



# EL PAPEL DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL EN LA ORDENACIÓN DE CUALIDADES Y CONSTRUCCIÓN DE FENOMENOLOGÍAS

## EXPERIMENTAL ACTIVITY ROLE IN QUALITIES ARRANGEMENT AND PHENOMENOLOGY CONSTRUCTION

Sandra Sandoval Osorio<sup>1</sup>  
Malagón Sánchez José Francisco<sup>2</sup>  
María Mercedes Ayala Manrique,<sup>3</sup>

### Resumen

En este texto se propone una reflexión sobre el papel que juega la actividad experimental en la ordenación de algunas cualidades, en el establecimiento de escalas de medida e instrumentos de medida, así como en la construcción de lenguajes para hablar de algunas fenomenologías estudiadas. Para el grupo de investigación resulta especialmente relevante estudiar las rutas por las cuales la actividad experimental aporta a la construcción de relaciones entre magnitudes que se elaboran, a la organización fenomenológica y a los procesos de producción de generalizaciones y de teorización acerca de las fenomenologías estudiadas o de nuevas fenomenologías a estudiar.

Desde estos criterios se ha propuesto una discusión acerca de los criterios pedagógicos y cognitivos desde los cuales se diseñan e implementan actividades experimentales y que influyen en la comprensión de fenomenologías.

La generación en el ámbito de la enseñanza de las ciencias del vínculo entre los procesos de organización de fenomenologías, los procesos de formalización y la actividad experimental está mediada por la solución a la siguiente pregunta problema: ¿Cómo caracterizar el vínculo existente en las relaciones entre variables y la teorización que se haga de un campo fenoménico con los procesos cognitivos y pedagógicos en el aula de clase?

**Palabras clave:** Enseñanza de las ciencias, estudios histórico críticos, Actividad experimental en educación en ciencias, Procesos de formalización y teorización en ciencias.

---

<sup>1</sup> Grupo *Física y Cultura* - Universidad Pedagógica Nacional, ssandoval@pedagogica.edu.co;

<sup>2</sup> Grupo *Física y Cultura* - Universidad Pedagógica Nacional, jmalagon@pedagogica.edu.co;

<sup>3</sup> Grupo *Física y Cultura* - Universidad Pedagógica Nacional alayalam49@gmail.com



## Abstract

This text reflects on the role of experimental activity in the arrangement of certain qualities in the establishment of measurement scales and measuring instruments, as well as the construction of languages to discuss some phenomenological study. For the research group is particularly relevant to study the routes by which experimental activity contributes to construction relations between magnitude that are developed, the phenomenological organization and production processes of generalization and of theorizing about phenomenology studied or new phenomenology to study.

Since these criteria have been proposed a discussion about the pedagogical and cognitive criteria from which to design and implement experimental activities that influence the understanding of phenomenology.

Generation in the field of science education of the link between organizational processes of phenomenology, the processes of formalization and experimental activity is mediated by the solution to the question: how to characterize the linkage relationships between variables and theorizing is made of a phenomenal field with the cognitive processes and teaching in the classroom?

**Keywords:** Science teaching, Critical historical studies, Experimental activity on science education, Processes of formalization and theorizing science.

## Introducción

Este grupo de investigación ha estudiado la relación entre el experimento y la construcción de magnitudes, con el fin de que esta relación proporcione elementos para hacer propuestas significativas y contextualizadas para las clases de ciencias. Esta preocupación aparece toda vez que revisada la literatura vigente sobre el rol que se le asigna al experimento en las clases de ciencias se ha encontrado al menos tres tendencias: una en la que se considera que la actividad experimental en las clases ciencias debe recrear las condiciones en las cuales se da la actividad de las comunidades científicas, otra en la cual se asume una distancia entre la experiencia en el campo de la actividad científica y la educación en ciencias y una tercera, en la cual se propone que la actividad experimental está en estrecha relación con la construcción y comprensión de las problemáticas y fenómenos que se trabajan en el aula de clase.

Todas estas posturas se relacionan con las opciones epistemológicas y pedagógicas que se encuentran a la base, en donde el punto de referencia obligado en la enseñanza de las ciencias son los resultados producidos al interior de las comunidades científicas y estandarizados por los currículos de ciencias.

