





0

Colección

NÚMERO

Cuadernos
del Seminario en Educación

21

0



Cualificación de los procesos de escritura: un aporte para el aprendizaje de la física

Jainer Alfonso Acosta Leal



Instituto de Investigación en Educación
Facultad de Ciencias Humanas
Sede Bogotá



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Colección
Cuadernos
del Seminario en Educación

NÚMERO
21

Acosta, J.

Cualificación de los procesos de escritura: un aporte para el aprendizaje de la física /
Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2019.
78 págs - Colección Cuadernos del Seminario en Educación

ISBN - 978-958-783-845-9 (papel)

ISBN - 978-958-783-846-6 (digital)

CDD 21 - 375.85 - Ciencias naturales en la enseñanza media

Dolly Montoya Castaño
Rectora

Luz Amparo Fajardo
Decana Facultad de Ciencias Humanas

Enrique Rodríguez Pérez
Director Instituto de Investigación en Educación

© Jainer Alfonso Acosta Leal, autor
© Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá
Facultad de Ciencias Humanas

COMITÉ EDITORIAL

Enrique Rodríguez Pérez
Silvia Alejandra Rey
María Fernanda Silva
Fabio Jurado Valencia

PREPARACIÓN EDITORIAL

Felipe Chavarro, corrección de estilo
Óscar Rodríguez, diseño y diagramación
Catalina Sierra, coordinadora editorial
Centro Editorial de la Facultad de Ciencias Humanas,
auditoría final y producción

ISBN - 978-958-783-845-9 (papel)

ISBN - 978-958-783-846-6 (digital)

Impreso y hecho en Bogotá, D. C., Colombia
Primera edición, 2019

Contenido



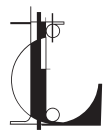
Prólogo	9
Cualificación de los procesos de escritura: un aporte para el aprendizaje de la física	17
Introducción	19
Sobre los rasgos de la escritura científica y su abordaje en el aula	23

El contexto de la investigación:	
El espacio y los sujetos	43
Los logros y dificultades de los estudiantes	46
Balance y reflexiones	67
Bibliografía	75

Prólogo





The initial letter 'L' is stylized with a vertical line on the left, a horizontal line at the top, and a curved bottom. It is overlaid with a grid of lines and a circle, suggesting a technical or scientific theme.

La escritura, si surge de un proceso auténtico de interacción vital con el mundo, tiene la fuerza de configurar perspectivas sobre la realidad, constituir un pensamiento propio y favorecer la comprensión de eventos poéticos, experimentos científicos, modelos matemáticos, expresiones artísticas. La experiencia del profesor Jainer Alfonso Acosta Leal en San José del Guaviare es un ejemplo de esta posibilidad de la escritura. En su investigación durante su formación en la maestría de Educación de la Universidad Nacional de Colombia fue mostrando cómo la escritura prefigura y configura las conexiones de los acontecimientos de la vida cotidiana para formar conceptos abstractos de los mismos en el campo de la física.

El profesor Acosta logra evidenciar que antes de partir de unos conceptos ya dados e incuestionables es necesario cambiar de enfoque y comenzar por una lectura del entorno y de las situaciones que ocurren en la realidad. Es decir, va propiciando una lectura de los eventos comunes y de los fenómenos que se dan en distintos contextos: deportivos, económicos, naturales, culturales. Si se logra esta lectura de los acontecimientos, sea directamente o por mediaciones como los medios de comunicación, los textos escritos y otros, puede venir el proceso de constitución de una mirada científica de esos fenómenos. De este modo, el estudiante es quien va construyendo su comprensión desde una lectura de lo vivido hasta llegar a una conceptualización más elaborada en la que comprende que los hechos de la realidad pueden abordarse científicamente, es decir, con una intención que va más allá de la simple lectura de lo cotidiano. De esta manera, él es quien va paso a paso abriendo los horizontes de la conceptualización. A su vez, puede comunicar esta experiencia mediante una escritura que él mismo elabora y reelabora y que ha nacido de su propia experiencia y no de los parámetros ajenos que se pueden imponer desde los libros de texto o desde los conocimientos de un docente que sigue al pie de la letra un programa dado de antemano e inmodificable.

Se ve así un proceso de aprendizaje de las ciencias, en este caso de la física, que rompe con los esquemas tradicionales de enseñanza. Se opera un giro en el enfoque en tanto se parte de las vivencias y de los contextos de quienes aprenden y no de los conceptos incuestionables

de una disciplina. Sumado a ello, se integra una visión de la lectura y la escritura al aprendizaje de la física, de modo no instrumental sino inherente a ella, dado que se le considera una forma particular de leer y escribir sobre el mundo. Este aspecto es el más relevante de este texto, porque siempre se asume que leer y escribir solo se aprende en clase de español. En este caso, la investigación del profesor Acosta mostró que la física es una construcción compleja pero que nace de una forma de leer el mundo desde un lenguaje particular, unas concepciones abstractas sobre los fenómenos que nacen de ellos mismos y no de conceptos ya dados. Al mismo tiempo presenta la escritura como una forma de expresar estas experiencias y llevarlas a textos que pueden ser leídos por todo tipo de lectores y suscitar nuevos procesos de lecturas científicas del mundo en un proceso continuo.

Así que los estudiantes y el mismo docente se van transformando en estas maneras de leer, se reconocen como creadores de perspectivas propias e intérpretes de los fenómenos del entorno y no como meros acumuladores pasivos de información. En consecuencia, estamos ante una revolución en el aprendizaje de la física que abre un campo infinito de posibilidades y ante todo forma lectores y escritores críticos. Ojalá el docente lector haga un rastreo minucioso de esta propuesta y se sienta impulsado al cambio. Con esto, se puede afirmar que sí es posible pensar en la escuela de manera genuina y ser constructores de modos de leer y conformar perspectivas y,

mucho más, de alcanzar maneras de conceptualizar los fenómenos del entorno. Esto podría ser el fundamento de muchas transformaciones en los estudiantes y en los mismos docentes, en tanto se asumen como productores de textos y lectores críticos de la realidad.

Enrique Rodríguez Pérez
Profesor Asociado
Universidad Nacional de Colombia
Departamento de Literatura
Instituto de Investigación en Educación
Maestría en Educación
Línea de Investigación en Lenguajes y Literaturas





Cualificación de los procesos de escritura: un aporte para el aprendizaje de la física

////////////////////////////////////
Jainer Alfonso Acosta Leal¹
Correo electrónico: cyberjaal@gmail.com

¹ Profesor de la Institución Educativa Manuela Beltrán, San José del Guaviare. Licenciado en Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad del Magdalena. Magíster en Educación de la Universidad Nacional de Colombia.



Introducción

Todas las disciplinas del conocimiento construyen constantemente sus propios géneros discursivos y sus textos. Estos son interpretados sin ninguna dificultad por las comunidades de expertos, pero a aquellos que no están familiarizados con los códigos particulares de dichos géneros discursivos se les dificultará comprender y escribir sobre los saberes específicos producidos por los expertos.

Los estudiantes en la escuela son un ejemplo de aquellos sujetos a los que se les dificulta leer de manera comprensiva y escribir sobre los saberes específicos que deben aprender en su vida escolar, y si se trata de textos de corte científico el asunto es aún más complejo. Decimos complejo porque

en las clases de ciencias naturales —al menos en las escuelas colombianas—, el énfasis de la enseñanza y el posterior aprendizaje no se pone en la comprensión y producción de textos de corte científico. Cabría preguntarse, entonces, ¿por qué no incluir la escritura de textos de corte científico en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias? ¿Qué es lo que realmente se les dificulta a los estudiantes a la hora de enfrentarse a este tipo de textos? Estos y otros interrogantes serán abordados más adelante, pues hacen parte de las reflexiones pedagógicas que pretendemos poner en consideración en el presente artículo.

Ahora bien, la mencionada dificultad de los estudiantes para leer y escribir textos de corte científico puede sustentarse inicialmente con el estudio internacional SERCE². Dicho estudio revela, de manera amplia, las dificultades y los aciertos que presentan los niños de tercer y sexto grados de las escuelas de América Latina y el Caribe, en relación con sus habilidades de interpretación, comprensión y producción de diversos tipos de texto. En el SERCE se indica, entre otras cosas, que a los estudiantes se les dificulta reconocer la intención de la explicación —secuencia predominante en los textos de

² El Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE) fue realizado por el Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (Llece), de la Orealc-Unesco, entre los años 2004 y 2010. Su objetivo fue evaluar los aprendizajes de los estudiantes de tercero y sexto grados en lectura, escritura y matemáticas y, de forma opcional, en ciencias naturales en grado sexto. El estudio se realizó en dieciséis países de América Latina y el Caribe y en el estado mexicano de Nuevo León.

corte científico— y que tienen dificultades para relacionar las figuras que aparecen en un texto con la información expuesta en el mismo. Adicionalmente, al 54% de los estudiantes de grado sexto les es difícil reconocer una explicación ubicada dentro de otra.

Por otro lado, en relación con la producción de textos explicativos, se señala que un 55% de los estudiantes de tercero y un 88% de sexto grado logran elaborar un primer borrador de acuerdo con la consigna entregada. No obstante, el texto final no se correlaciona con ese primer borrador, pues su estructura no corresponde con el género discursivo solicitado o incluye temas que no son pertinentes con la intención comunicativa señalada en la consigna. Según las cifras del SERCE, apenas un 37% de los chicos adecúan el borrador al texto final, y en grado sexto solo lo logra el 34%. Esta situación devela que a una cantidad considerable de estudiantes se les dificulta seguir instrucciones para construir un texto de manera procesual.

El anterior referente, aunado a la ausencia de apuestas pedagógicas de los docentes de física respecto a la construcción de textos de corte científico, sentó las bases de esta investigación que se describirá de manera sucinta a lo largo del presente artículo. La intervención pedagógica a la que hacemos referencia se desarrolló en el año 2011 en una institución educativa pública de la zona urbana del municipio de San José del Guaviare (Colombia), con un grupo de aproximadamente treinta estudiantes, quienes en el marco de un proyecto pedagógico de evaluación formativa y auténtica escribieron textos de tres géneros

discursivos, en los que las secuencias predominantes fueron la argumentativa, la descriptiva y la explicativa.

