

**SITUACIONES DE ARGUMENTACIÓN EN EL AULA A TRAVÉS DE LA ACTIVIDAD  
EXPERIMENTAL EN EL APRENDIZAJE DE LA FÍSICA: EL CASO DEL  
LANZAMIENTO PARABÓLICO**

**ARGUMENTATIVES SITUATIONS IN THE CLASSROOM THROUGH  
EXPERIMENTAL ACTIVITY IN THE LEARNING OF PHYSICS: THE CASE OF THE  
PARABOLIC LAUNCH**

**LIDA MILENA ÁLVAREZ GARCÍA<sup>1</sup>**

**ÁLVARO GARCÍA MARTINEZ<sup>2</sup>**

Eje temático N° 3: Relaciones entre aspectos metadisciplinarios (epistemológicos, filosóficos, sociológicos y ontológicos) de la educación en Ciencia y Tecnología.

Modalidad: Ponencia Comunicación oral

1049

**Resumen**

El siguiente documento muestra una experiencia realizada con 35 estudiantes de educación secundaria de grado decimo en una institución de educación pública de Bogotá, cuyo propósito se centró en reorientar la práctica experimental basada en el tiro parabólico para generar situaciones de argumentación usando los datos experimentales obtenidos por los grupos de trabajo los cuales generaron diferencias de opinión. La experiencia mostró que, por un lado, el concepto de actividad experimental se puede reorientar con fines didácticos diferentes de las tradicionales formas de experimentación y, de otro, que adoptar esta perspectiva de experimentación, les permite a los estudiantes usar los datos obtenidos para generar situaciones argumentativas y con ello, resolver diferencias de opinión respecto a las preguntas formuladas en la secuencia didáctica propuesta. En esta propuesta tanto el experimento como los datos se consideran recursos didácticos mediadores para incorporar los lenguajes que se entrecruzan en la actividad experimental y en la descripción del fenómeno mismo para desarrollar aprendizajes en ciencias.

**Palabras Claves:** Argumentación, Actividad experimental, lanzamiento parabólico

**Abstract**

The following document shows an experience carried out with 35 tenth grade secondary education students in a public institution in Bogotá., The purpose was to focus on reorienting the experimental practice based on parabolic launch to generate argumentation situations using the experimental data obtained by the working groups

---

<sup>1</sup> Secretaria de Educación de Bogotá. [Imalvarezg@correo.udistrital.edu.co](mailto:Imalvarezg@correo.udistrital.edu.co)

<sup>2</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [alvaro.garcia@udistrital.edu.co](mailto:alvaro.garcia@udistrital.edu.co)



which generated different opinions. Experience showed that, on the one hand, the concept of experimental activity can be reoriented for didactic purposes other than traditional forms of experimentation and, on the other that adopting this perspective of experimentation allows students to use the data obtained to generate argumentative situations and with it, resolve differences of opinion regarding the questions formulated in the proposed didactic sequence. In this proposal, both, the experiment and the data, are considered mediating didactic resources to incorporate the languages that intersect in the experimental activity, and in the description of the phenomenon itself to develop learning in science.

**Keywords:** Argumentation, Experimental activity, parabolic launch

## Introducción

1050

En una perspectiva convencional de enseñanza de la física escolar, es común que se recurra a las prácticas experimentales como un mecanismo que le dota de sentido y significado a las teorías y principios que explican los fenómenos naturales que allí se estudian. Así lo explica Hacking (1996):

Para la mayoría de las escuelas, tanto de la tradición heredada como de la visión Kuhniana de la ciencia, la experimentación ha estado en función de la teoría, ya sea inspirada por ella o al servicio de la misma, pero, en cualquier caso, sin vida propia (Citado en García & Estany, 2010, p. 9).

