones con instrumentos convencionales como el termómetro de agua.		IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5	IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5		IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5
	Registra los resultados de forma rigurosa y organizada en la tabla.		IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5	IEF1, IEF2, IEF3	IEM4, IEM5	IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5
	Identifica con atención el fenómeno a estudiar.	IEF3, IEM4, IEM5	IEF1, IEF2	IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5		IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5
Analizar el problema	Utiliza diferentes fuentes para analizar el problema en forma colaborativa.		IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5	IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5		IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5
	Comprueba la hipótesis con respecto a la que planteó al principio del proyecto.		IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5	IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5		IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5
Comunicar los resultados	Comunica el proceso de indagación y los resultados obtenidos mediante la presentación de una cartelera haciendo uso del lenguaje escolar de la ciencia.		IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5	IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5		IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al objetivo vinculado a la comparación entre el aprendizaje percibido por los estudiantes y el rendimiento académico demostrado durante el proceso de evaluación formativa, se aplicó la técnica de la entrevista y como instrumento, un guion de entrevista. Por intermedio de este guion se obtuvo información sobre el aprendizaje adquirido, la motivación y expectativas como subcategorías de análisis.

Tabla 6: Testimonios de los informantes IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5, IDT1.

Informantes	Categoría	Subcategorías	Testimonios
IEF1, IEF2, IEF3, IEM4, IEM5	Procedimiento de evaluación	Aprendizaje adquirido	-“mmm aprendí mmmm... aprendí evaporación ‘función’ [sic] y mmmm... solidificación...yo antes no sabía de eso de líquido y gaseoso” -“Aprendí a ser científico porque yo nunca me había sentido como un científico... aprendí a hacer experimentos más fluidos porque me sentí muy bien porque aprendí más experimentos... cosas de sólido a líquido que se llama fusión, los estados de la materia y sus cambios” -“Aprendí mucho porque aprendí ‘función’ [sic], gaseoso, evaporación” -“Pues me sentí bien porque yo no sabía hacer carteleras y lo más que me gustó fue porque aprendí a exponer y yo eso nunca sabía...solamente miro cuando mi hermana hace las carteleras, pero yo no sabía nada... pues aprendí mucho porque yo ya voy de tercero y yo no sabía esos temas y me gustó mucho porque supe que como por el calentamiento global se derretían los hielos y se convertía de sólido a líquido y cuando uno deja bastante agua y se vuelve gaseoso” -“Aprendí que por las altas temperaturas el volcán se está derritiendo la ‘nieve’ [sic] y se está volviendo de sólido a líquido pues se llama fusión y de líquido a sólido se llama ‘solidificación’ [sic] y de líquido a gas se llama evaporación” -“Aprendí que sólido a líquido se llama fusión y líquido a sólido solidificación y de líquido a gaseoso evaporación” -“Yo bien, porque yo no sabía como se usaban los ‘dielos’ [sic]... yo no sabía ser científica”. -“Yo bien porque hicimos el experimento y aprendí como a hablar como hablan científico y mmm aprendí a utilizar un termómetro, que los hielos por la temperatura ata derretían...a mí no me habían enseñado eso” -“Bien, no sabía por qué el estado sólido a líquido y aprendí mucho” -“Pues yo me sentí bien porque yo no sabía hacer experimentos ni ‘na’ [sic]... y ‘antonces’ [sic] yo me sentí bien porque ahí iba aprendiendo más a hacer experimentos y yo me siento una científica” -“Pues yo aprendí bastante en cuanto...esto...esto...los estados de la materia que son sólido, líquido y gaseoso se llama ‘función’ [sic]...de líquido a sólido se llama solidificación y líquido a gas evaporación y también que por las altas temperaturas se está derritiendo la nieve del Nevado del Ruiz”
		Motivación	-“Me gustó utilizar que habláramos científicos... me gustó utilizar bata... me gustó utilizar un termómetro” -“Todo bien porque yo nunca había utilizado un termómetro de agua” -“Me gustó como se derretían los hielos, trabajar con mis compañeros y exponer, porque yo nunca había hecho eso” -“Pues usar un termómetro de agua, trabajar en equipo con mi compañero...todo me gustó”
		Expectativas	-“Seguir con más experimentos que hicimos a fuera del salón” -“Más experimentos de la naturaleza...clases prácticas”
IDT1	Procedimiento de evaluación	Aprendizaje adquirido	“Para ellos fue muy novedoso conocer un laboratorio y las medidas de seguridad, pues aprendieron a utilizar un termómetro de agua y otros aspectos sobre los estados de la materia”
		Motivación	“Este tipo de procedimiento me gustaría aplicarlo para seguir potenciando las habilidades científicas con los estudiantes, pues además que promovió la motivación, participación y la colaboración de los estudiantes”
		Expectativas	“Sería muy interesante que la escuela contara con acceso a internet para implementar las herramientas TIC en el procedimiento de evaluación formativa”

