



# Categorías ontológicas del concepto de energía en textos escolares de ciencias de Chile

## Ontological categorization on the Concept of Energy in Science Materials in Chilean Schools

María Fernanda Guajardo, Waldo Quiroz  
*Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile*  
[mguajardocastro17@gmail.com](mailto:mguajardocastro17@gmail.com), [waldo.quiroz@pucv.cl](mailto:waldo.quiroz@pucv.cl)

**RESUMEN** • En esta investigación se utilizaron herramientas diseñadas a partir de la ontología materialista y la gramática española para analizar ontológicamente y desde la sintaxis la presentación del concepto de energía en textos de ciencias naturales y biología del Gobierno de Chile. Los resultados obtenidos muestran que los textos de estudios presentan de manera explícita la energía como una propiedad de la materia. Estos mismos textos aportan asertividad de tipo sintáctico, presentando la energía, en el 57 % de las oraciones, como parte del predicado con una referencia material. Por otro lado, el error ontológico más frecuente encontrado es la presentación de la energía como objeto. Finalmente, se concluye que existen verbos ontológicamente ambiguos que pueden generar confusiones en el significado de la energía debido a la ausencia de una referencia material dentro de una frase.

**PALABRAS CLAVE:** Materialismo; Sintaxis; Ontología; Energía; Realismo.

**ABSTRACT** • In this research, tools designed from the materialist ontology perspective and Spanish grammar were used to analyze syntactically and ontologically the concept of energy in texts about natural sciences and biology in the government of Chile. The results obtained show that analyzed studies explicitly present energy as a property of matter. These same texts have a syntactic assertiveness, presenting energy in 57 % of sentences as part of the predicate, with a material reference. On the other hand, the most frequent ontological error found is the presentation of energy as an object. Finally, it is concluded that there are ontologically ambiguous verbs that can generate confusions in the meaning of energy and that a large part of ontological and syntax errors is due the absence of a material reference within a sentence.

**KEYWORDS:** Materialism; Syntax; Ontology; Energy; Realism.

Recepción: mayo 2018 • Aceptación: junio 2019 • Publicación: marzo 2020

## INTRODUCCION

La visión materialista del conocimiento científico plantea que todo concepto científico debe referirse a la realidad material. Dentro de las filosofías de la ciencia materialista, uno de los sistemas filosóficos más influyentes de acuerdo con la revista *Science* es el sistema filosófico de Mario Bunge (Michel et al., 2011) denominado realismo científico, el cual en sus bases es materialista, sistemista y emergentista.

Respecto a la ontología de este sistema filosófico, para Bunge el conocimiento a nivel óptico hace referencia a la estructura del mundo a través de diversas categorías ontológicas, como la categoría de cosa, propiedad, sistema, estructura, proceso y estado, entre otras (Bunge, 1974; Bunge, 1979).

De acuerdo con la enciclopedia de filosofía de la Universidad de Stanford, una definición aceptada de hecho es el «estado de las cosas». Luego, las ideas se refieren exclusivamente a cosas (u objetos siendo ambos términos sinónimos), a las propiedades de las cosas, a los estados de una cosa o al cambio de estado de una cosa. Bunge comparte estas ideas y entiende que un objeto material, como un átomo o una galaxia, es la entidad que existe en el mundo. Luego estos objetos se caracterizan por sus propiedades, siendo las propiedades atributos que no tienen existencia propia, sino que se manifiestan en los objetos, como por ejemplo la masa o el volumen. La suma de propiedades que define a un objeto en un momento dado se conoce como estado, como por ejemplo el estado sólido del agua (hielo), y el cambio de estado de un objeto es lo que se denomina proceso, como por ejemplo la fusión del agua al pasar de estado sólido a líquido. El estado de una cosa es definido y objetivo, y puede cambiar porque las cosas concretas cambian con el tiempo por las propiedades que lo definen (Bunge, 2007).

Este sistema filosófico ya ha sido utilizado en otras investigaciones realizadas por nuestro grupo de investigación para el análisis de contenidos científicos en textos de estudio en donde hemos analizado la ontología y presentación del concepto de osmosis (Spinelli Barria, Morales, Merino y Quiroz, 2016), como también la epistemología de la ley de Boyle (Quiroz y Rubilar, 2015) y la primera ley de la termodinámica (Poblete, Rojas, Merino y Quiroz, 2016).