Particularmente, en la enseñanza del movimiento parabólico es común que las prácticas experimentales de aula usen disparadores diseñados de manera artesanal o de manera simulada para realizar lanzamientos a distintos ángulos. El fin de ello es obtener datos que permitan confirmar los principios que describen este fenómeno. Así lo reportan las investigaciones de Esnaurrizar & Montañó (2013), Ubaldo & Flores (2017) o García et al (2018). Desde la perspectiva que señalan estas investigaciones, la práctica experimental tiene el fin único de comprobar la efectividad de los modelos matemáticos que sustentan el



tiro parabólico al tiempo que fortalece los procesos algebraicos que les subyace.

Desde la perspectiva del presente documento se plantea un sentido alineado con los principios vigotskyanos en los que el aprendizaje sucede no solo de la mano de un artefacto o herramienta sino de la interacción con Otro(s). Así lo observa Hutchins:

...el resultado de un proceso cognitivo no depende sólo de lo que ocurra en la mente individual, sino de cómo se desarrolle la interacción con otros sujetos y con los artefactos que se requieren para llevar a cabo una acción (Citado por Estany, 2007, p. 14)

Para lograr ello, esta propuesta rescata el potencial que tiene no sólo el uso de un artefacto como lo sería el disparador casero, sino del potencial que tiene generar contextos de diálogo entre los estudiantes a través de la diferencia en los datos obtenidos respecto a las preguntas de indagación que se formulan durante el estudio de este fenómeno.

1051

### **El papel de las controversias en el ejercicio experimental**

Para ampliar un poco más a qué hacen referencia los contextos de diálogo, se cita la perspectiva de Marcelo Dascal. De acuerdo a Dascal (1998), las controversias corresponden a “fenómenos discursivos para intercambios dialógicos polémicos... (con)... confrontación de opiniones, argumentos, teorías y otros” (p. 149, 150). Su naturaleza dialógica responde en este reporte, al propósito de construir en el aula de ciencias una atmósfera de



dialogicidad y reconocimiento de las ideas y perspectivas de unos y otros participantes mutuamente.

Van Eemeren & Garssen (2008) citando a Dascal (2001), plantean que una controversia implica “actitudes y preferencias opuestas, al igual que desacuerdos acerca de métodos existentes para la resolución de problemas...” (p. 5). Esta es la perspectiva de controversia que sostenemos la cual se vincula a las situaciones experimentales en el aula de ciencias. En ese contexto, no se asigna un valor central a los contenidos en sí mismos, sino a esas actitudes y preferencias opuestas de los estudiantes involucrados en el proceso de aprendizaje. Es decir, “las oposiciones entre las partes no se entienden como simples errores que deben corregirse, ni existen procedimientos aceptados para decidir estos asuntos...” (Van Eemeren & Garssen, 2008, p. 5). Por tanto, de acuerdo a Dascal, el propósito de una controversia, es su resolución.:

La resolución se alcanza cuando los contendores deciden que una de las posiciones se ha defendido de la mejor manera, se llega a un acuerdo sobre la modificación de las posiciones, o se acuerda que la naturaleza de las diferencias se ha clarificado mutuamente. El objetivo de la controversia no es la victoria (como en la disputa) o la prueba (como en la discusión), sino la persuasión racional. (citado por Van Eemeren & Garssen, 2008, p. 6)

En esta propuesta, la controversia vinculada a las situaciones experimentales tiene como propósito la persuasión racional en un proceso de argumentación en el que intervienen los estudiantes participando en modalidad individual y/o grupos, alrededor de una serie de actividades que hacen parte de la propuesta didáctica de aula en la situación experimental.



Los elementos argumentativos mínimos identificados en la controversia objeto del presente trabajo, fueron los siguientes: declaración de la controversia, en la que se establece la diferencia de opinión con relación a las preguntas de indagación; declaración de argumentos en los que se defienden los puntos de vista de los participantes; etapa de contraargumentación en la que se exponen argumentos opuestos a los iniciales; aceptación o rechazo del contraargumento y finalmente, el cierre o conclusión. Estos son algunos de los elementos a tener en cuenta en el modelo dialogal que describe más ampliamente Van Eemeren, (2012).