Fuente: Elaboración propia.

#### IV. DISCUSIÓN

En este apartado se analizan los resultados de la investigación a partir de las categorías establecidas inicialmente.

Con respecto a la categoría prácticas de evaluación, la docente asocia la noción de evaluación a la asignación de una cifra dentro de una escala numérica y no a la valoración del aprendizaje. De acuerdo con sus señalamientos y actuación, el proceso de evaluación se ubica al inicio y al final del proceso educativo. Esta concepción y modo de proceder resulta habitual en la práctica de muchos docentes, quienes con demasiada frecuencia eluden la evaluación durante el proceso que permita una retroalimentación constante del desarrollo del proceso educativo: dónde están, a dónde deben llegar y la manera de lograrlo [21]. Estos datos también reflejan que este tipo de evaluación, empleado por muchos docentes, no permite identificar la causa del error ni tampoco implementar las necesarias estrategias de mejoramiento. Más todavía, la evaluación basada en resultados finales (y no en los procesos) minimiza la oportunidad de que el estudiante establezca relaciones entre sus saberes previos y los nuevos, visibilice sus logros, aprenda a reconocer sus fortalezas y debilidades y, en suma, que mejore sus aprendizajes [22].

En los testimonios de los estudiantes se percibe un desconocimiento sobre los estados de la materia, antes de la intervención pedagógica, se evidencia que no sabían sobre las habilidades científicas y, por tanto, se infiere que tampoco son evaluadas. Se trata, nuevamente, de prácticas

generalizadas y frecuentes en la enseñanza de las ciencias. Sobre esta cuestión se pronuncian muchos expertos, que recuerdan insistentemente que en el aula no solo es importante exponer los conceptos sino, además, prestar atención a la manera en que se plantean [\[23\]](#). La práctica pedagógica, por tanto, debe incluir una amplia gama de procedimientos metodológicos y didácticos que susciten la participación activa de los estudiantes en sus propios procesos de aprendizaje y que les permitan desarrollar, como consecuencia, las habilidades científicas necesarias para entender el contexto que los afecta.

Los resultados de este apartado del estudio también muestran que la evaluación se asume como prerrogativa unidireccional del docente, quien califica a sus estudiantes al margen de la necesaria reflexión en torno a los avances que van logrando paulatinamente. Al hilo de lo anterior, este estudio también deja al descubierto que, como en otros muchos escenarios escolares, se excluye el proceso de evaluación entre pares y la coevaluación. De este modo, se están dejando de lado procesos evaluativos que impliquen como partícipes a los estudiantes en su propio proceso de su aprendizaje. Esta participación activa rompe con la tradicional evaluación del docente sobre el estudiante y, en cambio, permite al estudiante valorar su propio proceso y el trabajo de los compañeros, todo desde la consciencia de qué saberes y habilidades se espera de ellos y sabiendo identificar cuáles han alcanzado y aquellos que todavía no. [\[11\]](#), [\[24\]](#).

En relación con la categoría referida al procedimiento de evaluación formativa, en este estudio se ha propuesto un modelo de ocho etapas (que puede ser adaptado, claro está) para el acompañamiento continuo por parte del docente en el proceso de aprendizaje de sus estudiantes. Esta propuesta considera que, tanto los objetivos didácticos como las expectativas de los estudiantes, pueden evaluarse de manera continua sobre la base de tres preguntas claves aplicables en cualquier momento del proceso: ¿hacia dónde vamos?, ¿dónde estamos? y ¿cómo seguimos avanzando?

