

## LOS SIGNIFICADOS DE ENTROPÍA: MECANISMOS PARA SU ADQUISICIÓN

**SPELTINI TEJERO, C. (1) y DIBAR URE, C. (2)**

(1) Ingeniería Química. Universidad Tecnológica Nacional [cristinaspeltini@yahoo.com.ar](mailto:cristinaspeltini@yahoo.com.ar)

(2) Universidad Gral. Sarmiento. [cristinaspeltini@yahoo.com.ar](mailto:cristinaspeltini@yahoo.com.ar)

---

### Resumen

Dotar de significado a expresiones abstractas se logra asignando cualidades; creando diferencias; elaborando entidades; transformando el conocimiento y dando sentido al tema. En este trabajo presentamos los mecanismos de adquisición de significado del concepto "entropía". Los registros empleados fueron ensayos escritos por estudiantes de ingeniería, sobre el concepto de entropía. Se identificaron diferentes modalidades de adquirir significado: por aplicación del concepto a una entidad conocida; a través de la asignación de atributos; mediante ejemplos; por hiponimia y con explicaciones. El estudio permite identificar el empleo de recursos explicativos heterogéneos, con relación semántica de pertenencia o bien localización de la entropía en el universo; el atributo predominante es la función creciente y la hiponimia preferida desorden o irreversibilidad.

---

### OBJETIVO

Dotar de significados a expresiones abstractas se logra asignando cualidades; creando diferencias; elaborando entidades; transformando el conocimiento y dando sentido al tema. Este trabajo muestra los estilos de adquisición de significado del concepto de "entropía", en estudiantes universitarios. Históricamente, este concepto ha sido vinculado al calórico por Carnot, asociado a procesos reversibles por Clausius o relacionado con el modelo atómico de la materia por Boltzmann.

## MARCO TEÓRICO

La adquisición de un concepto se logra cuando se dota de significado a la información presentada, comprendiendo el material y expresándolo con palabras propias. Según Piaget (1997) el significado resulta de la asimilación de objetos a partir de esquemas, que el individuo construye de manera autónoma e interna. Mientras que para Vygotski (1997) el significado proviene del medio social externo y es asimilado por el individuo siendo el lenguaje y los signos mediadores de la acción. Bajtín (Werstch, 1991) sostiene que los usuarios del lenguaje toman prestado el significado, en un proceso activo que surge de la interacción de varias voces. En otros términos, el aprendizaje de un concepto no es únicamente emplear un conjunto de términos técnicos, implica relacionar esos términos con otros en diversos contextos, involucra establecer relaciones de significados entre distintos vocablos, utilizarlos para expresar una idea o explicar como se relacionan sus significados entre sí (Lemke, 1997).

## METODOLOGÍA

Se solicitó a los 52 estudiantes universitarios participantes del estudio, la redacción de un ensayo escrito sobre el concepto de entropía; previamente el docente rememoró oralmente las actividades, los temas abordados y las diversas instancias vividas durante las clases (Werstch, 1991; Vygotski, 1997).

Del análisis de los ensayos surgieron las siguientes categorías:

### 1- Adquisición de significado por su aplicación a una entidad conocida

Se identificaron expresiones dónde el concepto de “entropía” se asocia a entidades conocidas (Piaget, 1997), generalmente concretas y de menor nivel de complejidad conceptual, como: “universo”, “sistema”, “medio” o “fuente”. El 83 % de los textos utilizan este recurso.

Una de las expresiones más frecuentes es “entropía del universo”, presente en 60 % de los documentos. Es interesante notar el menor nivel de abstracción que presenta el concepto de “universo” (90% lo mencionan), se lo emplea en expresiones cosmológicas, o vinculado a conceptos termodinámicos. En menor proporción se encuentran las expresiones “entropía del sistema” (13%) y “entropía del medio” (6%), unos pocos casos citan “entropía de la fuente”.

### 2- Adquisición de significado a través de atributos

El atributo de “entropía” destacado es su carácter de magnitud creciente. Esta cualidad es valorizada en el 77% de los escritos, con distintas expresiones como “aumento de entropía”, incluyéndose las expresiones formales “ $DS > 0$ ”.

Se encuentra que el 25% de los documentos consideran la posibilidad de la disminución de entropía, en el sistema o en el medio.

El 23% menciona el concepto atribuyéndole características de función potencial, aditiva. Otras expresiones como “entropía generada” (40%) y “flujo de entropía” (31%) refieren a distintos significados, la primera relacionada con la irreversibilidad de los procesos y la segunda con la energía térmica transferida. La “entropía generada” mayoritariamente está relacionada con la irreversibilidad, sólo el 29% refieren al rozamiento.