### **El encuentro de múltiples lenguajes en la actividad experimental**

1053

En la actividad experimental escolar existe un encuentro de múltiples lenguajes: el lenguaje del propio experimento, el del fenómeno estudiado, el lenguaje simbólico y el lenguaje natural. Uno de los retos más complejos que enfrentan los estudiantes es descifrarlos, comprenderlos, asimilarlos, memorizarlos, ;reproducirlos y apropiarlos significativamente! Este sería el sentido convencional del aprendizaje de la ciencia que en muchos casos no se convierten en aprendizajes, sino en reproducción memorística de definiciones desarticuladas. Por ello, esta reorientación de la actividad experimental del aula vinculada a las controversias que aquí se propone, pretende abordar esta situación

Inicialmente, el estudiante enfrenta como primer lenguaje abordado aquel propio del experimento. Respecto a esto, Mercedes Iglesias menciona: “El lenguaje del trabajo de laboratorio es distinto al



de una teoría de alto nivel, en el laboratorio se moldean objetos y recursos que no pueden expresarse en el papel” (citado en Estany, 2007, p. 38). Se entiende éste como un lenguaje de tipo instruccional y procedimental que define las características de manipulación y ejecución del experimento y las herramientas e instrumentos (artefactos) correspondientes.

Por otra parte, se identifica el lenguaje de la teoría que hace explícito y modela el fenómeno abordado a partir de la actividad experimental en el aula. Existen términos, conceptos, principios, regularidades, leyes que estructuran y explican los fenómenos. Estos se hallan inexorablemente relacionados al lenguaje de las matemáticas, con lo cual se hacen aún más complejos los procesos de comprensión en el aula.

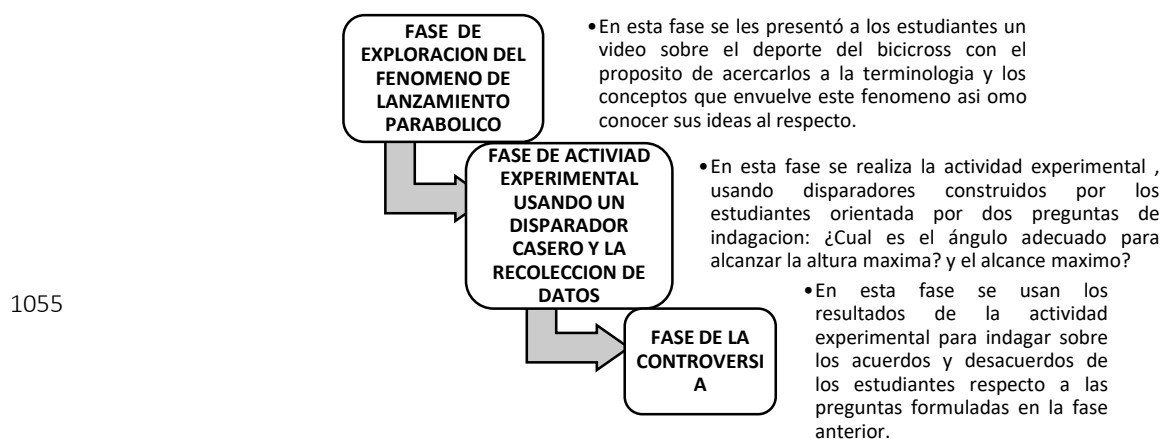
Junto a ello están los lenguajes simbólicos que representan significados propios de la ciencia, representaciones complejas de conceptos y relaciones entre conceptos. Igualmente, entre estos mismos lenguajes, se encuentra el lenguaje natural. A través de éste se construyen significados y sentidos vinculados a la experiencia vital de las personas, se establecen vínculos comunicativos y se alcanza la interacción sobre asuntos de la realidad inmediata al igual que del mundo de la ciencia. Prácticamente, el lenguaje natural permite codificar y decodificar la experiencia humana en múltiples niveles de la realidad. Para los participantes en la actividad experimental, les permite describir, explicar, comparar, contrastar, exponer, narrar y argumentar (García-Martínez, Devia, & Díaz-Granados, 2002). Esencialmente, su uso en esta investigación exploratoria se enfoca en la capacidad narrativa de los participantes.