En la primera etapa se describen los objetivos, criterios de logro y los instrumentos de evaluación que se aplicarán en el aula. Los objetivos, eso sí, deben entenderse como una guía flexible para que estudiante participe en sus tareas educativas; por otra parte (pero en estrecha conexión con la información precedente) los criterios de logro deben ser comunicados con claridad a los estudiantes, mostrando ejemplos sobre cómo hacer un trabajo de calidad [\[25\]](#).

La segunda etapa se refiere a la planificación de clases, para lo cual resulta fundamental una proyección anticipada para cada sesión. En efecto, las formas de acompañar al estudiante para valorar y ayudarlo a tomar conciencia de dónde está, a dónde quiere llegar y cómo conseguirlo, se halla en estrecha relación con las mismas actividades del proceso de aprendizaje [\[26\]](#).

En la tercera etapa se recolectan las evidencias de aprendizaje que los estudiantes van demostrando, en el trascurso de periodos acotados, sobre el desarrollo de su formación. En efecto, la descripción sistemática de estos procesos se ve favorecida cuando se hace uso de los instrumentos de evaluación y de la técnica de la observación. Las estrategias empleadas por el docente deben facultar el conocimiento de la manera en la cual se está desarrollando el aprendizaje en sus estudiantes. En general, las estrategias útiles para la obtención de evidencia durante los procesos pedagógicos deben planearse antes de la instrucción, aunque a veces pueden surgir sobre la marcha ante situaciones que sugieren la toma de nuevas decisiones o el cambio de ruta [\[27\]](#).

La exposición precedente resulta de gran relevancia en la cuarta etapa, durante la cual se descubre la brecha que puede existir entre los conocimientos y destrezas que en un determinado momento posee cada estudiante y los que se espera pueda alcanzar. En este proceso se recomienda al docente examinar las evidencias que va recolectando durante el proceso de enseñanza-aprendizaje en relación con los criterios de logro. Esta comparativa resulta, en efecto, de gran utilidad para determinar el estado de aprendizaje del estudiante. Como es de esperar, debido a las diferencias individuales, esta brecha es distinta para cada estudiante, por lo que es indispensable considerar el desempeño de cada uno en particular [\[27\]](#).

Con toda la información obtenida hasta este momento del proceso, en la quinta etapa se propone ofrecer a cada estudiante un espacio para la retroalimentación. Este espacio proporciona al estudiante la oportunidad de conocer sus progresos y debilidades, mientras que para el docente representa la oportunidad de hallar información precisa, explicativa y basada en criterios para que los propios estudiantes reconozcan el estado en el desarrollo del aprendizaje en el que se encuentran [\[25\]](#).

El desarrollo de esta consciencia propia es fundamental para el progreso del estudiante por cuanto su perspectiva con frecuencia discrepa de la del docente. Ello repercute en una incompreensión de la inconsistencia entre las expectativas de aquel y el modo en que debe proceder para satisfacer lo que le exige. Es por ello que para todo estudiante conocer y comprender el punto del proceso de aprendizaje en el que se halla en relación con lo que de él se espera, lo implica mucho mejor como responsable directo de su propia formación y el modo en que puede progresar.

En la sexta etapa se propone que el docente haga los ajustes necesarios en el proceso de enseñanza y aprendizaje en conformidad con la información que ha obtenido durante los distintos momentos de retroalimentación. En este sentido, el docente debe planificar la acción y seleccionar experiencias que puedan adaptarse a las necesidades de los aprendizajes del estudiante. Esta conciliación, en correspondencia con la retroalimentación (actuación vs expectativas), se entiende como un mecanismo idóneo para estrechar la brecha entre el lugar donde se encuentra el estudiante y hacia donde deber ir [\[25\]](#).

La séptima etapa, denominada andamiaje, consiste en la ayuda que los estudiantes deben recibir del docente y sus compañeros para lograr sus objetivos. El término andamiaje, aunque trasladado de otras disciplinas, resulta particularmente interesante para caracterizar el apoyo que los profesores o compañeros están en capacidad de ofrecer al estudiante en su recorrido desde lo que ya sabe hasta el conocimiento que puede llegar a obtener [\[27\]](#). Este modo de hacer, por otra parte, fomenta la empatía entre compañeros de clase, lo cual favorece efectivamente un aprendizaje colaborativo y soporte mutuo mediante la interacción que construyen entre sí.