Para mostrar cómo se logró cualificar la escritura de los estudiantes y su correspondiente proceso de aprendizaje de conceptos propios de la física, describiremos, en primer lugar, las vertientes conceptuales en las cuales se enmarcó la investigación, así como las posturas teóricas que orientaron el desarrollo del proyecto; luego exponemos las características más relevantes de la población estudiantil que fue objeto de la investigación y, a continuación, presentaremos de manera detallada algunos de los hallazgos obtenidos después de la intervención pedagógica. En particular, analizaremos en detalle dos de los textos producidos por los estudiantes. Finalizaremos con la exposición de las conclusiones, las marchas y contramarchas del proceso de investigación, así como las autocríticas y las recomendaciones que consideramos pertinentes para los colegas de física que deseen replicar o adaptar el proyecto a sus contextos educativos.

Sobre los rasgos de la escritura científica y su abordaje en el aula

El trabajo en las ciencias físicas está ligado a múltiples actividades, necesarias para explicar los fenómenos particulares y para la consecuente aprehensión de los conceptos específicos. Comúnmente se cree que tales actividades están referidas a la medición y el registro de datos cuantitativos, a pruebas de hipótesis, a cálculos y análisis de variables, a manipulación de dispositivos, entre otras tareas de tipo operacional. Pocas veces se cree que la actividad científica está relacionada con la escritura de textos descriptivos, explicativos o argumentativos, es decir, que la ciencia también supone comunicar el conocimiento (Dibarboure, 2009).

Es precisamente el acto comunicativo una de las formas en las que el científico muestra a través de un texto, generalmente explicativo, todo lo que ha aprendido en su proceso de investigación. El texto se convierte entonces en la evidencia de la comprensión que se ha logrado después de tanto razonar. La anterior afirmación invita a los docentes de ciencias experimentales a reflexionar acerca de la producción de textos de contenido científico como una posibilidad pedagógica para favorecer el aprendizaje de los conceptos básicos de las ciencias.

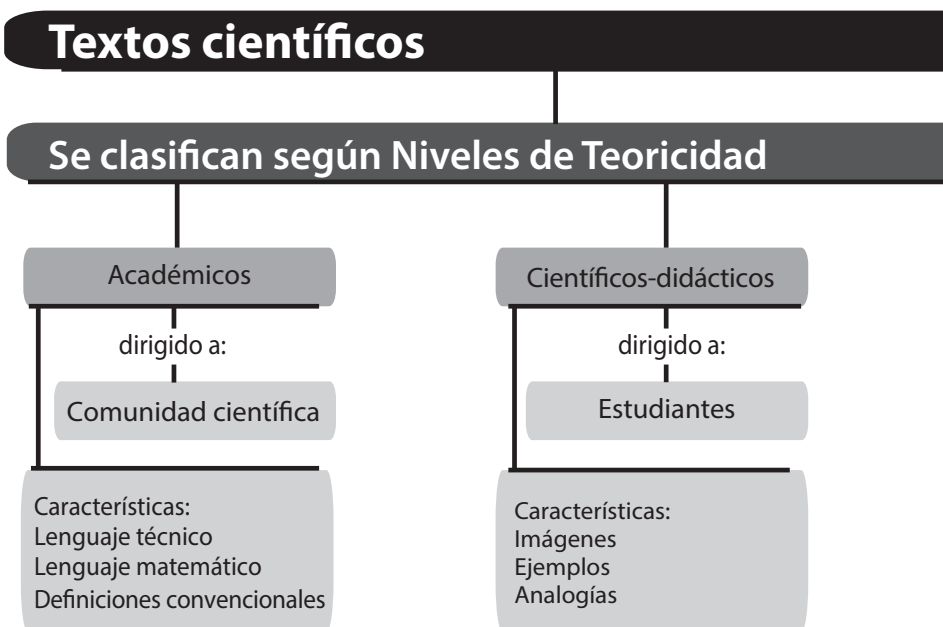
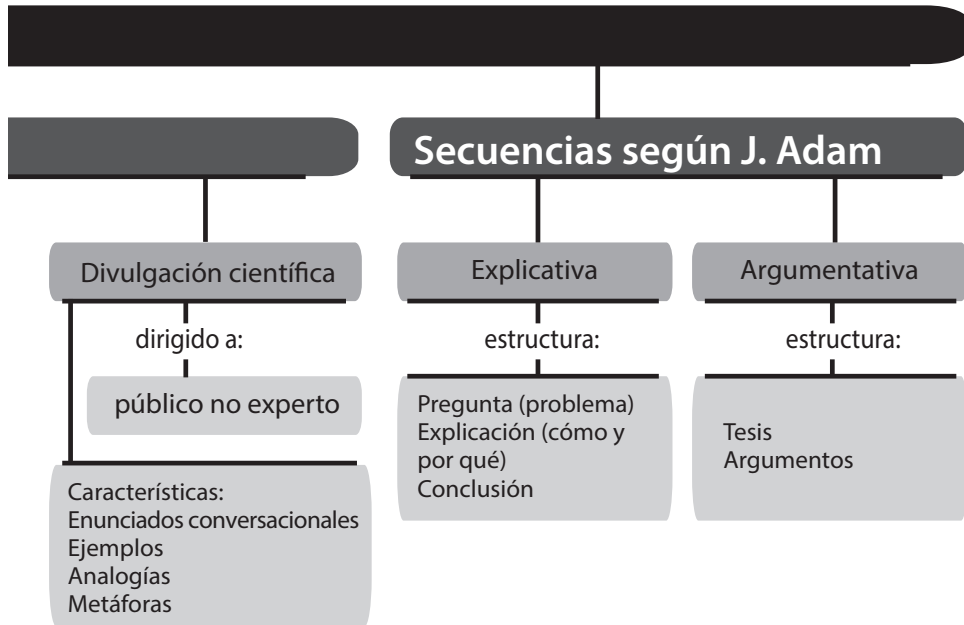


Figura 1. Clasificación de los textos científicos y secuencias según J. Adam
Fuente: Elaboración del Autor

Con el fin de adentrarse en los terrenos de la producción escritural de textos científicos hay que conocer, en primer lugar, cómo están estructurados. Existen tres aspectos fundamentales de los textos en general y de los textos científicos en particular que es necesario explicar antes de continuar: las secuencias (Adam, 1992), los géneros discursivos propios de las ciencias y los recursos discursivos que se utilizan al escribir sobre ciencias. Según J.M. Adam (1992), a partir de las bases expuestas por Bajtín (1982) y por lingüistas



del texto como Van Dijk (1980), existen cinco tipos de secuencias textuales: descripción, explicación, argumentación, narración y diálogo, aunque Bronckart (2004) agrega otra: la secuencia instruccional. Teniendo en cuenta el objeto de la investigación y la extensión de la presente publicación, solo nos referiremos a las secuencias explicativa y argumentativa, dos de las tres más frecuentes en los textos científicos.

La secuencia explicativa, por su parte, responde a la pregunta “por qué o cómo se produce”. La pregunta constituye el problema que debe resolverse y puede estar planteada implícita o explícitamente en el título o en las primeras frases del texto. La explicación propiamente dicha resuelve el problema y suele presentar, como macroproposición final, una recapitulación (Adam, 1992). La secuencia argumentativa, por otra parte, está compuesta por la tesis o conclusión (idea que se quiere demostrar o refutar) y por los argumentos o razones que permiten deducir o inducir la tesis.

En cuanto a los géneros discursivos propios de las ciencias experimentales, hay que decir que pueden clasificarse según el destinatario, el autor y el mensaje que se quiere comunicar. Al respecto, Loffler-Laurian (1984, cit. en Zamudio y Atorresi, 2000) señala que hay tres tipos de textos científicos: el discurso teórico o discurso científico especializado, el de semidivulgación científica y el de divulgación científica.

El discurso teórico o científico es escrito por expertos y dirigido a una comunidad de expertos, a través de libros y revistas especializadas que pasan por procesos de revisión por parte de esa misma comunidad. En este tipo de textos, el carácter impersonal y los tecnicismos utilizados y no aclarados son abundantes. En cambio, los textos de semidivulgación tienen menos densidad terminológica e incluyen algunas aclaraciones o ejemplos de las definiciones. El lector supuesto no es un colega pero tampoco un lego. El soporte material suele ser una revista

o un libro de editoriales no especializadas en ciencias pero que, por ejemplo, ofrecen colecciones sobre ciencia

Finalmente, encontramos los textos de divulgación científica, producciones cuyo objetivo es lograr que los no expertos en temas científicos puedan comprender los conocimientos producidos por los teóricos. Para lograrlo, los divulgadores científicos, que generalmente no son científicos, utilizan un lenguaje más cotidiano y menos técnico, enunciados conversacionales, abundantes analogías, ejemplos y aclaraciones, así como imágenes redundantes. El soporte de estos textos es la prensa diaria o las revistas no especializadas que se dirigen a gran cantidad de lectores. Este tipo de texto es el que quizá nos ofrece más posibilidades para trabajar en la clase de ciencias porque los estudiantes, sin ser expertos en ciencias, pueden escribir sobre ciencias.

Por ejemplo en las siguientes páginas encontraremos portales donde se divulgan este tipo de textos:

- <http://www.nationalgeographic.com.es/ciencia>
- <http://noticiasdelaciencia.com/sec/ciencia/>
- <https://www.sophimania.pe/> (portal peruano)
- <http://www.solociencia.com/>
- <http://www.agenciasinc.es/> (portal español) <http://datos.mincyt.gob.ar/#/> (portal argentino de divulgación científica)
- https://innovacionyciencia.com/articulos_cientificos (portal colombiano)

Para evidenciar la estructura y la construcción narrativa de este tipo de textos voy a ejemplificar con artículos en concreto; el primero, pertenece a un artículo periodístico de la prensa española, que se titula *Rafa Nadal: ciencia y tecnología*. El subtítulo que lo acompaña —*Física, química, informática y nanotecnología están detrás del juego que ha devuelto al mallorquín a lo más alto del tenis mundial* (López, 2017)— da una idea más específica sobre lo que tratará el texto y juega con la idea de secuencia explicativa, que se enunció anteriormente, que responde a las preguntas por qué y cómo se produce, y que además da cuenta de un concepto físico aplicado a una realidad inmediata, el deporte.

Como ya se ha mencionado, los textos científicos están plagados de diversos recursos discursivos: paráfrasis, analogías, ejemplos, definiciones, imágenes y hasta metáforas, en el caso de los géneros de divulgación. La paráfrasis es un recurso discursivo que utiliza el escritor de divulgación (y también el de textos didácticos de ciencias) para reiterar, ampliar, aclarar o ilustrar algún planteamiento o teoría expuestos antes y por lo general formulados por otro enunciador.