## Metodología

La experiencia se realizó con 35 estudiantes de grado decimo en una institución de educación pública de Bogotá. Para ello, se diseñó una secuencia didáctica desarrolladas en 4 sesiones de 50 minutos de clase, compuesta de tres fases descritas a continuación:

Figura 1. Secuencia Didáctica. Elaboración propia



Se aborda un enfoque cualitativo, de corte inductivo, en particular desde el análisis de fragmentos del lenguaje (microanálisis) de los estudiantes, basándose en los principios en la Teoría Fundamentada (Strauss, 2016), dado que el objetivo central de la propuesta es analizar la incidencia que tiene la reorientación de la actividad experimental en el aula de ciencias, desde su vínculo con las controversias que emergen sobre los datos de tal actividad y no desde la confirmación de conceptos y principios a partir de los datos, Desde esta metodología, particularmente del ejercicio de codificación y partir

de la técnica del microanálisis, se analizan las categorías emergentes, para discutir el nivel de apropiación del fenómeno estudiado.

## Resultados

Se aplicó la técnica de microanálisis de contenido en 8 parejas escogidas aleatoriamente para analizar el proceso de argumentación en la controversia suscitada. Con esta técnica se realiza la identificación de códigos iniciales a partir de términos, frases, enunciados y textos más extensos en los cuales se reconozcan tipos específicos de significados. (Strauss & Corbin, 2016). Este análisis inicial se realizó desde una matriz de microanálisis la cual permitió agrupar los códigos en cuatro categorías, así:

1056

Tabla 1. Tabla de categorías obtenidas en el microanálisis

Subcategorías	Descripción
<b>Conectores discursivos</b>	Son palabras o expresiones que indican relaciones causales, regularidades, propósitos, alcance entre eventos, fenómenos, circunstancias o situaciones. Permiten a los participantes relacionar términos referidos a significados y/o conceptos relevantes en el contexto del experimento. Además, permiten indagar el nivel de complejidad de comprensión del fenómeno que alcanzan los participantes. Los conectores usados fueron: <i>porque, así, entonces, de esta manera, entre más... más, etc</i>
<b>Juicios valorativos en perspectiva individual o grupo</b>	Corresponden a enunciados a través de los cuales los participantes, de manera individual o colectiva, expresan su posición respecto a un fenómeno o circunstancia planteada en la actividad experimental. Como ejemplo de ello los estudiantes usaron expresiones como: <i>creemos que..., mis compañeras piensan que..., El grupo 2 considera que está de acuerdo..., Todos</i>

Álvarez García, L. M. y García Martínez, A. (2020). Situaciones de argumentación en el aula a través de la actividad experimental en el aprendizaje de la física: el caso del lanzamiento parabólico. Revista Electrónica EDUCYT, Vol. Extra, pp. 1049 -1061