En la octava etapa, finalmente, el docente analiza el desempeño de cada estudiante e identifica si la brecha entre el saber previo y el esperado ha disminuido, prevalece o incluso se ha ampliado. Sobre el proceso de avance de los estudiantes en función de los objetivos de aprendizaje resulta indispensable identificar las fortalezas, las estrategias que funcionaron bien y si los aspectos que puedan potenciarse. En el caso de los estudiantes que no alcanzaron tales objetivos, es vital que el docente examine las causas probables por las que no han logrado desarrollar sus competencias [\[28\]](#).

En la categoría sobre los saberes previos, la prueba inicial dejó en evidencia que, dentro del dominio conceptual sobre los estados de la materia (sólido, líquido y gaseoso), las características de la materia, la temperatura como factor que influye en el cambio de estado de la materia y los cambios de estado (fusión, solidificación y evaporación), la gran mayoría de los informantes del estudio evidenció desconocimiento teórico. Este desconocimiento se constata en la inseguridad de los informantes al momento de responder las incógnitas que se les formulaban y sus equivocaciones, así como el tiempo empleado en la redacción confusa de las respuestas abiertas, respuestas erradas dadas por el solo hecho de no dejar espacios en blanco en la prueba. En el dominio procedimental se potenció el dominio conceptual en cuanto al tema de los estados de la materia; en este sentido, todos los informantes fueron capaces, por ejemplo, de explicar que, en el cambio de estado de sólido a líquido, o de líquido a gaseoso, la temperatura es el factor que mayor peso tiene. En la literatura especializada se reconoce que las actividades prácticas ayudan a potenciar tanto los objetivos y el conocimiento conceptual como el conocimiento procedimental [29]. No obstante, todos los informantes del estudio presentaron debilidades en sus habilidades científicas: Explorar hechos y fenómenos, formular hipótesis, recolectar y organizar información, analizar el problema y compartir resultados.

En la categoría procedimiento de evaluación formativa, se aplicó a los informantes la prueba durante y al final de la intervención. De este modo ha sido posible observar que, en cuanto a dominio conceptual, en el grupo se produjo un avance significativo en el aprendizaje sobre los estados de la materia y sus cambios. Todos los informantes desplegaron un mejor desempeño, en cuanto a los estados de la materia (líquido, sólido y gaseoso), características de la materia, la temperatura como factor que influye en el cambio de estado de la materia y cambios de estado (solidificación, fusión y evaporación). En lo referente al dominio procedimental, todos los informantes progresaron en sus habilidades científicas, explorar hechos y fenómenos, formular hipótesis, recolectar y organizar información, analizar un problema y compartir resultados. La perspectiva del Ministerio de Educación Nacional cuando incluye en los currículos actividades de este tipo consiste en la aproximación de los estudiantes, ya desde la primaria, a lo que haría un científico social o un científico natural para poder conocer y comprender el entorno del mundo natural, físico, químico y social. En este sentido, las actividades prácticas durante la formación escolar tienen el propósito de devolver a los niños y jóvenes el derecho de preguntar para aprender y la posibilidad de comprender y transformar su propia realidad.

En la categoría procedimiento de evaluación, los estudiantes informantes, en su conjunto, identifican los estados de la materia (sólido, líquido, y gaseoso), reconocen los cambios de estado de la materia y que la temperatura es un factor necesario para que haya un cambio de estado.

También son capaces de establecer la relación entre los cambios de estados del agua y la disminución de nieve en el Nevado del Ruiz. Todos advierten, asimismo, la importancia de conocer la utilización del termómetro de agua. El desconocimiento instrumental de artefactos básicos vinculados a la ciencia ha sido ya apuntado como una falencia que incluso podría llegar a acarrear dificultades en la vida doméstica y laboral [30]. Por el contrario, el adecuado uso de los mismos añade seguridad y permite una experimentación segura, disminuye el error y aumenta exactitud. En todo caso, los estudiantes participantes en el estudio han aprendido que el lenguaje científico permite comprender el significado e interpretar diversos hechos de manera más precisa.