Cuando Nadal golpea la bola, sale aparentemente recta y los rivales piensan que se irá muy lejos de la pista. Sin embargo, la trayectoria de la pelota rápidamente comienza a curvarse y suele terminar entrando ante la mirada estupefacta de todo el mundo. ¿Por qué ocurre esto? La clave es golpear la pelota con mucho efecto, con suficiente fuerza y a una distancia significativa del rival. De nuevo la fuerza aparece como un factor importantísimo en los golpes de Nadal. Inicialmente, la pelota golpeada por Nadal sigue la primera ley de Newton, según la cual un cuerpo se mueve en la misma dirección y a la misma velocidad hasta que se le aplica una fuerza que lo haga variar de dirección (Ibíd.).

Como vemos acá, el autor para ampliar y aclarar el concepto de fuerza que está detrás del golpe Nadal trae la primera ley de Newton.

La analogía, por otro lado, se caracteriza por tener una estructura básica cuya fórmula general es “A es a B como C es a D”, es decir, es una comparación entre un planteamiento y otro que es más inteligible que el primero. Según Grize (1990, cit. en Zamudio y Atorresi, 2000), una de las características principales de la analogía es que relaciona una situación compleja con otra más común, de tal forma que el interlocutor pueda comprender lo complejo. En el

siguiente párrafo, de un artículo que se titula: *Bailando no se ganan carreras* (Universidad del País Vasco, 2017) lo podemos observar:

El trabajo publicado esta semana en Science, nos adentra un poco más en la comprensión de una nueva frontera de la física, el reino del attosegundo. Imaginen una carrera de 100 metros en la que participa Usain Bolt, el hombre más rápido de la historia, en plena forma. Imaginen los músculos en tensión, el pistoletazo de salida y los escasos diez segundos que transcurren hasta cruzar la línea de meta. E imaginen la sorpresa al descubrir que Usain Bolt, aun siendo el más rápido, llega en último lugar, unos segundos después que el resto de corredores. Y que la razón de que pierda la carrera es que el bueno de Usain ha decidido marcarse unos pasos de baile antes de echar a correr. Aunque parezca mentira, esto es lo que ocurre en el reino del attosegundo, en carreras entre electrones que transcurren en intervalos de tiempo de trillonésimas de segundo.

En el texto es posible observar cómo su autor se vale de un ejemplo cotidiano para hacer una analogía entre el mundo real –el hombre más rápido del mundo– y el mundo de la Física –el comportamiento de electrones–. Se trata del traslado de conceptos científicos a casos más tangibles para la comprensión de aquellos que no dominan dichos conceptos.

El ejemplo es otro de los recursos lingüísticos propios de los textos didácticos y de divulgación científica. El objetivo de un ejemplo es esclarecer un concepto, una postura o una definición. Los textos escolares de ciencias o didácticos utilizan el ejemplo de manera reiterada para que los estudiantes comprendan cómo funcionan en el mundo real las leyes o teorías científicas; sin embargo, esto no es garantía de que los lectores novatos comprendan los conceptos científicos. En el artículo que evidencia la investigación de tres universidades europeas acerca de por qué los electrones más rápidos se retrasan y que se titula *Bailando no se ganan carreras* es posible ver que una fotografía ilustra y amplía la analogía anterior y por ende la explicación de un fenómeno físico: la pérdida del electrón más rápido en la carrera de velocidad de electrones, y que ayudaría a entender, en aplicaciones más reales y tangibles, cómo los electrones gracias a una excitación inicial pueden generar una corriente eléctrica.

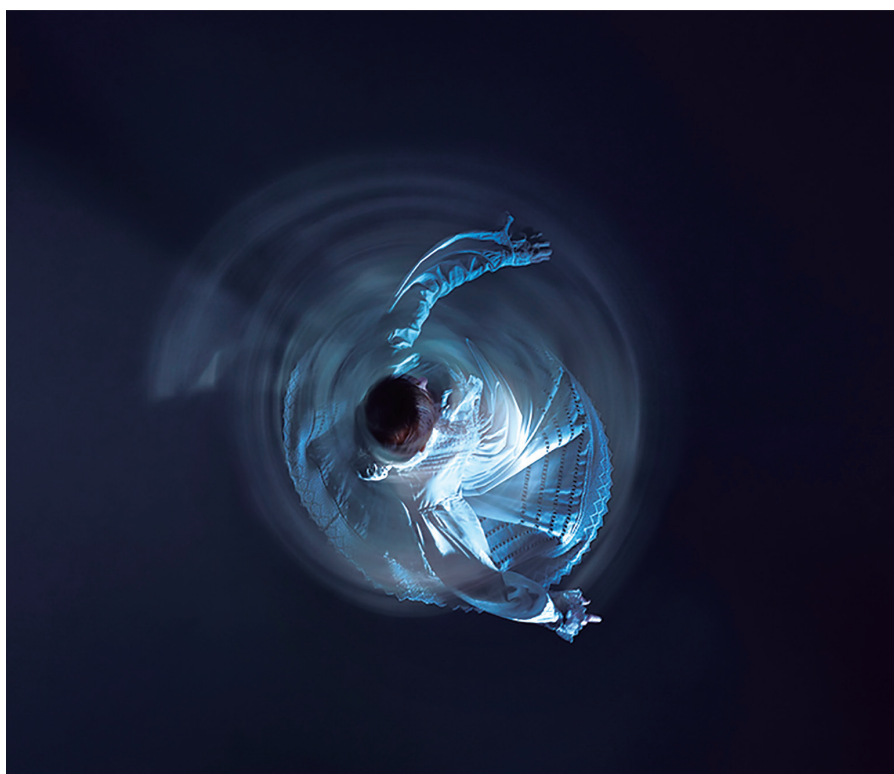


Figura 2. Esta fotografía muestra el símil de un electrón atrapado “bailando” alrededor del núcleo atómico

Fuente: Fotografía: López de Zubiría; Dirección de arte: Santos Bregaña; Bailarina Itsaso Gabellanes.

Incluso en el pie de foto se menciona como un “símil” del fenómeno que pretende explicar el artículo de divulgación científica.

En los campos científico y técnico predomina otro de los recursos discursivos de los textos científicos: las definiciones convencionales. La creación de estas definiciones obedece a convenciones o concertaciones entre un grupo de expertos o una comunidad; por ejemplo, según la física, la definición más reciente de metro se enuncia así: “es la distancia recorrida por la luz en el vacío durante un tiempo de $1/299\,792\,458$ segundos”. Las definiciones convencionales se mantienen en el tiempo a menos que cambien los acuerdos establecidos sobre ellas.

Todo lo expuesto hasta el momento nos muestra que la escritura de textos de corte científico por parte de los estudiantes es una excelente forma de revelar sus aprendizajes en ciencias. La calidad y la (in)coherencia de esas producciones textuales, de lo parafraseado, lo ejemplificado o lo comparado en las mismas, le permiten al docente analizar su quehacer y, en consecuencia, tomar decisiones para efectuar los ajustes que permitan superar las dificultades encontradas.

Pero ¿cómo hacer posible la escritura de textos de corte científico en el aula, teniendo en cuenta sus características? Para lograrlo, soportamos la intervención pedagógica en dos propuestas conceptuales: la escritura procesual y los proyectos de evaluación formativa y auténtica. La primera porque si lo que se desea es

que los estudiantes asuman el rol de escritores, es necesario que interioricen la producción textual como un proceso de construcción de significados, que se transforma en función de las habilidades y limitaciones de quien escribe e incluso de las exigencias mismas del texto.

De acuerdo con el modelo más citado de Flower y Hayes (1980, cit. en Atorresi y cols., 2010), el proceso de escritura está constituido básicamente por tres momentos: prescritura o planificación, puesta en texto y revisión o corrección. Estos momentos o fases no son secuenciales sino que se yuxtaponen en una dinámica no lineal que le permite al escritor perfeccionar el texto a medida que utiliza sus habilidades comunicativas. Esto quiere decir que el autor puede saltar de una etapa a otra si algo le indica que es necesario hacerlo, comportamiento frecuente en los chicos de escuela. Estos saltos aparentemente desordenados permiten corregir errores, cambiar perspectivas, ampliar concepciones o interpretaciones en el texto, de manera que el objetivo principal, escribir con sentido y significado, se logre de manera satisfactoria. La perspectiva de Flower y Hayes fue la adoptada en la investigación que estamos describiendo.

Ahora, los proyectos pedagógicos en general y los de evaluación auténtica en particular son estrategias metodológicas que se ajustan perfectamente al logro de aprendizajes por procesos, argumento que se ajusta a la escritura procesual, perspectiva mencionada anteriormente. Pero ¿en qué consisten los proyectos de evaluación formativa y

auténtica? Según Atorresi y Ravela (2009), un proyecto es un constructo pedagógico de participación colectiva que busca alcanzar unas metas de aprendizaje propuestas de manera procesual, a través de la ejecución de una serie de actividades o tareas auténticas enmarcadas dentro de un contexto auténtico. Dicho de otra forma, un proyecto de evaluación formativa y auténtica es una propuesta pedagógica que enmarca uno o varios problemas en un contexto real o posible. La ejecución de tareas o consignas auténticas como fases reales para la elaboración de un producto le permiten al estudiante, en lo posible, aplicar el conocimiento aprendido a situaciones de su vida cotidiana. En estos proyectos la evaluación es permanente y tiene por fin formar al estudiante en varios sentidos. Las demás características de este tipo de proyecto se sintetizan en la siguiente tabla, elaborada por Atorresi y Ravela (2009):

Parte	Características
Contexto auténtico	Caracteriza la situación auténtica en que se enmarcará el proyecto. Incluye el o los roles que deberán asumir los estudiantes y describe el espacio-tiempo extraescolar en que supuestamente deberán desempeñarse.
Producto(s) final(es) auténticos	Describe claramente los productos finales a los que se llegará desempeñando el rol y situándose en el espacio-tiempo propuestos. Los productos descritos son auténticos; tienen relevancia en contextos sociales y culturales existentes en el presente o en el pasado; tienen un destinatario existente en el presente, el pasado o el futuro inmediato; pueden ser elaborados de diferentes formas a lo largo de fases de trabajo.
Propósitos	Traducen y desglosan de forma comprensible para los alumnos los objetivos de aprendizaje que el docente se propuso como meta. Justifican ante los estudiantes para qué asumirán tal rol, se ubicarán en tal tiempo y tal espacio y elaborarán tal o tales productos.
Fases de trabajo	Enumera y enuncia de forma clara para los estudiantes las grandes fases de trabajo en que se subdividirá el proyecto, de modo que puedan planificar sus acciones, hacer, evaluar, tomar decisiones, sortear restricciones, enfrentar dilemas o solucionar problemas, elaborar productos parciales o preliminares, ajustarlos y terminarlos. La cantidad de fases tiene estrecha relación con las habilidades de los estudiantes.
Consignas de trabajo	Enumeran y enuncian de forma clara para los estudiantes los pasos que deben seguirse para concretar cada fase de trabajo. Están graduadas según su dificultad, determinada simultáneamente por los procesos cognitivos que deben movilizarse y los conceptos que deben activarse o incorporarse.
Materiales y recursos para realizar el trabajo	Según el nivel educativo y considerando la importancia de favorecer la autonomía de los estudiantes, ofrece los materiales y recursos necesarios para realizar las consignas, o sugiere cómo obtenerlos, o brinda criterios para buscarlos y seleccionarlos, o combina las alternativas anteriores.