### Concepto de energía

La creación del concepto de energía se remonta, según algunos autores, como Chen (1956), a Aristóteles y al concepto *energeia*, que se relaciona con dinamismo y potencialidad. Desde el siglo XVII se reconocen cuatro grandes etapas relacionadas con el concepto de energía: en primer lugar, el concepto de «viva viva», acuñado por Leibniz; luego, el concepto de energía basado en la termodinámica clásica y su relación con los procesos de calor y trabajo (primera ley de la termodinámica), y por último el concepto de energía en las teorías de la radiación electromagnética de la física moderna (Jordi Solbes y Tarín, 2008). Las primeras referencias del concepto de energía se adjudican a Galileo y Platón, aunque no lo hacían de manera explícita (Holton y Brush, 1996). Galileo establece una forma para medir el trabajo realizado por un cuerpo y sus efectos. Platón, en cambio, decía que la materia es un receptáculo de formas o propiedades, propiedades que hoy en día se conocen como energía. Los primeros experimentos sobre colisiones elásticas y la conservación de la energía en este tipo de fenómenos mecánicos datan del siglo XVII, cuando se plantean los conceptos de «cantidad de movimiento», por parte de Descartes, y «fuerza viva», por parte de Leibniz, Huygens y Wallis; como las magnitudes que permanecían constantes durante el choque, magnitud igual al producto de la masa por la velocidad al cuadrado, lo que conocemos como energía cinética (Michinel y D'Alessandro, 1994).

Posteriormente encontramos la energía en el marco de la termodinámica, donde aparece el concepto de energía interna. Esta conservación de la energía propone que cuando la energía está en un sistema aislado, esta se mantiene en el tiempo porque no existiría su transferencia mediante los procesos de calor o trabajo (Jordi Solbes y Tarín, 2004; Jordi Solbes y Tarín, 2008). En esta etapa no solo se

conceptualiza el calor, sino también la temperatura y el trabajo conectados con el concepto de energía interna. Para Solbes, Furió-Gómez y Furió-Más (2007), la energía surge a partir de la unión con los conceptos de calor y trabajo. Los autores reconocen que fue en el año 1840 cuando Joule y Mayer establecieron esa relación cuantitativa entre trabajo y calor, con lo que la energía se diferencia además no solo del calor, sino también de la fuerza. Actualmente, la energía se convierte en un ente estructural de la ciencia, puesto que permite explicar diversas interacciones y cambios. Todos los procesos e interacciones entre objetos se ha mostrado que pueden ser explicados desde el concepto de energía. Según estos autores, las transformaciones de unas formas de energía (potencial, gravitatoria, elástica, eléctrica, magnética o química) en otras en un sistema aislado o entre sistemas que interactúan condujeron al establecimiento del principio de conservación de la energía. Cordero y Mordeglia (2007) también coinciden en que el concepto moderno de energía surge de manera paralela a la declinación de la teoría del calórico, durante el siglo XIX.

Al igual que Cordero y Mordeglia (2007), desde el punto de vista de Levine (2004) el concepto moderno de energía como propiedad comienza a gestarse cuando el conde Rumford rechaza la teoría del calórico, con lo que derriba el concepto de energía como una sustancia fluida, pero hasta que Joule realizó sus aportes sobre la naturaleza mecánica del calor, no se observó que el mismo efecto que se genera al calentar una sustancia por diferencias de temperatura, entre dos cuerpos, también se puede lograr al aplicar trabajo sobre ellas. Estos experimentos se llevaron a cabo entre 1845 y 1847, cuando al hacer girar unas aspas sobre agua, aceite y mercurio logró elevar la temperatura de estos líquidos mediante el trabajo que ejerce su movimiento, trabajo que Joule, en su escrito original, denominó «fuerza mecánica» (Joule, 1850). A la luz de la termodinámica actual, de acuerdo con el propio Levine, se identifican por lo tanto el calor y el trabajo como procesos de transferencia de energía.

### **Análisis ontológico del concepto de energía**

La relación del concepto científico de energía con el concepto ontológico de propiedad fue publicada recientemente por Mario Bunge en el marco de su sistema filosófico, denominado realismo científico, y ha clasificado la energía como la única propiedad transversal a todos los objetos materiales, siendo esta la causante de la mutabilidad de tales objetos (Bunge, 2000), lo que quiere decir que la energía no es el cambio en sí mismo, ni la propia materia, ni un objeto, sino que la característica de estos últimos es lo que permite que estos cambien. A pesar de esto, el concepto de energía sigue presentando problemas en educación científica, lo que genera una serie de concepciones alternativas, bien por desconocimiento y falta de actualización de los textos de estudio respecto a estos avances, bien por la elevada abstracción y transversalidad disciplinar de este concepto (Alomá y Malaver, 2007; Ocelli y Valeiras, 2013).