Unas de las dificultades más relevantes que distinguimos en estas posturas son la dicotomía teoría – experimento, la oposición cualitativo – cuantitativo y el mundo de lo sensible – mundo de las ideas. Una ruta que este grupo ha encontrado para romper con



dichas polarizaciones es el vínculo de la actividad experimental a la construcción de magnitudes, para lo cual se han venido construyendo criterios de actuación para el aula y se han generado propuestas de trabajo específicas que se han puesto en juego durante los últimos años. Ahora consideramos que la organización y sistematización de los resultados de dichas propuestas aporta a la comprensión de la problemática señalada.

En las propuestas de trabajo se entiende que *el experimento está en estrecha relación con las construcciones conceptuales*, en otras palabras, la actividad experimental como un proceso intencional imposible de desligar de la educación en ciencias en la que se privilegie la construcción de explicaciones y comprensiones acerca de los fenómenos abordados. Algunos de estas propuestas se han formulado como electivas para los estudiantes de pregrado y de posgrado de la Facultad de Ciencia y Tecnología, otros han sido experiencias de aula diseñadas, implementadas y sistematizadas con maestros de ciencias de educación básica primaria y secundaria.

### **Algunos elementos que emergen de las actividades y espacios propuestos**

Dado los desarrollos investigativos (Malagón et al 2007, 2009), se hacen una serie de consideraciones que tienen un valor pedagógico, didáctico y epistemológico para la formación de los docentes en ciencias y que presentamos en dos puntos:

I. Revisar el isomorfismo que se establece entre la relación ciencia - actividad experimental con la relación enseñanza de las ciencias - actividad experimental pone en evidencia que estas relaciones no son unívocas y que están cargadas de presupuestos epistemológicos que es necesario explicitar.

Una reflexión sobre la actividad experimental en la enseñanza de las ciencias permite poner al experimento como una actividad íntimamente ligada a la organización de nuevas maneras de explicación y comprensión de los fenómenos y además elaborar propuestas de trabajo para las clases de ciencias, es decir como consecuencia de este campo de reflexiones se deriva una influencia en las concepciones de conocimiento y en las acciones didácticas que se formulan con los docentes de manera contextualizada.

II. Al hacer una revisión de la literatura vigente sobre esta problemática se encuentra que a pesar de que en los ámbitos escolares y en la literatura de educación científica reiteradamente se hace una crítica frente a los procedimientos experimentales tipo "*recetas de cocina*" por considerarlos no apropiados en una perspectiva actual de la enseñanza de las ciencias, pues se afirma que por una parte se afianza una perspectiva empirista de la construcción de conocimiento científico y por otra se sobrevalora el carácter instrumental de la enseñanza de las ciencias; son pocas las rupturas que se han dado con este tipo de abordajes, donde la experimentación es útil para recrear algún tipo de procedimiento, concepto o teoría científica y en consecuencia, se reducen los procesos de comprensión de la actividad experimental en las ciencias y se desvirtúa la importancia e influencia social y cultural que la ciencia tiene en las sociedades modernas y contemporáneas. (Cachapuz et al 2004) Consideramos que la actividad experimental debe dejar de ser una actividad estandarizada, contingente, circunstancial o improvisada en las clases de ciencias.

Los desarrollos de estas consideraciones han llevado a establecer los siguientes criterios para la orientación de las diferentes propuestas de trabajo:



- La medición de magnitudes y su vínculo con la actividad experimental. El vínculo de la actividad experimental a la organización de la experiencia y a los procesos de formalización de las explicaciones, al planteamiento de problemas conceptuales importantes para la enseñanza de las ciencias y a la construcción o ampliación de una base fenomenológica.
- Desarrollo de estudio caso sobre algunas magnitudes en particular, recurriendo a los estudios histórico – críticos y derivando algunas implicaciones para el vínculo de la actividad experimental a los desarrollos conceptuales en el tratamiento de algunas fenomenologías en la clase de ciencias.

### **Propuestas de trabajo e identificación de algunas fenomenologías**

En los diferentes espacios se logra identificar una cualidad y avanzar en la organización de fenomenologías que permiten ordenar de mayor a menor intensidad por ejemplo para la conductividad eléctrica de diferentes sustancias en solución, la solubilidad de las sustancias, la flotación de sólidos y líquidos en medios líquidos, los estados de electrificación de diferentes materiales.