Parte	Características
Criterios de evaluación	Explicita de forma clara para los alumnos qué se valorará durante la ejecución del proyecto y al término del proyecto para juzgar si han alcanzado los propósitos. Los criterios ofrecen solo información cualitativa, pues este tipo de evaluación no tiene por objeto entregar puntuaciones.
Duración	Específica a los estudiantes a lo largo de cuántas sesiones en clase, extraclase o de ambos tipos se concretará el proyecto y cada una de sus fases. Prevé las instancias de evaluación y devolución y la “vuelta atrás” o recursividad que suponen algunas fases.
Herramientas de evaluación para uso del docente	Comprende el conjunto de instrumentos de evaluación que el docente usará en las diferentes fases de trabajo, de los productos parciales o preliminares y de los productos finales: registros de observaciones, listas de cotejo, matrices de valoración de los productos parciales y finales, matrices de valoración de la interacción grupal, entre otros. Según su propósito, los instrumentos serán o no además comprensibles para el alumno. Comprende también el conjunto de estrategias de devolución informal que se ponen en juego durante la resolución de las consignas para retroalimentar, reorientar y regular los aprendizajes.
Herramientas de evaluación para uso de los estudiantes	Comprende el conjunto de instrumentos de co- y autoevaluación de las diferentes fases de trabajo, de los productos parciales o preliminares y de los productos finales: listas de cotejo y matrices de valoración. Según el nivel educativo y los propósitos, los elaboran el docente, el docente y los alumnos o los alumnos. En todos los casos, son claros para los alumnos.
Evaluación del propio proyecto	Consiste en la revisión del proyecto a la luz de las preguntas planteadas por los alumnos que hayan indicado problemas de falta de claridad en la presentación; de resultados que puedan indicar falta de flexibilidad del proyecto en relación con las diversas características de los estudiantes, o excesivo grado de facilidad o dificultad expresados en la baja motivación o la angustia, de la comparación del tiempo de ejecución planificado y el que tomó el proyecto, etc.

Tabla 1. Partes y características de los proyectos de evaluación formativa y auténtica
Fuente: Atorresi y Ravela (2009).

Por razones de extensión, solo presentaremos algunas partes del proyecto de evaluación formativa y auténtica que fue aplicado en el aula: el contexto auténtico, algunos de los propósitos que se pretendieron alcanzar, uno de los problemas trabajados en la tercera fase del proyecto y su correspondiente consigna, además de los aprendizajes esperados tanto en física como en escritura para esta fase. Veamos:

Semana deportiva: el evento perfecto para aprender física

1. Presentación del proyecto:

La semana deportiva es un evento institucional de mucho interés y goce para los estudiantes, en el cual no solo se juega sino que también se aprende. Imagina que el año que viene nuestro colegio organizará el primer encuentro deportivo intercolegial del municipio. Las competencias deportivas que se llevarán a cabo son fútbol, baloncesto, maratón, natación, lanzamiento de jabalina, vóleybol y béisbol. Los docentes de educación física serán los organizadores del evento. Sin embargo, los estudiantes de los grados superiores jugarán un papel importante en la realización de las justas. Los estudiantes desempeñarán diversos roles: hacer publicidad del evento, elaborar y enviar invitaciones, describir situaciones y defender y justificar posiciones en informes, entre otras.

Con el ánimo de que el trabajo sea lo más productivo y significativo posible, los estudiantes se organizarán en grupos, cada uno de los cuales coordinará una de las competencias. Al evento deportivo asistirán padres, deportistas profesionales, estudiantes, docentes de física y educación física, entrenadores profesionales y científicos especializados en la ciencia del deporte. A ellos se dirigirán las producciones.

2. Propósitos del proyecto:

Con la realización del presente proyecto, los estudiantes podrán:

- Trabajar en equipo y asumir responsabilidades individuales y colectivas que permitan tomar decisiones asertivas para lograr el éxito en el cumplimiento de las tareas propuestas.
- Reproducir condiciones experimentales para probar situaciones reales propias de la física.
- Aprender a comunicar resultados científicos a través de la producción de textos explicativos, argumentativos y descriptivos.
- Aprender a ser conscientes de la escritura de un texto de corte científico con el objetivo de superar las dificultades de escritura propias y colectivas.

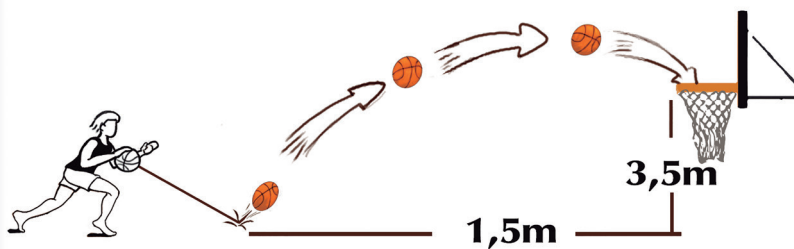
3. Problema y consigna de la tercera fase:

Durante el evento suceden una serie de situaciones que deben ser explicadas a diferentes personas o grupos de personas. Tales explicaciones son responsabilidad de los diferentes equipos que coordinan los respectivos deportes. La explicación debe hacerse por escrito en un informe, teniendo presente a quién va dirigida. La situación que se ha de explicar se presenta a continuación, junto con su destinatario:

3.1 Problema 3: ¡Wow...! ¡Qué encestada!

Destinatario: Científico especializado en baloncesto

Durante el desarrollo de un partido suelen ocurrir jugadas que terminan en anotaciones increíbles y determinantes. En el partido de baloncesto entre los estudiantes del colegio Santander y del José Celestino Mutis ocurrió una de estas jugadas. Un jugador del Santander, valiéndose de sus habilidades, hizo lo siguiente: estando cerca de la "zona de anotación" del equipo contrario, tiró el balón contra el suelo (con una sola mano) de tal forma que rebotó hacia arriba y adelante en anotación, dándole la ventaja a su equipo (véase Figura 1). Esta anotación causó la ovación y la admiración del público y del científico especialista en este deporte, quien presenció el particular juego. Dado que era la primera vez que observaba este tipo de jugada y a que debía retirarse por razones personales, le solicitó al equipo coordinador que elaborara un informe a partir de una simulación. Para esto, dejó a los encargados las siguientes instrucciones:



1. Con el objetivo de reproducir la jugada y explicarla, el equipo de trabajo debe dirigirse a la cancha de baloncesto, realizar varias pruebas y hacer las mediciones pertinentes. Al realizar esta prueba experimental deben tener en cuenta que:
 - a. Los lanzamientos deben ser válidos o por lo menos dar en el aro;
 - b. Deben realizar todos los lanzamientos necesarios para obtener datos con los cuales se pueda hacer un análisis;
 - c. La distancia entre el primer impacto del balón con el suelo y el lanzador, la distancia horizontal que recorre el balón al llegar al aro, el tiempo que dura el balón en llegar al aro, la altura que alcanza el balón, son magnitudes que deberán medirse;
 - d. Necesitarán metro, cronómetro, un balón reglamentario, cámara y el cuaderno de apuntes;
 - e. Será importante que tomen registros filmicos para ver la trayectoria del balón cuando el lanzamiento sea correcto;
 - f. La información recolectada debe organizarse en una tabla de datos;
 - g. Hay que calcular el tiempo promedio de vuelo del balón;
 - h. Hay que usar las ecuaciones paramétricas del movimiento parabólico y la ecuación de la conservación de la energía mecánica para calcular la velocidad inicial del balón.
2. Socialicen los resultados obtenidos y corrijan a partir de las observaciones realizadas. Conserve el proceso y el resultado.

3. Elaboren el primer borrador del informe. Si pueden hacerlo en un computador, les resultará más fácil revisarlo y corregirlo.
 - a. Coloquen un título que resuma el tema.
 - b. Redacten la introducción. Incluyan en ella la descripción del problema, el rol que se les asignó y con qué objetivo explicarán cómo se produjo el gol.
 - c. Redacten el desarrollo. Incluyan la explicación verbal de lo sucedido. Tengan en cuenta que el científico maneja muy bien el tema, por lo tanto, la explicación verbal debe ser bastante formal. A continuación incluyan el proceso que realizaron.
 - d. Redacten la conclusión, es decir, expongan cuáles son las condiciones físicas necesarias para que se realice una cesta como esta.
4. Intercambien el borrador con otro grupo y, empleando la matriz de valoración del informe, marquen, para cada criterio, en qué nivel de producción quedó el escrito. Pongan ejemplos para fundamentar sus valoraciones.
5. Analicen las anotaciones del grupo y el informe que produjeron. Hagan los cambios que les parezcan necesarios.
6. Entreguen el trabajo al docente de física, quien lo evaluará usando la misma matriz y planteará nuevas recomendaciones que les permitirán seguir trabajando en equipo y llegar a la versión final.

4. Aprendizajes esperados en esta fase:

Se espera que los estudiantes profundicen en la estructura del informe y que este tenga sus partes típicas. Desde el punto de vista de las secuencias, se esperan dos descriptivas, una que plantee el tema y otra que exponga el problema que han debido resolver y con qué fin; también se procura que planteen una secuencia explicativa en el

desarrollo (cómo y por qué se produjo el fenómeno analizado), verbal y acompañada por los procedimientos físicos, y una secuencia descriptiva.

