



# LA FUNCIONALIDAD DE LOS ESQUEMAS GRÁFICOS DURANTE EL APRENDIZAJE DE LA FÍSICA PARA CARRERAS DE INGENIERÍA

**IGLESIAS BERMAN, A. (1) y SPELTINI, C. (2)**

(1) Humanidades. Universidad Nacional de San Martín [anabeliglesias1@yahoo.com.ar](mailto:anabeliglesias1@yahoo.com.ar)

(2) Universidad Tecnológica Nacional. [anabeliglesias1@yahoo.com.ar](mailto:anabeliglesias1@yahoo.com.ar)

---

## Resumen

El interés de esta investigación es describir los esquemas gráficos construidos por estudiantes de primer año de ingeniería, y explorar sus funciones didácticas. Los datos obtenidos durante catorce cuatrimestres corresponden a una actividad de apertura de un curso de Física, a partir de la lectura de una selección de textos de física y epistemología. Para su análisis se integran elementos filosóficos, científicos, históricos, estéticos y psicológicos. El estudio es etnográfico, cualitativo y émico. Los resultados permiten caracterizar, perceptual y conceptualmente, los esquemas gráficos construidos por los estudiantes de ingeniería sobre áreas canónicas de la física. Didácticamente las representaciones analizadas parecen funcionar como esquemas organizadores e integradores de sistemas conceptuales, estilos perceptuales y pautas sociocognitivas previas.

---

## OBJETIVOS

Esta investigación pretende describir los *esquemas gráficos* construidos por grupos de estudiantes de primer año de ingeniería mediante relaciones entre áreas del conocimiento físico actual y perceptos estéticos, y explorar sus funciones didácticas.

## MARCO TEÓRICO

Un *esquema gráfico* (EG, abreviadamente) es una representación pictórica con texto explicativo que combina conceptos y áreas del conocimiento físico mediante perceptos estéticos.

El marco teórico utilizado articuló tres perspectivas. La filosófica permitió asociar el concepto de *esquema gráfico* con las nociones de esquema, esquematismo y procedimiento racional (Kant, 1992). La perspectiva psicológica facilitó comparar nuestra noción de EG con las nociones de imagen mental, representación mental y función simbólica (Rivière, 1986). La historia del arte, al describir la potencialidad heurística de las representaciones pictóricas en la construcción racional de la física, nos indicó un camino fértil para estudiar la función didáctica del EG en la enseñanza universitaria (Thuiller, 1990).

## METODOLOGÍA

Realizamos un estudio cualitativo centrado en el análisis de los EG realizados por alrededor de mil estudiantes de primer año de ingeniería en el marco de la primera actividad de un curso de física. Dicha actividad solicitaba a los estudiantes crear colectivamente una representación pictórica con texto explicativo que relacionase los temas del programa de estudio, vigente en la cátedra, con las áreas actuales de la física, a partir de analizar varios textos científicos y de considerar el criterio de clasificación presentado por uno de ellos.

Estudiamos reiteradamente los registros y datos según dos dimensiones, *perceptos estéticos* y *áreas de la física*, y tres niveles de análisis.

Describimos los *perceptos estéticos* o elementos pictóricos de cada EG a partir de Crespi et al. (1995).

*Forma*: Es la característica estructural del EG. Puede ser abierta o cerrada si favorece o no la asociación entre figura y fondo de la imagen.

*Contorno*: Alude a cómo se concreta el borde que limita interior y exteriormente la representación. Puede ser lineal (borde de líneas), superficial (borde simulando planos u otras superficies), volumétrico (borde simulando cuerpos).

*Pregnancia*: Es el nivel de simplicidad, regularidad y simetría en la forma gráfica. Definimos tres niveles de pregnancia: bajo, mediano y alto.

*Color*: Identifica el empleo de uno o varios colores.

*Cinética visual*: Es el movimiento virtual o ritmo que presenta un EG mediante reiteración de formas, trazos recortados o difusos.

*Perspectiva*: Es la manipulación virtual de un objeto real por medio de la abstracción. Los autores

de un EG, desde distintos puntos de referencia, le practican cortes, rebatimientos, rotaciones y traslaciones.

Trabajamos las *áreas de la física* según la clasificación de Eisberg y Lerner (1983) que propone estudiar los fenómenos físicos según: 1) tamaño y velocidad de los objetos (*área canónica*), 2) estado de agregación del sistema material (*área estado de la materia*), 3) tipo de interacción predominante en el sistema (*área interacciones*). El *área canónica* incluye temas de mecánica newtoniana, mecánica relativista o física cuántica. El *área estado de la materia*, temas de física del estado sólido, líquido o gaseoso. El *área interacciones* incluye temas de gravitación, electromagnetismo, fuerzas nucleares y débiles.

Los primeros niveles de análisis permitieron organizar y seleccionar los EG según las dos dimensiones mencionadas. Finalmente el tercer nivel nos permitió arribar a las categorías que denominamos: *historieta*, *biológica*, *tierra - universo*, *gnoseológica*, *cotidiana - tecnológica* y *abstracta*.