Esta actividad se ha convertido en transversal en los diferentes espacios, la cual se va cualificando a medida que se avanza en la organización de ideas alrededor de la medida y el experimento. Tres formas diferentes pero relacionadas entre sí se pueden distinguir en el proceso de constitución de una medida: la clasificación, la ordenación de cualidades por grado de mayor a menor y la forma cuantitativa referente a las diferencias de grado de cierta magnitud. Por ejemplo, en el laboratorio los materiales se pueden clasificar por su dureza y ordenarlos por su grado de dureza, dando lugar a la escala de dureza de Mohr, donde el criterio de ordenación de esta escala consiste en que el cuerpo más duro raya al más blando; es claro que aunque no es una escala numérica sí provee una ordenación.

Otro ejemplo muy ilustrativo es la clasificación que se puede hacer de sólidos y líquidos a partir de la flotación de los cuerpos en diferentes medios donde se puede establecer dos comportamientos: “flotar” o “hundirse”. Una vez son clasificados de esta manera, es posible establecer una ordenación de grado, teniendo en cuenta que los cuerpos que flotan no lo hacen de la misma manera, que unos flotan más y otros menos. De la organización de la flotación se podría definir una magnitud que permite avanzar en la comprensión teórica del fenómeno de la flotación, la densidad, y construir un aparato para medirla, pudiéndose así llegar a asignar a un número y definir una magnitud que hable de ese problema.

### **Los aparatos de medida como concreción de las teorías**

Cuando se propone la construcción de un aparato para medida, por ejemplo para la temperatura de inmediato se piensa en la construcción de un termómetro, para la acidez se acude al pHmetro, y así sucesivamente. Sin embargo la organización de un conjunto de fenómenos implica la definición de una cualidad que permita ordenar tales fenómenos, por ejemplo la utilización de propiedades termométricas que permitan saber la variación del estado térmico de un cuerpo tales como la dilatación de una sustancia, la variación de la presión de un gas cuando este cambia de estado térmico que permite valorar la pertinencia de las hipótesis conceptuales que se están haciendo.



En el caso de pH ha implicado acudir a la sistematización de los cambios de color de los indicadores naturales como el agua de rosas rojas, el curry, el repollo, entre otros, pero rápidamente se vuelve insuficiente para hacer alguna afirmación acerca del grado de acidez de las diferentes sustancias por lo tanto se han relacionado los comportamientos eléctricos con la acidez de las sustancias. En este caso, se puede afirmar que entre más ácido mejor conductor de la electricidad es. El otro aspecto resaltado es que un factor que influye es la concentración de las diluciones, por tanto para poder sacar una conclusión es necesario mantener constante la concentración. La conductividad depende tanto de la concentración como del carácter ácido o básico. Sin embargo por esta vía no es posible unificar la medida, aquí se sigue manteniendo el carácter opuesto de las medidas ácido o básico. Dificultades que obligan a asumir otro criterio eléctrico para ordenar los fenómenos de acidez como es la medida de las diferencias de potencial que genera tanto los ácidos como las bases, usando celdas electroquímicas.

### **Reflexiones finales sobre la actividad experimental**

El problema de la construcción de magnitudes y formas de medida ligado a la actividad experimental deja de ser solamente el hecho práctico de hacer medidas, la precisión y la exactitud de los aparatos de medida sino que cubre retos importantes en la comprensión amplia de un conjunto de fenómenos.

El desarrollo de las propuestas de trabajo ha permitido decantar y profundizar en una serie de reflexiones que han sido preocupación para el grupo de estudio. Si bien en la actividad científica propiamente dicha el experimento podría servir para validar y legitimar las teorías, en el ámbito de la enseñanza de las ciencias no es, a nuestro parecer, el papel más relevante de éste. Como se ha mostrado puede jugar un papel muy importante en la construcción de las organizaciones conceptuales sobre los fenómenos estudiados en el aula, permitiendo a la vez romper la oposición experiencia – teoría y vivenciar una relación dinámica entre ellas. [Malagón y otros, 2010]

Aquí el experimento juega un papel central en la enseñanza en tres posibilidades que están íntimamente ligadas, pero que se pueden diferenciar por el énfasis que se da:

1. La organización de la experiencia y procesos de formalización como lo son aquellos vinculados a la construcción de magnitudes y formas de medida. Como se ha visto en el caso del pH, los sujetos comúnmente suelen tener una experiencia con las sustancias que les permite distinguir grosso modo cualidades opuestas como son la *acidez* y *basicidad*. A partir de esta experiencia primaria se puede tratar y ampliar los efectos relacionados con dichas cualidades mediante el análisis del comportamiento correspondiente de las sustancias y llegar a construir una magnitud que las exprese o hable de dichas cualidades. En esta ruta el experimento juega un papel muy importante para construir las relaciones, las escalas de ordenación, el diseño de instrumentos. Otro tanto se puede afirmar frente a la temperatura o a la densidad. Se puede igualmente relacionar nuevas experiencias con la inicial y avanzar en el proceso de transformación y reconstitución de la magnitud vinculada al nuevo campo fenoménico (o campo fenoménico extendido).