En cuanto a la física, se espera que identifiquen los tipos de energía mecánica del móvil (en este caso de los balones) en los estados inicial y final del movimiento, que escriban razonamientos conceptuales sobre cómo se transforma un tipo de energía en otra, prescindiendo de las fuerzas no conservativas (rozamiento con el aire, por ejemplo) y a partir de allí que apliquen la ecuación de la ley de la conservación, para obtener la expresión algebraica que permita realizar el(los) cálculo(s) pertinente(s).

A continuación, describiremos algunas características del contexto en el que se desarrolló el proyecto y de los estudiantes que participaron en él, antes de pasar a analizar los textos producidos por algunos de los estudiantes involucrados.

El contexto de la investigación: el espacio y los sujetos

En el municipio de San José del Guaviare existen cinco instituciones educativas oficiales que ofrecen los niveles de educación preescolar, básica primaria, secundaria y

educación media. Una de ellas es la Institución Educativa Manuela Beltrán (en adelante, Iemabe), la cual funciona desde hace veintisiete años. Ubicada en el barrio El Porvenir, al nororiente del municipio, se encuentra cerca de las dos plazas de mercado de San José; a su alrededor se hallan varios comercios, entre ellos dos pequeñas papelerías que cubren las necesidades de docentes y alumnos, especialmente durante la jornada escolar. Tras el colegio hay otros barrios de estrato 1, que colindan con el humedal del municipio y de donde proviene la mayor parte de la población del colegio. La ubicación de estos barrios hace que las familias que los habitan sufran las inclemencias de la temporada invernal y, en ocasiones, sean reasignados a refugios temporales.

En relación con la educación media, en el 2011 la Iemabe contaba con cuatro grupos en grado décimo y tres en grado once. En promedio, cada grupo de grado décimo estaba integrado por treinta estudiantes y cada grupo de grado once por veintisiete. Para el desarrollo del proyecto de investigación, se decidió trabajar con grado décimo-cuatro, teniendo en cuenta algunas características del grupo, como su bajo nivel de desempeño académico y la edad avanzada de un buen número de estudiantes en relación con el grado cursado.

El 46 % del grupo era oriundo de otras regiones del país, principalmente del Meta y el Eje Cafetero, y un 54 % era nativo del Guaviare. Además, 64 % del grupo vivía en barrios cercanos a la institución educativa y el restante 36% en barrios muy alejados. 67 % de los

estudiantes vivían en barrios de estrato 1, 29 % en estrato 2 y solo 1 estudiante pertenecía al estrato 3.

Frente a la pregunta sobre la asignatura en la que, según ellos, tenían un mejor desempeño, 35 % respondió castellano, 16 % matemáticas, 22 % ciencias sociales, 9 % inglés y 6 % química; el resto del grupo (22 %) afirmó que se destacaba en asignaturas como ética, religión y contabilidad. Ningún estudiante afirmó destacarse en física, lo cual obedece quizá a que empiezan a estudiar esta asignatura solo cuando ingresan al grado décimo; además, como ocurre en el caso de matemáticas, esta área del conocimiento es concebida por la comunidad estudiantil como una de las más difíciles.

Con respecto a las condiciones socioeconómicas de los estudiantes y sus familias, se tomaron como indicadores dos tipos de bienes: los electrodomésticos y los libros. Frente al primer indicador, los estudiantes no presentan grandes diferencias, salvo en el aspecto de acceso a Internet: en todas sus residencias hay al menos un televisor; 95 % de ellos tiene equipo celular, 77 % posee DVD, 85 % cuenta con un computador y solo el 30 % tiene acceso a Internet. La cantidad de libros en el hogar muestra mayores diferencias: 50 % de los estudiantes dice que en su casa hay entre 5 y 30 libros, 19 % menciona que hay entre 50 y 100 libros y tan solo 13 % dice contar con más de 100 libros en su casa.

Hasta aquí hemos descrito de manera sucinta el contexto de la investigación y algunas características de los

estudiantes que participaron en él durante el año 2011. A continuación, expondremos los logros y dificultades presentadas por uno de los tres grupos durante la tercera fase del proyecto.

Los logros y dificultades de los estudiantes

Con el fin de presentar los resultados del proceso, se analizan en este apartado los textos de uno de los grupos de trabajo, el que obtuvo un desempeño alto según los criterios establecidos en la matriz de valoración utilizada en el proyecto. Así, se describen a continuación los logros y las dificultades en física y en escritura de este grupo, y la información recogida a través de la coevaluación y autoevaluación de los textos. Veamos pues la primera versión del texto producido por el grupo con base en la consigna ya expuesta:

Informe de simulación basado en una gran jugada presentada en un juego de baloncesto³

La semana deportiva intercolegial en San José del Guaviare se ha prestado para analizar desde el punto de vista de la física, algunas jugadas interesantes que se presentan en los diferentes juegos.

En nuestro caso, el baloncesto, una jugada fuera de lo común ha provocado el interés de análisis por parte de un científico especializado en este deporte quien trata de explicarse qué factores pudieron actuar en esta.

La jugada increíble de 2 puntos se presentó cuando se desarrollaba el partido "Colegio Santander vs. Celestino Mutis". Un jugador del Santander, acercándose a la zona de anotación del equipo contrario, tiró el balón contra el suelo (con una sola mano) de tal forma que rebotó hacia arriba e hizo cesta, causando ovación en el público y en un científico especializado en baloncesto, quien ha pedido el informe que presentamos; basado en una simulación en donde se reproduce la hazaña que impactó tanto.

Por lo tanto, nuestro objetivo es analizar físicamente las variables implícitas al momento de realizarse la jugada en el partido entre el colegio Santander y el Celestino Mutis, para así poder explicar científicamente el cómo se produjo tan interesante cesta.

En el presente informe se hallará la descripción detallada del desarrollo de la simulación pedida, tanto los materiales

³ Tanto esta como la segunda versión del texto son presentadas tal como las entregaron los estudiantes.

utilizados al momento de realizarla como medidas y cálculos que darán constancia de que la simulación se realizó con mucho cuidado, tratando de reproducir exactamente la jugada en análisis, utilizando variables físicas como la conservación de la energía; que puede ser cinética, mecánica o potencial, la cual nos ayudará a alcanzar nuestro objetivo; además contendrá conclusiones basadas, obviamente, en los cálculos anteriormente dichos.

Desarrollo: Dado que el científico especializado en el baloncesto nos ha pedido que reproduzcamos la acción que le provocó tanta impresión, ya que nunca había visto una cesta de este tipo, presentamos este informe con medidas casi exactas para ayudar al análisis y comprensión de esta. Para ello hemos utilizado materiales de trabajo como: Metro, cronómetro, balón reglamentario de baloncesto, una vara de madera de 4,14 metros que nos ayudó a calcular la altura máxima del balón, una escalera, elementos para la redacción de los datos como cuaderno, lápiz, marcador, entre otros.

Para la realización de la simulación de la gran jugada nos dirigimos a la cancha de baloncesto con todas las herramientas de trabajo, inicialmente tomamos la medida de la altura del aro a la base de la cancha, luego elegimos un punto cualquiera desde el cual el tirador realizará su hazaña; tomando la distancia entre este y la base de la cancha. Se eligió la persona con más habilidad al encestar, solo una, ya que no todas tienen la misma potencia al tirar; procedimos a realizar las posibles situaciones en que el jugador se vio obligado a efectuar esta jugada: una maniobra para deshacerse de un adversario que estaba obstruyéndole el paso provocándole confusión o que al recibir un pase de otro jugador él se encontraba en una posición privilegiada y no dudó en

hacer que su jugada trascendiera arriesgándose a perder esa gran oportunidad de anotación pero que al final logró sus dos objetivos; anotar y provocar admiración de su jugada. Decidiéndonos por la segunda opción, la ejecutamos varias veces tomando los tiempos correspondientes a cada una, pero como en todos los intentos no daba el mismo tiempo tomamos un promedio de estos; igual pasó con las medidas de la altura máxima alcanzadas por el balón. Después del primer día de tomar datos tuvimos que rectificarlos en otro, ya que queríamos que el ejercicio quedara lo más exacto posible y terminar de tomar las medidas que no alcanzamos el día anterior.

Los datos obtenidos de la simulación son los siguientes:

- Altura del aro a la base de la cancha: 3m.
- Distancia desde el punto de impacto del balón con el suelo hasta la parte posterior de la cancha: 2,90m.
- Tempos: 0,89s, 0,90s, 0,92s, 0,93s, 0,95s.
- Tiempo promedio: 0,91seg.
- Altura inicial: 0 m (desde el suelo).
- Alturas máximas en diez pruebas: 3,34m; 3,53m; 3,47m; 3,06m; 3,41m; 3,25m; 3,50m; 3,14m; 3,20m; 3,44m.
- Altura máxima promedio: 3,33 m.

Hemos hallado que la conservación de la energía es muy importante en este caso, ya que la energía que adquiere el balón nunca se pierde sino que se transforma; esta transformación se produce de la suma de la energía cinética más la potencial produciendo energía mecánica, por lo cual presentamos las siguientes ecuaciones utilizando los datos anteriores para hallar las velocidades vertical y horizontal.

Velocidad vertical inicial: Pertenece a la energía potencial en la cual se desea hallar la velocidad a cierta altura en la que el balón empieza a ascender cuando es lanzado al suelo para que rebote.

$$V_y = \sqrt{2g(h_{\max} - h_i)}$$

$$V_i = \sqrt{2(10\text{m/s})(3,33\text{m} - 0\text{m})}$$

$$V_i = \sqrt{66,6}$$

$$V_i = 8,16\text{m/s}$$

Velocidad horizontal inicial: Cuando nos referimos a velocidad horizontal la relacionamos con la fuerza con que va el balón y por ende con la distancia que recorre el mismo; a esta se le llama energía cinética.

$$V_{xi} = \frac{\text{distancia horizontal recorrida}}{\text{tiempo}}$$

$$V_i = \frac{2,90\text{m}}{0,91\text{s}}$$

$$V_i = 3,1\text{m/s}$$

Ahora que ya obtuvimos las velocidades horizontal y vertical, solo resta hallar la velocidad total del balón.