*Historieta*: La categoría incluye el 12 % de los EG. Son esquemas con uno o más personajes actuando en situaciones relacionadas con la física. Un ejemplo es el EG que representa una carrera entre cuatro personajes - Tierra, Flash, Átomo y Onda – figurando con sus tamaños y velocidades su pertenencia al área canónica y de interacciones. Las *historietas*, en su gran mayoría, presentan formas abiertas, contorno volumétrico, cinética visual, colores, perspectiva y un mediano nivel de pregnancia.

*Biológica*: En esta categoría ubicamos el 9 % de los EG. Son representaciones que aluden a seres vivos como árboles, flores y animales. Los EG de esta categoría presentan contorno volumétrico, son pregnantes y coloreados. No tienen cinética visual ni perspectiva y sus formas son indistintamente abiertas o cerradas. Se vinculan exclusivamente con el área canónica de la física.

*Tierra - universo*: El 9 % de los EG están incluidos en esta categoría. Son esquemas que aluden a fenómenos geológicos, planetarios y / o galácticos. Presentan forma abierta, contorno volumétrico, cinética visual, colores, mediana pregnancia y sin perspectiva. Se vinculan con el área canónica de la física.

*Gnoseológica*: En esta categoría se encuentra el 8 % de los EG. Son representaciones que insinúan preocupación por problemas generales del conocimiento físico. Como expresa, por ejemplo, el texto de una de los EG: “*La caverna es el trayecto a recorrer por la física para encontrar las respuestas a todas las realidades existentes o posibles. La oscuridad, las piedras, la fogata y el hombre, son los elementos con que la física cuenta para lograr dicho objetivo...*”. Salvo uno, estos EG no se vinculan con las áreas de la física ni con la clasificación mencionada. En estos EG predominan las formas abiertas con contornos volumétricos, de alto nivel de pregnancia y con perspectiva. No presentan cinética visual ni colores.

*Cotidiana - tecnológica*: El 30 % de los EG pertenece a esta categoría que refiere a situaciones cotidianas y / o tecnológicas. Por ejemplo, uno de ellos simboliza, mediante un trozo de queso con grandes agujeros, “*el campo de acción de la ingeniería*” y la relación de ésta con los “*cuerpos grandes y las velocidades bajas estudiadas por la física clásica*”. En estos EG predominan: formas cerradas, contornos volumétricos, bajo nivel de pregnancia, sin cinética visual, variados colores y

perspectiva. La mayoría se vincula con el área canónica y el área interacciones.

*Abstracta:* Aquí incluimos el 32 % de los EG analizados por sus características geométricas y / o indefinidas. Por ejemplo, uno de los EG presenta un edificio de varios pisos en cuya base se encuentra Newton y en la cúspide Einstein, con el texto “*el edificio representa los dominios de la física*”. La mayoría de los *esquemas abstractos* presenta forma cerrada, colores, sin cinética visual, ni perspectiva, mediano y alto nivel de pregnancia, contornos volumétricos y planos. Estos EG establecen relaciones con el área canónica de la física.

-

## CONCLUSIÓN

La mayoría de los estudiantes de primer año de ingeniería (el 62 % de la muestra analizada), realiza *esquemas gráficos* de tipo cotidiano - tecnológico y abstracto. Desde el punto de vista perceptual, la mayoría de los estudiantes produce esquemas con formas cerradas, contornos volumétricos y planos, sin cinética visual, con diversos niveles de pregnancia, coloreados, con o sin perspectiva. Conceptualmente, los esquemas producidos establecen vínculos canónicos e interaccionales con la física.

Consideramos que la producción colectiva de *esquemas gráficos* - o representación pictórica con texto explicativo -, por parte de estudiantes de ingeniería durante la primera clase de física presenta las siguientes funciones didácticas:

- v Facilita formar grupos de trabajo estables dado que el carácter expresivo y comunicativo de la actividad posibilita elegir libremente a los compañeros.
- v Organiza saberes difusos y estilos perceptuales a partir de la reflexión interpersonal y no sólo desde la lógica de la disciplina.
- v Permite explicitar ideas previas y gustos estéticos entre compañeros nuevos.
- v Desarrolla el uso colectivo de conceptos físicos y procedimientos comunicativos.

Para los docentes, el uso de *esquemas gráficos* desde el inicio de un curso permite, por un lado, conocer los modos empleados por los estudiantes para representar nociones físicas y acordar significados. Por otro lado, estimular la construcción social de nuevos conocimientos científicos.

## REFERENCIAS

CRESPI, I. y FERRARIO, J. (1995) *Léxico técnico de las artes plásticas*. Buenos Aires: EUDEBA

EISBERG, R. M y LERNER, L. W. (1983). *Física. Fundamentos y Aplicaciones*. Madrid: Mc. GrawHill.

KANT, I., (1992) *Crítica de la Razón Pura. Estética Trascendental y Analítica Trascendental*. 13<sup>o</sup> Edición. Buenos Aires: Losada.

RIVIERE, A (1986) *Razonamiento y representación*. Madrid: Siglo XXI.

THUILLER P. (1990) *De Arquímedes a Einstein. Las caras ocultas de la invención científica*. Tomo I y II. Madrid: Alianza Editorial.

## CITACIÓN

IGLESIAS, A. y SPELTINI, C. (2009). La funcionalidad de los esquemas gráficos durante el aprendizaje de la física para carreras de ingeniería. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1924-1928  
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1924-1928.pdf>