### **3- Adquisición de significado a través de ejemplos**

El 38 % de los documentos asocian “entropía” con aspectos cotidianos, químicos, técnicos o cosmológicos. Los aspectos cotidianos se refieren al orden y desorden de diversos elementos (libros, rompecabezas, cartas o gotas de tinta que se esparcen). Las menciones a cuestiones químicas están vinculadas con reacciones redox o combustión; las cosmológicas al origen del universo (big bang; muerte térmica del universo); hay ejemplos relacionados con cuestiones medio ambientales (reciclado, contaminación atmosférica).

*La entropía del universo es muy difícil de controlar porque cuando nosotros deseamos conservar el medio para que este no se altere - como el caso del reciclado - por un lado estamos previniendo la contaminación pero por otro estamos generando entropía o sea que sería casi imposible o imposible no generar entropía o que ésta sea cero.*

### 4- Creación de significados por hiponimia

La estructura de hiponimia se presenta cuando una categoría está incluida dentro de otra más general, es decir una clase está subordinada a otra. En muchos ensayos, la expresión “entropía es...” indica que el concepto está dentro de la categoría de “desorden”, en otros se encuentra subordinada a “irreversibilidad”. Las categorías de “desorden” e “irreversibilidad” son conjuntos más abarcativos, en los que la entropía pareciera ser una mera función para identificarlos. Se presentan 35% de ensayos con este tipo de construcciones.

*La entropía es una manera de cuantificar el desorden*

### 5- Creación de significados a través de explicaciones

Durante casi dos siglos, la comunidad científica ha elaborado múltiples explicaciones asociadas al concepto de entropía. En función de ellas, se categorizaron los ensayos según grupos de conceptos que operan como recursos explicativos (Toulmin, 1977). Estas categorías presentan solapamientos, pudiéndose identificar estudiantes que utilizan más de un estilo explicativo.

a- Entropía asociada con el calor como energía en tránsito, refiere al concepto de entropía según Clausius y está vinculada a expresiones como: rendimiento térmico, transferencia de calor, máquinas térmicas, fuentes (55%).

*Si nuestro sistema no es adiabático entonces se producirá una transferencia de calor desde el sistema al medio o desde el medio al sistema. Tanto en este proceso de transformación de calor como en todos aquellos procesos en que hay dispositivos (turbina, compresor) se producen pérdidas de energía NO aprovechable que son las irreversibilidades propias del sistema. Cuando hacemos referencia a estas pérdidas tenemos que hablar de una transferencia de entropía hacia el medio a medida que se incrementan las irreversibilidades, hacen que disminuya el rendimiento del dispositivo es decir la capacidad de aprovechar la energía recibida.*

b- Entropía asociada con aspectos de la estructura de la materia o con nociones de orden y desorden (69%).

*La entropía nos da una idea de desorden, es decir cuando queremos ordenar algo (libros) en verdad estamos desordenando más de lo que ordenamos; esto se ve en la variación de entropía del universo.*

c- Alusiones a procesos posibles e imposibles que permiten identificar la entropía de acuerdo con la presentación axiomática de Caratheodory (46%). Se utilizan los conceptos de entropía generada y flujo de entropía, exergía.

*...Estos procesos también son llamados posibles, la idea inversa sería la de proceso imposible los cuales se producirían con una disminución de la entropía del universo, la cual sabemos por el segundo principio, es imposible. La entropía del universo está en constante aumento y con esto su exergía o sea su capacidad de realizar trabajo se está perdiendo.*

## CONCLUSIONES

La mayoría de los ensayos presentan errores conceptuales al considerar la entropía como una medida del desorden espacial de los diferentes cuerpos que forman el sistema. Posiblemente, el éxito de este tipo de explicación radique en que está muy vinculado a aspectos concretos y satisface intelectualmente los “porques”, recurriendo a modelos mecanicistas aplicados en un nivel casi subyacente y aparentemente muy confiable. Se han identificado recursos explicativos heterogéneos, con preferencia por la localización o la pertenencia, el atributo preferido es “función creciente”.

El estudio de los ensayos muestra que si bien son escritos individuales, en muchos de ellos se identifican diversas voces, casi un diálogo con un interlocutor “imaginario”, que parecería representar al profesor del curso. Los ensayos muestran la respuesta de una voz a otra. Desde esta perspectiva resultará difícil encontrar un significado único, inalterado o singular, ya que los ensayos están influenciados por los enunciados (académicos) pasados o eventualmente futuros (Werstch, 1991).

## REFERENCIAS

LEMKE, J. (1977). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Piados. Barcelona.

PIAGET, J; GARCÍA, R. (1997). *Hacia una lógica de significaciones*. Barcelona: Editorial Gedisa.

TOULMIN, S. (1977) *La comprensión humana*. Editorial Alianza: Madrid.

VYGOTSKI, L. (1997). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: La Pléyade.

WERSTCH, J. (1991). *Voces de la mente: un enfoque sociocultural para la acción mediada*. Madrid: Aprendizaje Visor.

## CITACIÓN

SPELTINI, C. y DIBAR, C. (2009). Los significados de entropía: mecanismos para su adquisición. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 964-968

<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-964-968.pdf>