Subcategorías	Descripción
<b>Situaciones de Hacer y Aprender</b>	<p data-bbox="654 300 1388 373"><i>estamos de acuerdo sobre..., si me convenció porque..., si hay diferencia porque..., etc.</i></p> <p data-bbox="654 394 1388 1024">Se refiere a aquellos momentos en los que los participantes están involucrados en una acción determinada y a través de ellas se plantea un aprendizaje específico. Este atributo se expande cuando los participantes hacen referencia a la manipulación de artefactos y elementos experimentales. En este caso estos artefactos hacen referencia al diseño, construcción y manipulación del disparador casero construido por los grupos de trabajo. Como ejemplo se puede citar las siguientes expresiones: <i>al analizar los videos, al lanzar a 60° se ve una altura máxima..., el argumento del grupo contrario es muy convincente..., lanzamos siempre con las mismas energías y con la misma fuerza..., podemos ver los dos lanzamientos y ver la diferencia de altura y trayecto.</i> Y de manera más específica se encontró las siguientes frases: <i>... fue por la posición de la catapulta y la fuerza de lanzamiento; lanzamos con más fuerza; tenemos como ya he mencionado mi proyectil se maneja desde el suelo para un mejor lanzamiento obteniendo todos los ángulos con un poco de dificultad al lanzar el objeto; etc.</i></p>
<b>Comprensión del fenómeno (amplia o restringida)</b>	<p data-bbox="654 1056 1388 1644">Plantea el nivel de comprensión del fenómeno que tienen los participantes a través de la actividad experimental. Involucra, inexorablemente, la apropiación de la terminología y expresiones propias de los conceptos y la habilidad para hilar coherentemente las ideas que dan forma a los fenómenos y procesos explorados. Como ejemplo se aprecian los siguientes: <i>Al tener un grado en línea recta, el impulso al lanzar el proyectil genera una altura máxima con una trayectoria menor; Se alcanzó la altura máxima en 60° porque que la catapulta era más pequeña y al momento de alcanzar los 60° alcanza la altura máxima.</i> Como se evidencia, esta comprensión vincula, igualmente, lenguaje de la categoría previa, pero apropiando otros conceptos, en este caso, el de altura máxima y la categoría de ángulo. Sin embargo, ello no quiere decir que la comprensión del fenómeno se halle un estado más estable. Más bien, responde a una construcción parcial o transicional que se realiza durante el proceso general de aprendizaje.</p>



Desde el análisis de estas cuatro categorías iniciales, se pudo concluir que la reorientación de la actividad experimental en el aula de ciencias, permitió que la construcción de conceptos en ciencias no se circunscriba a la rigurosidad y formalismo de la ciencia convencional, sino que, siguiendo a Harré (1986), se lograran consensos relativos al uso de las palabras capaces de hablar acerca del fenómeno estudiado.

Ello plantea una postura ante la ciencia que se acomoda más a los sistemas de representación subjetivos que se pueden construir en el contexto escolar y los modos de expresarlo a través del lenguaje, de una manera más flexible y que garantice que no se juzgue la imprecisión en el uso del lenguaje científico en detrimento del mismo proceso de aprendizaje en desarrollo del estudiante. A manera de ilustración, léanse los siguientes enunciados producidos por los participantes de esta investigación exploratoria: “... porque los 60° están cerca de 90° y tiene una señalización que hace que su altura sea máxima”. El término señalización es impreciso para hacer la referencia mencionada. Sin embargo, el participante lo emplea como una opción de representar espacialmente una condición de lanzamiento de un proyectil.

Otro ejemplo señala: “... pero no creemos que la razón sea la velocidad o la fuerza que ejerce la capacidad sino la posición del lanzamiento”. La frase: “que ejerce la capacidad” representa para los participantes la causa que genera la altura máxima. Es evidente aquí una búsqueda de los términos que más se ajusten a la comprensión del fenómeno que, aunque estos resulten imprecisos, demuestran que hay un proceso en desarrollo frente a la comprensión del fenómeno. En tal sentido, parece válido postular la existencia de un lenguaje transicional que se ubica en el continuo del lenguaje natural y el lenguaje científico convencional. Es decir, aunque no existe una apropiación completa del



discurso científico convencional y formal, si existe un discurso científico idiosincrático en el aula de clase, que es dinámico y que resulta totalmente aceptable en el sentido que el aprendizaje es un proceso de construcción continuo y flexible.