Por su parte, la docente informante reporta que los estudiantes vivieron la experiencia de hallarse en un ambiente de aprendizaje diferente, que les permitió demostrar sus habilidades y mejorar el aprendizaje. En efecto, tuvieron la oportunidad de instruirse en las medidas de seguridad que se deben seguir en el laboratorio, utilizaron y realizaron mediciones con un termómetro de agua, reconocieron los estados y los cambios de la materia, y observaron la relación entre los cambios de estado y la disminución de nieve del nevado. El desarrollo de las prácticas experimentales incita y provoca curiosidad en los estudiantes por cuanto los conocimientos teóricos adquiridos en el aula de clase pueden ser verificados luego en la realidad [31], [32].

La informante docente expuso asimismo la relevancia que tiene la evaluación formativa en el aula, puesto que permite potenciar las habilidades científicas de los estudiantes al tiempo que se recaba información sobre sus progresos académicos. Por otra parte, este tipo de evaluación proporciona en cada momento un reporte acerca de los adelantos que van alcanzando los estudiantes. Si se encuentra que progresan satisfactoriamente, se pueden reforzar las actividades; si, por el contrario, los avances son insuficientes, se pueden reorientar las estrategias didácticas antes de que una evaluación final única resulte irreversible cuando se podía haber evitado. La evaluación formativa promueve la motivación, la participación y la colaboración de los estudiantes, pues son ellos quienes se hacen conscientes de los aspectos que deben mejorar para su propio aprendizaje. Finalmente, la informante, lamenta que la escuela rural en la que se emprendió este estudio carezca de internet, que se ha convertido en herramienta indispensable para la educación en los tiempos que corren. Además de una vía de aprendizaje, las tecnologías digitales pueden muy útiles en el proceso de evaluación formativa [33], [34]. Puesto que los resultados de determinadas pruebas se pueden conocer de forma inmediata, habría que emplear esta ventaja para contribuir en un plano prácticamente simultáneo al refuerzo o redirección de actividades escolares en curso [35].

## V. CONCLUSIONES

A continuación, se presentan las conclusiones del estudio y los principales hallazgos del trabajo.

La implementación de un procedimiento de evaluación formativa con la intención de favorecer el desarrollo de habilidades científicas y mejorar el aprendizaje de un contenido curricular entre estudiantes de primaria en un medio rural ha resultado apropiada. Entre los estudiantes de la muestra, en efecto, se produjeron diferencias cualitativas en su nivel de desempeño antes, durante y al final de la intervención. Los datos obtenidos en los distintos momentos del plan pedagógico de acción evidencian el avance y mejora de los resultados, incluidos los correspondientes a la finalización del proceso. Además de favorecer el proceso de aprendizaje en el estudiantado y el desarrollo de competencias investigativas, la inclusión de un procedimiento de evaluación formativa ha mejorado la interacción docente-estudiantes y ha supuesto un incentivo para la comprensión, la reflexión y la aplicación de lo aprendido.

Con anterioridad a la intervención, las prácticas de evaluación proporcionaban escasos espacios para la reflexión por parte de la docente, una de cuyas consecuencias era la pasividad de los estudiantes, limitados a la recepción de una calificación. En la escuela seleccionada para el estudio, en efecto, la evaluación había sido considerada como un proceso exclusivo de la docente titular, quien determinaba los criterios y la

asignación de puntajes. Los beneficios de la autoevaluación no habían sido explorados. Tampoco se consideraba relevante la evaluación del progreso de desarrollo de las habilidades científicas por parte de los estudiantes.

Al inicio de la intervención se aplicó una prueba a los estudiantes de la muestra con el fin de explorar sus saberes previos y establecer el nivel de desarrollo de habilidades científicas. Para ello se seleccionó el contenido curricular referido a los estados de la materia y sus cambios. Los resultados de esta prueba dejaron al descubierto que los estudiantes carecían de un dominio conceptual suficiente sobre el tema en cuestión. En cuanto al dominio procedimental propio de la ciencia, se evidenció un conjunto de debilidades relacionadas con la exploración de hechos y fenómenos, la formulación de hipótesis, la recolección y organización de datos, el análisis de la información y la redacción de un reporte de resultados.

