

Tesis de Maestría

Autor:

Cristina Speltini

Directora:

María Celia Dibar Ure

Codirectora:

Ana María Figueroa

Lugar:

*Universidad Nacional
de Tucumán*

Programa:

Maestría en Enseñanza
de las Ciencias (Área
Física)

Fecha de defensa:

13 de junio de 2008

El concepto de entropía en el aula universitaria

Los conceptos auténticamente interesantes en el área de la Física parecen escarparse a nuestros decididos intentos por concretarlos y por hacerlos expresar algo definido. Muchos de ellos tienen significados múltiples, ambiguos, imprecisos y en algunas ocasiones inestables, abiertos a la polémica, a la reformulación y redefinición. Este es el caso del concepto de “entropía”.

La entropía es uno de los pocos conceptos científicos que no ha sido relacionado con concepciones previas. La revisión bibliográfica realizada, relevó la existencia de estudios generales sobre el aprendizaje y la enseñanza de la termodinámica; de investigaciones realizadas sobre el concepto de entropía (dónde se discuten sus propiedades e intenta dilucidar su naturaleza, desde un sesgo explícitamente científico) y estudios acerca del aprendizaje y enseñanza del concepto de entropía, que se centran en las dificultades, las metáforas y analogías utilizadas. Este relevamiento se complementó con la profusa bibliografía acerca de los trabajos sobre calor y temperatura.

El presupuesto central de la indagación es que la dificultad en la comprensión del concepto de entropía se halla en la “discontinuidad”, en la fractura existente entre conservación y no conservación, en su carácter de magnitud creciente. Por eso se revisaron los conceptos de Bachelard sobre obstáculo epistemológico, así como las distintas formas en que se presenta, y la noción de perfil conceptual. El estudio de cómo superar las dificultades y los obstáculos condujo a dos grandes líneas de trabajo. Por un lado, se reconocieron las ideas de conocimiento frágil y conocimiento pobre, asociadas a una conceptualización inadecuada. Por otra parte, se examinaron las ideas de “significado” según Piaget, Vigotski y finalmente se afrontó la visión socio histórica cultural de Bajtín.

Se profundizó la relación desde un punto de vista histórico entre conservación y entropía, enriquecida por un recorrido histórico sobre la génesis del concepto de entropía donde se revisan algunas de las ideas centrales de los trabajos de Carnot, Clausius, Boltzmann, Planck, Carathéodory y Prigogine. Sin embargo, el recorrido no es exhaustivo y se dejan de lado los aportes de científicos que afrontaron el tema como Clapeyron.

- La investigación estuvo orientada por los siguientes presupuestos básicos, que se agruparon en tres dimensiones:

- Dimensión epistemológica: los conocimientos de conservación actúan como obstáculo epistemológico para el aprendizaje significativo del concepto de entropía.

- Dimensión pedagógica (asociada a la conceptualización): las dificultades en la comprensión del concepto de entropía se encuentran vinculadas con las dificultades presentadas en la comprensión del concepto de calor y del concepto de temperatura.

- Dimensión sociocultural: en el aula los procesos de comprensión están determinados por los procesos de negociación de significados entre estudiantes y docentes.

La dimensión epistemológica se abordó a partir del estudio en los discursos empleados por los estudiantes en diversas actividades (ensayos y transparencias utilizadas en un ateneo), intentando buscar la estructura del discurso utilizado y su vinculación con el significado asignado al concepto de entropía. Desde la dimensión aprendizaje se analizó el significado otorgado a entropía, que permitió la elaboración de patrones temáticos característicos, identificando las relaciones entre calor, temperatura y entropía. Por último, se estudiaron algunos aspectos socioculturales involucrados en las clases que actuaron como obstáculos para una correcta conceptualización. Dichos aspectos, fueron analizados a partir de los videos de registros de clases y de las presentaciones en un ateneo de discusión acerca de la noción de entropía. El análisis de los diversos

registros, así como el entrecruzamiento de las categorías emergentes, se facilitó por el empleo de un programa informático para estudios cualitativos.

Los estudios realizados permiten concluir que aquellos estudiantes que han logrado elaborar el concepto de entropía, lo han hecho desde una conceptualización pobre o incorrecta de la noción de conservación de la energía científicamente aceptada. Esto ha llevado a considerar que puede prevalecer la conservación del así llamado “calórico” más que la idea científica de conservación de “energía”. En este sentido nuestros estudios aportan elementos a la posición de los autores que analizan la posibilidad de que la conservación del calórico pueda vincularse con una forma embrionaria del concepto de “entropía”.

La dimensión aprendizaje se centró en la incidencia de la diversidad de significados asignados a la función entropía y es aquí donde se dificultó la separación de estos estudios de la dimensión epistemológica, ya que los significados están íntimamente relacionados con los diversos conceptos emergentes de la función entropía. Los estudios de la dimensión epistemológica y de la dimensión aprendizaje terminaron solapándose. Los principales obstáculos tuvieron que ver con una conceptualización frágil a partir de la aplicación al concepto de entropía de la hiponimia “desorden”; una conceptualización ritual, en los estudiantes que no lograron una reelaboración de los conceptos de “calor” y “temperatura” y la relación entre los conceptos de la tríada Q, T y S, muy dependiente del modelo explicativo adoptado para la comprensión del concepto de entropía. Se destaca que en la mayoría de los estudiantes, el tratamiento y comprensión del concepto de entropía ha incidido positivamente en la conceptualización de “calor”, discriminándola del concepto de “temperatura”. A pesar de este sugestivo resultado, no debe olvidarse que podría existir una identificación entre el actual concepto de “entropía” y el antiguo concepto del “calórico”.

Los aspectos de la dimensión social y cultural impregnaron por completo todas las actividades del aula, encontrándose una multiplicidad de obstáculos que están relacionados con características individuales de los estudiantes (carencia de vocabulario específico, actitud frente al trabajo, situación de desarraigo, entre otras); características propias del trabajo grupal (falta de habilidad en el diálogo, respeto por la opinión contraria, . . .) y características del contexto (variables ambientales e institucionales).

Las tres dimensiones de análisis se integraron en un intento por identificar los obstáculos epistemológicos, las dificultades de aprendizaje y dificultades sociales y culturales que inciden en la correcta conceptualización de entropía. Las dificultades en el aprendizaje se ven influenciadas por los obstáculos epistemológicos y ambos estarán modulados por las dificultades sociales y culturales. Los estudios conducen a la idea que se debería conformar un nuevo concepto integrador que diera cuenta de los impedimentos ya sean epistemológicos, cognitivos o psicológicos con los que puede encontrarse un individuo al aprender un nuevo concepto en el contexto del aula.