Velocidad total: Esta es la energía mecánica que adquiere el cuerpo; se puede observar que se mide en m/s.

$$V_{IT} = \sqrt{V_{xi}^2 + V_{vi}^2}$$

$$V_{IT} = \sqrt{(3,1 \text{ m/s})^2 + (8,1 \text{ m/s})^2}$$

$$V_{IT} = 8,6 \text{ m/s}$$

Después de haber hallado las velocidades se pudo observar que la suma entre la energía potencial (relacionada con la altura) y la cinética (con la fuerza) da como resultado la energía mecánica (relacionado con el movimiento), la cual es el movimiento que tiene el balón en total, con una velocidad de 8,6m/s con lo que podemos concluir que el balón, como muchos otros cuerpos, en el momento de realizarse la jugada fue víctima de la transformación de varias energías, las cuales le permitieron llegar a su destino, también con la ayuda de la energía que recibió de su lanzador.

Las variables físicas que actuaron en la asombrosa jugada fueron la de la conservación de la energía, dando así como logrado el objetivo propuesto por el equipo de trabajo.

En esta versión, el grupo sorprende porque muestra aciertos tanto en física como en escritura que podrían considerarse significativos, en tanto que esta es la primera versión del texto. Tal hallazgo nos permite inferir que sus miembros utilizaron de manera adecuada la consigna y la matriz de valoración de esta fase del proyecto. El informe presenta varios elementos para describir: el primero, la organización de los datos registrados a partir de la simulación realizada; el segundo, la inserción o utilización de los conceptos de energía cinética y potencial como apoyo teórico del desarrollo descrito; el tercero, la utilización de las ecuaciones matemáticas para realizar los cálculos pertinentes para explicar la jugada, y el cuarto, la breve conclusión realizada al final del texto.

La organización de los datos recolectados en la simulación contiene las variables adecuadas para resolver el problema; sin embargo, la ausencia de valores de tiempo le resta confiabilidad a los cálculos siguientes; además, dichos datos deben presentarse de manera más organizada a través de un cuadro. En cuanto a la ley de conservación de la energía mecánica, consideramos loable que el grupo la haya incluido como soporte de sus explicaciones. A pesar de esto, la forma como es expuesta y relacionada con algunas variables no es la más adecuada; por ejemplo, al enunciar por primera vez la conservación de la energía dicen qué tipo de energía adquiere el balón como consecuencia de ponerlo en movimiento y lo ideal sería que describieran cómo el balón adquiere energía cinética, la cual se va transformando a medida

que describe la trayectoria mencionada en el problema. Después de esto se debería plantear la ecuación de la ley de conservación a partir de la realización del proceso algebraico que permite deducir la fórmula para la componente vertical de la velocidad inicial. Otro error de aplicación de los conceptos físicos son las aclaraciones (que más bien se insertan a modo de definiciones) en torno a las velocidades del balón vertical, horizontal y total; todas son semánticamente confusas. Por ejemplo, al decir que “la velocidad vertical pertenece a la energía potencial”, que “la velocidad horizontal la relacionamos con la fuerza con que va el balón” o que “la velocidad total es la energía mecánica que adquiere el cuerpo”, enuncian conexiones erróneas entre los conceptos enunciados.

Un tercer error, de menos relevancia que el anterior, se observa en la escritura de las ecuaciones. Las ecuaciones están compuestas por variables y constantes físicas que deben ser identificadas antes de hacer cálculos; es decir, en el texto se debe escribir, además de las ecuaciones, el nombre de cada una de las variables por las cuales está compuesta; además, el grupo omite la unidad de medida de la velocidad en el tercer paso del procedimiento matemático mostrado para el cálculo de la velocidad vertical del balón.

Finalmente, el grupo expone una conclusión bastante reducida de lo ocurrido en la jugada y plantea un enunciado con relaciones nuevamente inadecuadas entre variables como velocidad, energía cinética, energía potencial y energía mecánica; por ejemplo, el

texto dice que la energía cinética se relaciona con la fuerza, lo cual resulta arbitrario.

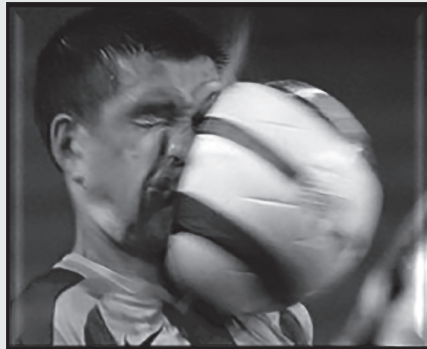
A pesar de las dificultades señaladas en relación con los conocimientos de la física, consideramos una fortaleza importante el hecho de que los estudiantes identifiquen con certeza dónde y cómo estos deben integrarse en el informe. Tal fortaleza indica que el grupo es consciente del contexto comunicativo en el que se inscribe el texto producido. En la devolución entregada a los estudiantes se insertaron anotaciones que les permitieron corregir los problemas identificados por el docente; además, en este punto de la escritura se consideró pertinente ofrecer un esquema más detallado de las partes del informe con el objetivo de que pudieran afinar más las cuestiones de forma. A continuación presentamos la segunda versión del texto producido por el grupo:

**Informe de física sobre una gran jugada
presentada en un juego de baloncesto
Jugada increíble**

Presentado a:
Científico especializado en baloncesto

Autores:
Grupo encargado de logística del deporte:
Marcia Carolina Sánchez Oyuela
Cristian Ferney Parra Monroy
Miguel Bohórquez
Juan David Figueroa

XXV Semana Deportiva Intercolegial
San José del Guaviare
Del 1° al 5 de noviembre, 2011
Organiza: Institución Educativa Manuela Beltrán



Jugada increíble

La semana deportiva intercolegial en San José del Guaviare se prestó para analizar, desde el punto de vista de la física, algunas jugadas interesantes que se presentaron en los diferentes juegos.

En nuestro caso, el baloncesto, una jugada fuera de lo común provocó el interés de análisis por parte de un científico especializado en este deporte a quien tratamos de explicar qué factores físicos pudieron actuar en esta, ya que nunca había visto algo igual.

La jugada increíble, de 2 puntos, se presentó cuando se desarrollaba el partido entre las instituciones educativas Santander y José Celestino Mutis. Un jugador del Santander, acercándose a la zona de anotación del equipo contrario, tiró el balón contra el suelo (con una sola mano) de tal forma que rebotó hacia arriba e hizo cesta, causando ovación en el público y en el científico ya mencionado, quien ha pedido el informe que presentamos, una simulación en donde se reproduce la hazaña que impactó tanto.

Por lo tanto, nuestro objetivo es analizar físicamente las variables implícitas al momento de realizarse la jugada, para explicar científicamente cómo se produjo, por medio de una simulación reproduciendo la misma.

En la primera parte de este informe se hallarán los materiales utilizados para medir y calcular los aspectos necesarios para reproducir exactamente la jugada.

En segundo lugar, se encontrará una descripción detallada del desarrollo de la simulación realizada, la cual dará constancia de que la simulación se realizó con mucho cuidado para alcanzar nuestro objetivo.

En tercer lugar se hallarán cálculos aplicando las fórmulas de la conservación de la energía, la cual puede ser cinética, mecánica o potencial, y teniendo en cuenta las medidas

tomadas anteriormente se llegará a unas conclusiones que satisfagan el interés del científico.

Además, el informe contendrá conclusiones basadas, obviamente, en los cálculos anteriormente dichos.

Desarrollo: Según el objetivo anteriormente expuesto, el cual es analizar físicamente las variables que actuaron en la jugada increíble para proporcionar un informe detallado sobre dicha jugada a un científico especializado, presentamos este informe con medidas casi exactas para ayudar al análisis y comprensión de la misma.

Para ello hemos utilizado materiales de trabajo como: metro, cronómetro, balón reglamentario de baloncesto, una vara de madera de 4,14 m que nos ayudó a medir la altura máxima del balón, una escalera, elementos para la recolección de los datos como cuaderno, lápiz, marcador, entre otros.

Para la realización de la simulación de la gran jugada nos dirigimos a la cancha de baloncesto con todas las herramientas de trabajo. Inicialmente tomamos la medida de la altura del aro, luego elegimos un punto cualquiera desde el cual el tirador realizara su jugada; tomando al mismo tiempo la distancia entre este y el punto directamente ubicado debajo del aro.

Se eligió la persona con más habilidad al encestar, solo una, ya que no todas tienen la misma potencia al tirar.

Procedimos a realizar las posibles situaciones en que el jugador se vio obligado a efectuar esta jugada:

Una maniobra para deshacerse de un adversario que estaba obstruyéndole el paso y provocándole confusión.

O que al recibir un pase de otro jugador él se encontraba en una posición privilegiada y no dudó en hacer que su jugada trascendiera, arriesgándose a perder esa gran oportunidad

de anotación, pero al final logró sus dos objetivos; anotar y provocar admiración de su jugada.

Decidiéndonos por la segunda opción, la ejecutamos varias veces tomando los tiempos correspondientes a cada una, pero como no en todos los intentos daba el mismo tiempo, tomamos un promedio de estos; igual pasó con las medidas de la altura máxima alcanzadas por el balón. Después del primer día de tomar datos tuvimos que rectificarlos en otro día de pruebas, ya que queríamos que las medidas quedaran lo más exactas posible y terminar de tomar algunas que se nos pasaron el día anterior.

Los datos obtenidos de la simulación son los siguientes:

h (aro)	3 m
d	2,90 m
T	0,89 s; 0,90 s; 0,92 s; 0,93 s; 0,95 s; 0,91 s; 0,94 s; 0,86 s; 0,90 s; 0,92 s
T (Promedio)	0,91 s
hi	0 m desde el suelo.
Hmax	3,34 m; 3,53 m; 3,47 m; 3,06 m; 3,41 m; 3,25 m; 3,50 m; 3,14 m; 3,20 m; 3,44 m
Hmax (Promedio)	3,33 m

Para realizar los cálculos nos apoyamos en la conservación de la energía, ya que la energía que adquiere el balón nunca se pierde sino que se transforma. Esta transformación se produce de la suma de la energía cinética más la potencial. Como consecuencia de la fuerza gravitacional que actúa en el balón, se llega a producir la energía mecánica, por lo cual

presentamos las siguientes ecuaciones utilizando los datos anteriores para hallar las velocidades vertical y horizontal.

Velocidad vertical inicial:

$$V_y = \sqrt{2g(h_{\max} - h_i)}$$

Aquí utilizamos la aceleración de la gravedad junto con la altura máxima y la inicial.

$$V_i = \sqrt{2(10\text{m/s})(3,33\text{m} - 0\text{m})}$$

$$V_i = 8,16\text{m/s}$$

Velocidad horizontal inicial:

$$V_i = \frac{2,90\text{m}}{0,91\text{s}}$$

$$V_i = 3,1\text{m/s}$$

La fórmula anterior es necesaria para hallar esta velocidad; en ella utilizamos la medida de la distancia desde donde se lanzó hasta la canasta.