2. El experimento permite plantear problemas conceptuales importantes para la enseñanza de las ciencias. El caso de las transformaciones experimentadas por un sistema en movimiento ilustra esta posibilidad; es claro que los sujetos tienen una experiencia organizada frente a los fenómenos mecánicos por lo tanto el experimento no es útil para tratar de distinguir qué pasa cuando se empuja un cuerpo o cuando un cuerpo golpea a otro, pues son situaciones de las que los sujetos pueden hablar con propiedad fácilmente. Aquí el experimento sirve para empezar a plantear preguntas conceptuales que llevan a la estructuración de una magnitud como es el caso de la energía mecánica.

3. La actividad experimental propicia la construcción o ampliación de una base fenomenológica o entramado de hechos de observación que serían estructurados a partir de una cierta "teoría". El caso de los fenómenos electrostáticos resulta especialmente ilustrativo al respecto. En este caso los sujetos no tienen una base fenomenológica primaria para estructurar u organizar, a lo sumo reconocen chispas, cables u otros dispositivos materiales. Igualmente se reconocen palabras como voltios, amperios, vatios. Sin embargo, las teorías de la electrostática aunque pueden ser, en cierto sentido, el fundamento de los aparatos tecnológicos actuales, no hablan del funcionamiento de los mismos. Además los sujetos tampoco cuentan con un aparato sensorial que les permita captar o dar cuenta de lo eléctrico, por tanto el experimento en este caso va a ser fundamental en la construcción de esta base fenomenológica que el sujeto tiene que reconocer, estructurar y organizar. Es necesario construir las situaciones que posibiliten la producción de los efectos de atracción y repulsión debidos a la frotación con los cuales hacer una caracterización primera de lo electrostático, para continuar luego mediante el análisis de situaciones que involucran otras formas de electrificar y con ello la ampliación de la base fenomenológica, proceso que va acompañado de la elaboración de criterios conceptuales así como de la construcción de las magnitudes que organizan este fenómeno.

El experimento en la clase de ciencias, como se muestra en este panorama, juega un papel muy importante en la enseñanza de las ciencias, en íntima relación con las organizaciones conceptuales que se van construyendo, rompiendo con la oposición experimento – teoría, de esta manera se puede afirmar que no se pueden establecer oposiciones o delimitar de forma absoluta aunque se reconozca que el experimento tiene dinámicas propias.

En este momento quedan planteadas otras preguntas que permitan hacer más explícitas las condiciones pedagógicas y cognitivas que genera el experimento, particularmente que permita vincular las actividades experimentales a los procesos de formalización en la enseñanza de las ciencias. Profundizar en estas relaciones y contextos implica adicionalmente ampliar la posibilidad de pensar condiciones de trabajo en el aula para ligar el experimento a estos procesos desde una perspectiva fenomenológica.

## **Referencias bibliográficas**

Cachapuz, Antonio F. y Gonçalves, Maria B. (2004) De la teoría a la práctica: la investigación acción como estrategia para la innovación en la formación del profesorado de química. Un ejemplo en la enseñanza del laboratorio del tema ácido / base. *Revista Educación Química* 15(1)

**5° CONGRESO NACIONAL DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA.**

Universidad Pedagógica Nacional (U. P. N)  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (U. D. F. J. C)  
Bogotá, Colombia. 16 al 20 de mayo 2011



Malagón Sánchez, José Francisco; Ayala Manrique, María Mercedes; Sandoval Osorio, Sandra y Tarazona Vargas, Liliana (2007) *La actividad experimental en la enseñanza de las ciencias*. Proyecto CIUP – Universidad Pedagógica Nacional.

Malagón Sánchez, José Francisco; Ayala Manrique, María Mercedes y Sandoval Osorio, Sandra (2009) *La actividad experimental para la comprensión de fenómenos en la enseñanza de las ciencias*. Proyecto CIUP Universidad Pedagógica Nacional.

Malagón Sánchez, José Francisco; Ayala Manrique, María Mercedes y Sandoval Osorio, Sandra (2010) *El experimento en el aula. Comprensión de fenomenologías y construcción de magnitudes*. Material en impresión. Universidad Pedagógica Nacional.