A partir de esta primera toma de contacto con los estudiantes y la docente, se consideró necesario el diseño de un procedimiento de evaluación formativa que facilitara el aprendizaje de los estados de la materia y sus cambios en los estudiantes. El procedimiento de evaluación al que se alude se sustenta en los fundamentos teóricos de la evaluación formativa, entendida como una oportunidad para que el estudiante ponga en juego sus saberes, visibilice sus logros, aprenda a reconocer sus debilidades y fortalezas y mejore sus aprendizajes. En el procedimiento se consideran ocho etapas: objetivos, criterios de logro y evaluación, planificación, evidencias de aprendizaje, descubrimiento de la brecha, retroalimentación, adaptación al proceso de enseñanza-aprendizaje, andamiaje para el nuevo aprendizaje y cierre de la brecha. Como propiedades destacables de este procedimiento se encuentran el hecho que se cumple a lo largo del proceso didáctico entero (inicial, de proceso y final) y porque permite la participación del docente (heteroevaluación) y del estudiante (autoevaluación).

Mediante la aplicación del procedimiento de evaluación formativa, principalmente en la fase de retroalimentación pertinente y constante sobre los desempeños de los estudiantes, la motivación y la participación iniciales aumentaron. Estas mejoras actitudinales favorecieron, dentro de un proceso natural, el progreso en el desarrollo de sus habilidades científicas, la exploración de hechos y fenómenos, la formulación de hipótesis, la observación, recolección y organización de la información relevante, el análisis de problemas y compartir los resultados. Tales mejoras se apreciaron a lo largo de la intervención y también en prueba final, lo cual supone el logro de los objetivos planteados al iniciar el proceso.

El cumplimiento de los objetivos también fue apreciado por la docente titular, que destacó que el procedimiento contribuyó al desarrollo de habilidades científicas y al aprendizaje del tema curricular elegido. La docente también valoró positivamente la recolección de evidencias del aprendizaje logrado por los estudiantes mediante escalas de valoración descriptiva, diario de campo y las fichas de autoevaluación y satisfacción del desempeño. Asimismo, la docente estimó la conveniencia de la evaluación formativa como herramienta para mejorar el desempeño de los estudiantes antes de llegar al final del proceso, pues si los resultados parciales no son satisfactorios, se está a tiempo de reconducir las estrategias. De acuerdo con su opinión, finalmente, la intervención promovió el trabajo en equipo, la participación activa, la motivación y responsabilidad de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje.

La investigación que se reporta en este artículo científico sobre la evaluación formativa como apoyo para el desarrollo de habilidades científicas en escolares colombianos proporciona una base sólida para futuras investigaciones. La prospectiva para continuar este estudio implica explorar la eficacia a largo plazo de este enfoque de evaluación en el desarrollo de habilidades científicas a lo largo del tiempo. Además, sería valioso investigar cómo este procedimiento de evaluación formativa puede adaptarse para aproximarse a las necesidades específicas de diferentes grupos de estudiantes, incluyendo aquellos con diversos estilos de aprendizaje o habilidades académicas. Asimismo, se podría indagar sobre la viabilidad de integrar tecnologías educativas innovadoras [34], como simulaciones o juegos interactivos, por su puesto atendiendo al contexto escolar, para mejorar la efectividad de este enfoque de evaluación. Estas investigaciones futuras contribuirían a mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias en la educación primaria y seguramente promoverían un aprendizaje más significativo y duradero en esta área.

## VI. DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERESES

Declaro que durante la ejecución del trabajo y redacción del artículo no se ha incido en interés propio o ajeno que pueda afectar las buenas prácticas editoriales e investigativas.