Ahora que ya obtuvimos las velocidades horizontal y vertical, solo resta hallar la velocidad inicial total del balón.

Velocidad total: Esta es la energía mecánica que adquiere el cuerpo cuando se produce el movimiento, la cual se mide en m/s.

$$V_{it} = \sqrt{V_{xi}^2 + V_{vi}^2}$$

$$V_{it} = \sqrt{(3,1 \text{ m/s})^2 + (8,1 \text{ m/s})^2}$$

$$V_{it} = 8,6 \text{ m/s}$$

Después de haber hallado las velocidades, se pudo observar que la suma entre la energía potencial (relacionada con la altura) y la cinética (con la fuerza) da como resultado la energía mecánica (relacionado con el movimiento), la cual es el movimiento que tiene el balón en total, con una velocidad de 8,6 m/s con lo que podemos concluir que el balón, como muchos otros cuerpos, en el momento de realizarse la jugada fue víctima de la transformación de varias energías, las cuales le permitieron llegar a su destino.

El concepto físico que actuó en la asombrosa jugada fue la conservación de la energía, dando así como logrado el objetivo propuesto por el equipo de trabajo.

Conclusiones: Dado a que en la simulación realizada obtuvimos datos como el valor de las velocidades horizontal y vertical, se puede concluir que:

- Para que se produjera la jugada anteriormente descrita, que el jugador realizó con una sola mano, lanzando el balón hacia el suelo y encestándolo fue necesario que el balón recibiera y adaptara energías como la potencial y la cinética para que el movimiento se efectuara de tal

forma, dando como resultado una velocidad inicial de 8,6 m/s.

- En caso de que el balón hubiese rozado con la mano de cualquier otro jugador habría alterado la potencia con la fuerza de este y la jugada probablemente no hubiera sido exitosa.

En esta versión el grupo mejora la estructura, la coherencia y la adecuación del texto al destinatario. Lo primero, porque el texto muestra todas las partes sugeridas en la devolución de la versión anterior y porque la forma en que se organizan las partes es correcta; lo segundo, porque desarrolla los subtemas con progresión y adecuada distribución de la información, también en consonancia con las orientaciones dadas, aunque se observa un problema en el título (“Jugada increíble” en vez de “Introducción”); lo tercero, porque los autores se posicionan como quienes deben dar explicaciones al científico y logran un registro escrito, formal y con tecnolectos. Sin embargo, aún se notan errores de superficie que permiten inferir que el grupo no utiliza con eficacia las herramientas de corrección del procesador de textos y que no realiza un proceso de depuración del escrito que atienda a cuestiones como la cohesión, el uso de tiempos y modos verbales y los signos de puntuación. Asimismo, se observan algunas expresiones propias de

la divulgación científica que no deberían presentarse en un informe dirigido a un científico; por ejemplo, se considera que un concepto es un sujeto activo (“El concepto físico que *actuó* en la asombrosa jugada”) o se aplican a objetos características vitales (“el balón fue *víctima*”). Algunos recursos explicativos, como el ejemplo, no son correctamente usados. En algunas ocasiones, se observan ciertas imprecisiones propias de los textos de divulgación, justo después de enunciados precisos, a modo de paráfrasis textuales:

Después de haber hallado las velocidades, se pudo observar que la suma entre la **energía potencial** (relacionada con la altura) y la **cinética** (con la fuerza) da como resultado la **energía mecánica** (relacionada con el movimiento), la cual es el movimiento que tiene el balón en total, con una velocidad de 8,6 m/s con lo que podemos concluir en que el balón, como muchos otros cuerpos, en el momento de realizarse la jugada fue víctima de la transformación de varias energías [...]. (Resaltado nuestro)

En cuanto a los conocimientos de la física, el grupo realiza cambios notorios en la descripción de la simulación, la organización de los datos registrados durante las pruebas, la inserción de los conceptos físicos, las explicaciones dadas a partir de ellos y las conclusiones propuestas. En la descripción de la simulación muestra más claramente cómo se procedió durante las pruebas experimentales y cuáles fueron los materiales utilizados

para realizarlas. En esta versión se entienden mejor las dos secuencias descriptivas propuestas como posibles formas de ocurrencia de la jugada, aunque ambas necesitan ser sintácticamente reestructuradas. Con el ánimo de ser claros, en la devolución se hacen preguntas y sugerencias a los estudiantes, por ejemplo, con respecto a la afirmación “una maniobra para deshacerse de un adversario que estaba obstruyéndole el paso y provocándole confusión”, se pregunta quién provoca confusión a quién, si “deshacerse” de un jugador es lo mismo que “desmarcarse” de él, etcétera.

En lo que respecta a la organización de los datos, el grupo presenta un cuadro con medidas correctamente simbolizadas y con las unidades de medida correspondientes, pero no lo titula y no dice al pie qué representa cada una de las variables. Debido a esto se le sugiere cambiar la organización de los datos de la siguiente manera:

Lanzamiento	t (seg)	hmax(mts)
1	0,89	3,34
2
3
etc	etc	Etc
	tprom = ...	hprom =

Tabla 2. Tiempo y altura para cada lanzamiento
Nota: t es el tiempo que dura el balón en alcanzar la altura máxima; hmaxes... tprom es... etc.

Al usar los conceptos físicos necesarios para apoyar la explicación del problema, el grupo realiza cambios en lo expuesto en la versión anterior; por ejemplo, incluye términos técnicos como *velocidad vertical y horizontal*; sin embargo, los cambios no son sustanciales porque se siguen enunciando conexiones erradas entre las diferentes formas de energía mecánica y la forma en que esta se transforma a medida que el balón describe la trayectoria. Dada esta dificultad, el docente orientador ofrece una microestructura para mejorar la construcción del texto en su próxima versión, la cual desafortunadamente no se alcanzó a realizar por el término del ciclo lectivo. En las ecuaciones, el grupo corrige los errores de simbolización y la ausencia de unidades de medida, y menciona el nombre de las variables, aunque no de la forma indicada en la devolución. Un aspecto fundamental que el grupo pasó por alto fue la inclusión del procedimiento matemático para deducir la ecuación de la componente vertical de la velocidad; aunque tal ausencia no le resta coherencia al texto, sin duda le habría dado mayor solidez y formalidad a la explicación teórica del problema.

A través de la inferencia realizada a partir de los cálculos obtenidos, se expone correctamente la relación entre energía mecánica, cinética y potencial, pero se plantea que la cinética depende de la fuerza, lo cual es impreciso porque las fuerzas que actúan sobre el balón no son las mismas antes del lanzamiento que durante este: lo correcto es relacionar la energía cinética con la velocidad del balón.

Finalmente, las conclusiones presentadas en esta versión del informe permiten afirmar que el grupo parafrasea el párrafo hecho en las inferencias de los cálculos y desaprovecha lo realizado en todo el desarrollo; por ejemplo, hubiese sido importante que se mencionaran varias posibles distancias horizontales desde donde podría haberse logrado la jugada. En cuanto a la imposibilidad de la jugada, lo dicho sobre el roce del balón con la mano de otro jugador es una opción de sentido común; es mucho más potente desde lo conceptual decir y justificar con qué valor de velocidad no es posible realizar la jugada, argumento que requiere un estudio más detallado y un alto nivel de comprensión de la física de la misma.

Las coevaluaciones hechas a otros grupos siempre resultaron significativas por parte de los miembros del grupo 1, dado que se tomaron su papel en serio y procuraron identificar falencias no solo en la superficie del texto, sino también en su forma y su contenido profundos. En esta fase se realizaron dos coevaluaciones y en ambas cada grupo evaluó el trabajo de aquel al que le correspondía el mismo problema, pues creímos que esto haría más enriquecedor el proceso. En la primera coevaluación este grupo, al igual que el docente, resaltó las partes del texto evaluado que le parecieron confusas y agregó preguntas o comentarios al margen para que posteriormente los evaluados tomaran decisiones.

Al final del texto el grupo registró su valoración del trabajo a la luz de los criterios de la matriz anticipada, acompañada por un mensaje de ánimo para el grupo evaluado. En la segunda coevaluación el grupo ofreció tres orientaciones centrales a los evaluados: la primera sobre la estructura del informe; la segunda son recomendaciones de gramática (corrección de tiempos verbales y palabras mal escritas); y la tercera, sugerencias en el plano semántico (identifican una incoherencia matemática entre las conclusiones y el desarrollo).

En la autoevaluación colectiva los miembros del grupo 1 reconocen que sus mayores dificultades son disciplina-rias: dos de los cuatro integrantes se distraen mucho durante las clases y eso afecta directamente el tiempo que se le debería dedicar a la escritura; en contraste, señalan que el grupo siempre realizó una producción original y que las diferentes producciones de esta fase se hicieron teniendo en cuenta la consigna, la matriz de valoración y las orientaciones del docente, aunque no siempre comprendieron todos los conceptos físicos tratados en clase. En general, el grupo reconoce cuáles de sus miembros fueron más activos durante la construcción del texto, la argumentación de ideas y el trabajo experimental. Estas evaluaciones resultan consistentes con el proceso de trabajo y los productos parciales observados.

Balance y reflexiones

A partir de lo expuesto anteriormente, es posible afirmar que la tercera fase del proyecto comportó una gran dificultad para los estudiantes en relación con los aprendizajes en física y en escritura, dado que era necesario aplicar conceptos y poner en juego habilidades específicas para construir un informe que debía contener secuencias descriptivas del evento, la jugada y el procedimiento, y explicativas de cómo había ocurrido la jugada. Solo dos grupos lograron escribir enunciados válidos a la luz del concepto central tratado, esto es, la ley de la conservación de la energía mecánica; sin embargo, la organización semántica no fue correcta en todos los enunciados explicativos incluidos en los textos.

La tercera fase revela de forma clara, por un lado, la falta de saberes previos de los estudiantes respecto a la escritura de informes de ciencias y, por otro, sus dificultades para reflexionar sobre sus propios errores y hallar caminos de mejora (para realizar ciertos procesos metacognitivos), pues cuatro de los ocho grupos reiteraron errores entre una versión y otra o cometieron otros nuevos, incluso trabajando en el procesador de texto con una versión revisada y anotada por el docente y un esquema de las partes del informe. Salvo en dos grupos, se observaron asimismo dificultades para desarrollar y ensamblar secuencias descriptivas y explicativas,

así como para visualizar y configurar adecuadamente la situación comunicativa.