Ante esta transversalidad del concepto de energía, tanto las redes conceptuales entre la propiedad energía, como los objetos, estados y procesos que genera, son complejos, y más aún establecer la diferencia entre ellos (Domínguez y Stipich, 2015). Por la misma razón, el concepto de energía en textos escolares se presenta desde escala microscópica en los átomos hasta escalas macroscópicas, como en los animales y las cadenas tróficas, incluso se llega a escalas cosmológicas, como el universo en su totalidad.

### **El concepto de energía y sus concepciones alternativas**

Como se ha comentado, la energía es un concepto ontológicamente complejo y transversal a todos los niveles de la realidad, además de ser un concepto multidisciplinar que ha sufrido cambios ontológicos muy recientemente, lo que se vincula con que no sea extraño encontrar que existan concepciones alternativas de este concepto en diferentes niveles educativos. Así, por ejemplo, una de las más antiguas

definiciones previas al calórico es que se considera a la energía como una fuerza, y la responsable de todas las cosas (J. Doménech et al., 2003; J. L. Doménech y Martínez-Torregrosa, 2010; Holton y Brush, 1996; Jordi Solbes y Tarín, 2008). Otras definiciones, como las propuestas por Zumdahl y De Coste (2012), Chang y Goldsby (2013) o Domínguez y Stipcich (2015), apuntan a la energía como proceso, mencionando que la energía es la capacidad de producir calor o trabajo. Sin embargo, otras, como las de Levine (2004) y Rodríguez y García (2011), se acercan a la categorización ontológica realizada por Bunge (2000), que entiende la energía como una propiedad.

Los textos de estudio serán siempre la primera herramienta de apoyo para la preparación de clases o para el estudio. Por esto es importante conocer ejemplos de concepciones alternativas desarrolladas por estudiantes que utilizan estos textos y que han sido descritas en la literatura, algunos de los cuales se presentan en la tabla 1.

Tabla 1.  
Concepciones alternativas sobre energía desarrolladas por estudiantes

«La energía es una fuente de calor y cómo la transferencia de esta».	(Michinel y D'Alessandro, 1994)
«Se relaciona única y exclusivamente con el movimiento y el trabajo, además de que solo ejemplifican la energía como tipos de energía». «Consideran la energía como “algo” necesario para que exista un flujo de cargas».	(Jordi Solbes y Tarín, 1998; Velazco y Salinas, 2001; Welti, 2002)
«Relacionan la energía con la capacidad de realizar trabajo, conocen sus características; se transforma, se conserva, no se destruye, se gasta; haciendo alusión a los combustibles mencionan tipos de energía».	(Alomá y Malaver, 2007; Cordero y Mordeglia, 2007; Jordi Solbes y Tarín, 2008)
Consideran la energía como «una especie de fluido o sustancia material; es algo que se puede gastar».	(Domínguez y Stipcich, 2015)
«El calor es una fuente de energía, y el calor permite cambios en las cosas, la energía se transforma en calor», permite el movimiento; entre otras cosas, como la fuerza necesaria para romper o lanzar un objeto.	(J. L. Doménech y Martínez-Torregrosa, 2010)
«Asocian al movimiento, y es como una fuerza natural que se puede medir». «La energía se genera con el movimiento y esta siempre se conserva».	(Bañas, Ruiz y Mellado, 2011; Ocelli y Valeiras, 2013; Rodríguez Marín y García Díaz, 2011)
«Reconocieron las concepciones descritas ya en la literatura, pero agregan que a la energía le asignan verbos para definirla: gastar, transformar, cambiar, fluir o se necesita, por ejemplificar algunos».	(Guruceaga y González, 2011)
«Cuando se consulta qué es la luz, los estudiantes responden que energía es el calor, energía en tránsito, y cuando se pregunta por el trabajo es energía en tránsito».	(Rodríguez Marín y García Díaz, 2011)
«La energía permite que ocurran transformaciones en la materia». «Se manifiesta en cambios físicos y químicos». «La energía tiene la capacidad de quemar y producir cambios químicos, en la descomposición».	(Domínguez y Stipcich, 2015)

Las concepciones obtenidas a partir de respuestas de estudiantes permiten reconocer que la energía se asocia constantemente a la capacidad de realizar trabajo y es como una fuente de calor, lo que no solo coincide con la teoría de lo calórico, sino también con las definiciones descritas en textos de estudios de enseñanza primaria, secundaria y universitaria. Queda en evidencia el arraigo de la definición de energía desarrollada en la era del calórico, que es compartida por diversas culturas y estudiantes de distintos países y diversas edades.