## VII. REFERENCIAS

- [1] Furman, M. (2016). Educar mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia. Documento básico para el XI Foro Latinoamericano de Educación. Buenos Aires: Santillana. Disponible en <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/4776>.
- [2] Hernández, C. (2005). ¿Qué son las competencias científicas? Foro Educativo Nacional, 31-52. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional. Disponible en [https://acofacien.org/images/files/ENCUENTROS/DIRECTORES\\_DE\\_CARRERA/I\\_REUNION\\_DE\\_DIRECTORES\\_DE\\_CARRERA/ba37e1\\_QUE%20SON%20LAS%20COMPETENCIAS%20CIENTIFICAS%20-%20C.A.%20Hernandez.PDF](https://acofacien.org/images/files/ENCUENTROS/DIRECTORES_DE_CARRERA/I_REUNION_DE_DIRECTORES_DE_CARRERA/ba37e1_QUE%20SON%20LAS%20COMPETENCIAS%20CIENTIFICAS%20-%20C.A.%20Hernandez.PDF).
- [3] Brockman, J. (Ed.). (2004). Curious Minds: How a Child Becomes a Scientist. New York: Pantheon Books.
- [4] Serrano Rodríguez, R. (2020). Mentas curiosas. Desarrollo del pensamiento científico desde los primeros años. En Hurtado Maceyra, A, L. y Alejandro Otero, O. M. I Congreso Internacional de Educación infantil. Compromisos y desafíos para una infancia saludable. Memorias. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. pp 9-12.
- [5] Guevara Ruiseñor, E. S. y Flores Cruz, M. G. (2018). Educación científica de las niñas, vocaciones científicas e identidades femeninas. Experiencias de estudiantes universitarias. Actualidades Investigativas en Educación, 18(2), 170-201. Disponible en [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-47032018000200170](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-47032018000200170).
- [6] Guevara Ruiseñor, E. S. y Flores Cruz, M. G. (2021). De la enseñanza de la ciencia a la educación científica de las niñas con una perspectiva de género. Géneros. Revista de investigación y divulgación sobre los estudios de género, 27(28), 91-116. Disponible en <https://revistasacademicas.ucol.mx/index.php/generos/article/view/65>.