Pese a ello, el proyecto permitió realizar reflexiones relevantes sobre cómo orientar el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Una de ellas es que cualificar la escritura a través de un proyecto de evaluación formativa y auténtica de la producción de textos de corte científico permite identificar una amplia gama de variables que influyen en el proceso de aprendizaje. Otra es la importancia de escuchar las voces particulares de los estudiantes en los textos producidos por ellos. Si bien al inicio del proyecto tal reconocimiento era difuso, con el paso del tiempo el docente orientador logró identificar formas de enunciación particulares y, por tanto, formas particulares de avanzar en la comprensión de los conceptos físicos. No queremos decir que la experiencia realizada sea la más adecuada para reconocer las interpretaciones del mundo que los estudiantes construyen a medida que escriben, sino que cualificar su escritura a través de la producción de textos propios de la ciencia le permite al docente encontrar las pistas necesarias para modificar sus transposiciones didácticas y, por ende, proponer alternativas que le permitan al estudiante avanzar en su proceso de aprendizaje de las ciencias.

Asimismo, cualificar la escritura de los estudiantes implica cualificar las formas de enunciación del docente. Cuando, como docentes, nos damos la oportunidad de leer las producciones escritas de los estudiantes, teniendo presentes las características internas y externas de los

textos que la cultura ha fijado, crecemos en lo personal y en lo profesional. Crecemos en lo personal porque nos vemos obligados a autoevaluar nuestras propias formas de enunciación, nuestras propias escrituras, tanto las que se asemejan a las que demandamos a los estudiantes como las que destinamos a ellos para que aprendan más: ¿escribimos los docentes de ciencia folletos, informes, procedimientos producto de simulaciones, experiencias de laboratorio y demás géneros que solicitamos a nuestros estudiantes? ¿Les escribimos devoluciones al margen de sus textos para que ellos aprendan, reflexionando sobre sus errores o nos limitamos a tildar lo que está mal? Leer textos escritos por los estudiantes a partir de una consigna que les hemos dado nos exige a nosotros mismos comprometernos con la escritura. Además, la reflexión que hacemos durante y después de la lectura nos permite tomar decisiones didácticas y metodológicas fundamentadas: facilitar la escritura del informe, al mostrarles un esquema de sus partes, facilitar el proceso de cierto grupo, etcétera. Además, cualificar la escritura de textos de corte científico implica buscar alianzas con docentes de otras asignaturas, o por lo menos esto sucedió durante el transcurso de la presente investigación. En todas las fases del proyecto hubo momentos de intercambio de saberes con otros docentes.

Por otro lado, el proyecto implementado nos permite afirmar que la propuesta de resolver problemas reales y auténticos contribuye a que los estudiantes vean la

realidad a través de la lente de la ciencia y por ende reconozcan sus leyes como un recurso para comprender lo que sucede a nuestro alrededor. Las siguientes opiniones de los estudiantes parecen apoyar la pertinencia de aplicar la física en la solución de problemas reales y no en la resolución de simples ejercicios tomados de los libros de texto:

Pienso que mejor utilizarla [la física] para resolver problemas reales puesto que entendemos con más facilidad y entendemos cómo aplicar nuestro conocimiento en un entorno común. (Nelson)

Es mejor utilizar la física para resolver problemas reales [...] ya que de esta forma el día que nos toque arreglar un asunto semejante en nuestro diario vivir ya tenemos experiencia. (Irvin)

Utilizar la física para resolver problemas porque es interesante cómo explicar las cosas de otra forma y cómo la física se aplica a cosas tan simples de la vida diaria. (Harby)

Los procesos de autoevaluación grupal, la evaluación entre equipos y la evaluación entre los miembros del grupo fueron otro de los valores agregados del proyecto. Cuando los alumnos asumen el rol de evaluadores a través

de la lectura de las producciones de otros, interrogan el texto como potenciales lectores y consideran que la evaluación les sirve para mejorar su propio aprendizaje (Atorresi, 2011); tal afirmación se corrobora con lo dicho por los estudiantes en las coevaluaciones y en la evaluación general del proyecto. He aquí algunas de sus opiniones:

Evaluar a otros sí sirve porque hay personas que tienen más capacidad en el tema [...]. Los otros grupos hacen aportes considerables para mejorar. (Leidy)

Las recomendaciones, sugerencias, fortalezas y dificultades realizadas al interior del grupo y la forma de trabajar en equipo, me dieron mucha ayuda para superarme y cambiar mi forma de expresión y comprensión textual. (Víctor)

Por último, queremos mencionar a modo de autocríticas y de recomendaciones, algunas situaciones que no se previeron y que nos permiten ratificar aún más que cualificar la escritura en la clase de física es una apuesta interesante y compleja, pero a la vez significativa pedagógicamente hablando.

En cuanto a los factores no previstos en la planeación, facilitar estructuras o esquemas de los textos —también llamadas macroestructuras— fue un ejercicio que se hizo solo durante la tercera fase y después de la construcción de la primera versión del informe; tal ejercicio fue decisivo para el avance de varios de los grupos. La recomendación es entonces que si se quiere que los estudiantes escriban textos explicativos, es necesario brindarles una macroestructura del mismo, mostrarles ejemplos previos a la escritura, hacer con ellos ejercicios de lectura analítica de los mismos, entre otras actividades. En este punto la alianza con el docente de lengua castellana resulta fundamental.

En todas las consignas dadas en el proyecto se sugirió el uso del computador para escribir los textos y corregirlo más fácilmente. Sin embargo, los estudiantes lo utilizaban solo para escribir la versión final; al hacerlo se dictaban lo ya desarrollado y esto provocaba nuevos errores de ortografía y de puntuación que se podrían haber corregido desde el principio. Subyacía, evidentemente, la idea errónea de que el computador sirve para pasar los textos en limpio y dejarlos mejor presentados. Al llegar a la tercera fase, este problema nos había quedado claro, por lo que se exigió el uso del computador desde el principio. Así las cosas, una segunda recomendación a la hora de escribir en la clase de física es que el uso del computador debe prescribirse desde las primeras producciones escritas de los estudiantes. De esta forma, el proceso de devolución por parte del docente y el de corrección por parte de los estudiantes será más efectivo; por ejemplo,

es probable que la reiteración de errores de forma en los textos disminuya. En este punto sería importante establecer alianzas con el docente de informática, pues el manejo de programas podría orientarse desde las dos áreas y en las clases de informática se corregirían producciones auténticas y con un propósito claro para los estudiantes.

En la segunda fase del proyecto se formularon cinco problemas diferentes. Cada uno exigía la comprensión y aplicación de diferentes conceptos de física, incluso algunos se referían a conceptos que no se correspondían a lo indicado en el plan de estudios de física de grado décimo. Esto provocó una exigencia muy alta para el docente, porque los grupos trabajaban en paralelo y durante la aplicación de conceptos no podían formularse devoluciones generales, sino que debía hacerlas grupo por grupo. Esta situación nos permite hacer una tercera sugerencia a nuestros colegas: si bien la solución de problemas propios de la física en el marco de un contexto auténtico es pertinente, se debe tener cuidado con la complejidad del problema porque la idea no es proponerles a los estudiantes procedimientos cuya ejecución dificulte la comprensión, pues como dice Perkins (2010), para lograr el aprendizaje hay que adaptar la enseñanza, proponiendo, primero, versiones de un juego para principiantes y luego abarcar el juego con más complejidad.

Como decíamos en un principio, este tipo de trabajos son poco comunes, pero dados los resultados, podemos

afirmar que vale la pena realizarlos porque marcan la diferencia en lo que se refiere a estrategias para la enseñanza y el aprendizaje de la física. Por su carácter innovador y flexible, el proyecto podría ser ajustado y adaptado a otros contextos; asimismo, se hace necesario proponer otros problemas auténticos en los que la escritura de secuencias explicativas se aproveche más.

Bibliografía

- Adam, J.-M. (1992). *Los textos: tipos y prototipos. Relato, descripción, argumentación, explicación, diálogo*. Fragmento y traducción del trabajo de Atorresi, A. de *Les textes: types et prototypes: récit, description, narration, argumentation, explication, dialogue*. Paris: Nathan.
- Atorresi, A. (2011). *Los contextos auténticos en los proyectos de evaluación formativa*. [Mimeo].
- Atorresi, A. & Ravela, P. (2009). *Los proyectos de evaluación formativa y auténtica*. [Mimeo].
- Atorresi, A. y cols. (2010). *Escritura: Un estudio de las habilidades de los estudiantes de América Latina y el Caribe*. Santiago: Orealc/Unesco.
- Bajtín, M. (1982). *Estética de la creación verbal*. México: Siglo XXI.
- Bronckart, J.-P. (2004). *Actividad verbal, textos y discursos. Por un interaccionismo socio-discursivo*. Madrid: Fundación Infancia y Aprendizaje.
- Dibarboure, M. (2009). *Y sin embargo se puede enseñar ciencias naturales*. Montevideo: Santillana.

López, J.M. (2017). *“Rafa Nadal: ciencia y tecnología”*. Madrid: La verdad. Disponible en:

[<http://www.laverdad.es/ababol/ciencia/rafa-nadal-ciencia-20170918215107-nt.html>]

Noticias de la Ciencia – NCYT (2017) *Bailando no se ganan carreras*. Barcelona: NCYT / Amazings. Disponible en:

[<http://noticiasdelaciencia.com/not/25818/bailando-no-se-ganan-carreras/>]

Perkins, D. (2010). *El aprendizaje pleno: principios de la enseñanza para transformar la educación*. Buenos Aires: Paidós.

Van Dijk, T. (1980). *La ciencia del texto*. Barcelona: Paidós.

Zamudio, B. & Atorresi, A. (2000). *La explicación*. Buenos Aires: Eudeba.

El N.º 21 de los *Cuadernos del Seminario en Educación* es una publicación del Instituto de Investigación en Educación de la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional de Colombia y de la Secretaría de Educación del Departamento del Guaviare. El texto principal se armó con caracteres de la familia Caslon; los títulos y subtítulos con caracteres Myriad. La impresión, encuadernación y acabados se terminaron en Bogotá D. C., en junio de 2019, en los talleres de Xpress Estudio Gráfico y Digital S. A. S.