### **Conclusiones**

La reorientación de la actividad experimental presentada, permitió la construcción de aprendizajes diversos que fueron desde aquellos relacionados con el diseño, construcción, manipulación y uso de la herramienta de experimentación; aquellos vinculados al trabajo en equipo, en el sentido de asignación de roles, toma de datos, manipulación de la herramienta de experimentación (disparador), instrumentos de medida y registro, etc; así como aquellos vinculados al fenómeno mismo que evidencia la actividad experimental del aula como lo es la apropiación inicial de la terminología propia de la actividad y los correspondientes conceptos relacionados como altura máxima, ángulo de disparo, alcance horizontal.

Se resalta más específicamente el aprendizaje generado a partir de los procesos de comunicación e interacción evidenciados en el intercambio de ideas y puntos de vista opuestos que surgen del análisis de los datos obtenidos en la actividad experimental como los son los juicios valorativos sobre los conceptos de altura máxima y posición angular en una perspectiva relacional no asociativa (Vygotsky, 1995; Hutchins, 1995).

1059



Finalmente es importante mencionar que si bien este estudio preliminar corresponde a un nivel exploratorio de investigación su alcance va más allá pues identifica y explica cuatro categorías conceptuales emergentes como respuesta al proceso de análisis del discurso de argumentación que emergió dentro de la controversia que puede extenderse a una categoría central que no fue explorada en este estudio

### Referentes bibliográficos

1060

Dascal, M. (1998). The study of controversies and the theory and history of science. *Science in Context* 11(2), 147-154.

Estany A. (2007). Innovación tecnológica y tradiciones experimentales una perspectiva cognitiva. *Ciencias* (088).

Esnaurrizar Armienta, I., & Montaña García, J. F. (2013). Laboratorio Móvil.

García, E. & Estany, A. (2010). Filosofía de las prácticas experimentales y enseñanza de las ciencias. *Praxis Filosófica*, (31), 7-24

García, S. F., Quezada, M. D. G., Sandoval, O. R., Quiñones, M. D. L. Á. C., Pierce, J. C., Saldaña, N. N., & Chávez, O. R. (2018). Propuesta para el entendimiento conceptual del tiro parabólico en base a la realidad aumentada Parte II. *Latin-American Journal of Physics Education*, 12(4), 15.

García-Martínez, Á., Devia, R., & Díaz-Granados, S. (2002). Los trabajos prácticos en la enseñanza de las ciencias. En *Actualización en didáctica de las ciencias y las matemáticas* (pp. 91–113). Bogotá, D.C: Cooperativa del Magisterio.

Harré, R. (1986). *Grandes experimentos científicos*. Barcelona. Labor.

Hutchins, E. (1995). *Cognition in the Wild* (No. 1995). MIT press.

Álvarez García, L. M. y García Martínez, A. (2020). Situaciones de argumentación en el aula a través de la actividad experimental en el aprendizaje de la física: el caso del lanzamiento parabólico. *Revista Electrónica EDUCYT*, Vol. Extra, pp. 1049 -1061



Saldaña, N. N., & Chávez, O. R. (2018). Propuesta para el entendimiento conceptual del tiro parabólico en base a la realidad aumentada Parte II. *Latin-American Journal of Physics Education*, 12(4), 15

Strauss, A., Corbin, J. (2016). Bases de la investigación cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Universidad de Antioquia.

Ubaldo, P., Martínez, R., & Flores, L. (2017). Tiro parabólico y su descripción algebraica en el bachillerato tecnológico.

Van Eemeren, F. H., & Garssen, B. (Eds.). (2008). Controversy and confrontation: Relating controversy analysis with argumentation theory (Vol. 6). John Benjamins Publishing.

Van Eemeren, F. H. (2012). Maniobras estratégicas en el discurso argumentativo (No. 100).

Vygotsky, L. S. (1995). Pensamiento y lenguaje Teoría del desarrollo cultural de las funciones psíquicas. ediciones Fausto

Recuperado de:

<http://padresporlaeducacion.blogspot.com/>