- [7] Torres, J., Chávez, H. y Cadenillas V. (2021). Evaluación formativa: una mirada desde sus diversas estrategias en educación básica regular. *Revista Innova Educación*, 3(2), 386-400.
- [8] Torres Arias, R. et al. (2013). Evaluación Formativa. Ministerio de Educación Pública. <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/documentos/evaluacion-formativa.pdf>.
- [9] Moscatelli Arena, S. (2013). Evaluación para el Aprendizaje en Ciencias Naturales. Ministerio de Educación Nacional. Disponible en <https://basica.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/25/2016/06/EVALUACIONPARAAPRENDIZAJE.pdf>.
- [10] Fernández, D. et al. (2022). Logros de aprendizaje y desarrollo de competencias a través de la evaluación formativa. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 6(23), 418-428. Disponible en <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i23.344>.
- [11] Ruiz Morales, Y.A. (2019). Evaluación formativa y compartida para el desarrollo de competencias investigativas en estudiantes universitarios. *Educere*, 23 (75), 499-508.
- [12] Tough, P. (2012). *How children succeed: Grit, curiosity, and the hidden power of character*. Nueva York: Houghton Mifflin Harcourt.
- [13] Ministerio de Educación Nacional de Colombia. La Educación en Colombia. <https://educacionencolombia.com.co/> Acceso: 06 de septiembre de 2022.
- [14] Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Datos de las Escuelas en Colombia. <https://datoscolombia.com/escuelas-colegios/67123/instituto-tecnico-agropecuaria-felipe-cordero> Acceso: 06 de septiembre de 2022.
- [15] Mejía Rivas, J. D. (2022). Los paradigmas en la investigación científica. *Revista Ciencia Agraria*, 1 (3). en <https://cienciaagraria.com/index.php/rca/article/download/10/26> Acceso: 08 de septiembre de 2022.
- [16] Durán, M. M. (2012). El estudio de caso en la investigación cualitativa. *Revista Nacional de administración*, 3 (1). Disponible en <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/rna/article/view/477/372> Acceso: 08 de septiembre de 2022.
- [17] Espinoza Freire, E. E. (2020). La investigación cualitativa, una herramienta ética en el ámbito pedagógico. *Revista Conrado*, 16 (75). Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/rc/v16n75/1990-8644-rc-16-75-103.pdf>.
- [18] Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE Publications.
- [19] Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice* (4th ed.). SAGE Publications.
- [20] Hernández Mendoza, S., y Duana Ávila, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 9 (17), pp.51-53. Disponible en <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019/7678>.
- [21] Zambrano Díaz, A. (2014). Prácticas evaluativas para la mejora de la calidad del aprendizaje: Un estudio contextualizado en la Unión-Chile. Tesis Doctoral. Repositorio CORA TDX. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona. Disponible en <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/284147/azd1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [22] Anijovich, R. (2017). La evaluación formativa en la enseñanza superior. *Voces de la educación*, 2 (1), Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6475459>.
- [23] Sepúlveda Montoya, I. C. (2018). Incidencia de una unidad didáctica sobre los cambios de estado del agua en la argumentación de los estudiantes del grado segundo de básica primaria de la Institución Educativa Juan XXIII de Santa Rosa de Cabal, Risaralda. Trabajo especial de grado para la obtención del título de Magíster. Repositorio Institucional UTP. Risaralda: Universidad Tecnológica de Pereira. Disponible en <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/53d33a35d60c4c6b9d2857c246e643c8/content>.
- [24] Moreno Pabón, C. (2023). Importancia de la evaluación, coevaluación y autoevaluación en la educación universitaria: Experiencias en la educación artística. *Revista Internacional de Humanidades*, 17(1), 1-12. Disponible en <https://journals.eagora.org/revHUMAN/article/view/4716/3036>.
- [25] Heritage, M. (2010). *Formative Assessment: Making It Happen in the Classroom*. California: Corwin. <https://www.scribd.com/document/362302079/Formative-Assessment-Making-It-Happen-in-the-Classroom>.
- [26] Fernández, S. (2017). Evaluación y aprendizaje. MarcoELE: Revista de Didáctica Español como Lengua Extranjera, 24, 11-28. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6145807>.
- [27] Quintana Fierro, G. (2018). La evaluación formativa de los aprendizajes en el segundo ciclo de la educación básica regular en una institución educativa estatal de ate. Trabajo especial de grado para la obtención del título de Magíster. Repositorio Institucional PUCP. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12955>.
- [28] Patiño Pérez, R. C. (2021). Modelo de evaluación formativa para mejorar la competencia comunicativa del idioma inglés en los estudiantes de un Instituto Superior de Lima. Trabajo especial de grado para la obtención del título de Magíster. Repositorio institucional USIL. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola. Disponible en <https://repositorio.usil.edu.pe/items/cd123fc6-4ab7-4a61-8523-0f3e5fe88e86>.
- [29] López Rúa, A. M., y Tamayo Alzate, O. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* 8 (1). Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134129256008.pdf>.
- [30] Mogollón, O. y Solano, M. (2011). Escuelas activas. Apuestas para mejorar la calidad de la educación. Repositorio del Ministerio de Educación de la República del Perú. Disponible en <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/1545?show=full>.
- [31] Garibay, G. (2019). Conocimiento y manejo de material de laboratorio. Promotora Garibay SA de CV. Disponible en <https://productosdelaboratorio.com/en/blogs/noticias/material-de-cristaleria-mas-comun>.
- [32] Reyes Aguilera, E. A. (2020). Prácticas de laboratorio: la antesala a la realidad. *Revista Multi-Ensayos*, 6 (11). Disponible en <https://multiensayos.unan.edu.ni/index.php/multiensayos/article/view/298/339>.
- [33] Cives Senra, M. (2023). En clave de TIC: La evaluación 2.0. Educación 3.0. Disponible en <https://www.educaciontrespuntocero.com/experiencias/tic-proyecto-evaluacion-centro/>.
- [34] Ruiz Morales, Y.A. (2019). e-Evaluación del trabajo colaborativo en estudiantes universitarios. En Pasqual Schneider, M., Marín-González, F. y Díaz Ballén, J. E. (Comp.), *Políticas de evaluación educacional y accountability: Experiencias en países de América Latina*, (97-114). Barranquilla, Colombia: Editora Unoesc.
- [35] Ruiz Morales, Y.A., García García, M. y Biencinto López, Ch. (2018). Evaluación de competencias genéricas en la universidad. Estudio comparativo en entorno b-learning y presencial. *Acción Pedagógica*, 27, 6-21.