## Sintaxis de una oración

En una estructura predicativa tradicional, toda oración, con independencia de si es simple o compuesta, contiene un sujeto, un predicado y un complemento de predicado (Muñoz, 2007). A su vez, el sujeto puede ser simple o compuesto; el primero presenta un solo núcleo o un solo término del cual se predica algo, por ejemplo: «Luis estudia», «El fumar perjudica», «Tú tienes miedo», mientras que el segundo presenta varios núcleos: «Tú y Luis os parecéis», «Este joven y mi primo lo vieron y lo invitaron» (Bosque, 2012; Muñoz, 2007).

En lo que respecta al predicado de una oración, se define como el término que denota lo que se predica del sujeto: «Ella tiene amigos», «Juan será examinado». El predicado generalmente está compuesto por un verbo y un componente nominal que es un atributo predicativo, por ejemplo: «Tirso es muy aplicado». Siguiendo esta lógica y entendiendo que la energía se define ontológicamente como una propiedad, en la mayoría de presentaciones debería considerarse como un componente del predicado, dado que es un atributo de la materia. Hay otros casos en los que el predicado no necesariamente es un atributo, o un objeto, por ejemplo «Juan ama a su gato», o «La energía del átomo se acumuló en la batería», u oraciones con predicados compuestos, por ejemplo «El perro ladra y regaña a todos los que pasan». En estas últimas frases, el predicado no necesariamente es una propiedad, sino que puede ser un objeto, cualidad o habilidad, por mencionar algunos casos (Muñoz, 2007).

Según lo anterior, sin duda el uso que se le dé al concepto de energía en esta estructura predicativa es fundamental para establecer el compromiso ontológico de los otros componentes de la oración al relacionarse con este concepto. Si bien es cierto que el lugar más obvio que tendría que ocupar el concepto de energía sería en un predicado, por ser esta una propiedad, bajo la estructura de predicados o sujetos compuestos, también la consideración del tipo de verbo que une ambos componentes de la oración es que podemos evaluar la ontología subyacente al uso del concepto de energía en un texto teniendo estas consideraciones. Es importante aclarar que, hasta la fecha, y dentro de la literatura consultada, no hemos visto ningún trabajo publicado que establezca la relación entre el concepto de energía y el marco de la estructura de una oración (sintaxis).

## MÉTODO

Este estudio se enmarca en el paradigma de investigación cuantitativa, a través del cual se intenta responder qué definiciones ontológicas de energía están presentes en los textos de estudio de ciencias naturales en enseñanza básica y biología de los últimos cuatro años de enseñanza obligatoria en Chile, lo que además permitirá conocer cuál es la visión de energía más abundante, lo que implicará un posterior análisis. El tipo de estudio es descriptivo, y la herramienta de estudio es el análisis de contenidos en libros de textos (Ander-Egg, 1980; Olabuénaga, 1996). La recopilación de información, para poder conocer la definición ontológica de energía, se llevó a cabo utilizando solo aquellos párrafos u oraciones de los textos de estudios en los que estuviese presente explícitamente el concepto de energía.

## Muestra

Para este estudio se utilizaron los textos de los estudiantes de Ciencias Naturales de 4.º a 8.º básico y los de Biología, plan común, desde 1.º a 4.º medio del sistema escolar chileno. Se consideraron los textos de estudiantes entregados por el Ministerio de Educación de este país en el año 2016.

Se obtuvieron los datos en tres etapas. En la primera etapa se seleccionaron frases, oraciones o párrafos presentes en los textos de Ciencias Naturales y Biología que hicieran referencia al concepto de energía. Una segunda etapa consistió en aplicar la herramienta con el fin de categorizar ontológicamente

las frases obtenidas. Y la tercera consistió en revisar el orden gramatical en que se presenta el concepto energía dentro de una oración, con el fin de clasificar la estructura predicativa de las oraciones y comparar así la presentación del concepto de energía presente en los textos con lo descrito desde la ontología.

### Diseño de la herramienta para analizar desde la ontología. Las definiciones sobre energía que presentan los textos de estudio de ciencias naturales y biología

Para clasificar las frases referentes a energía y cumplir con parte de los objetivos propuestos se diseñó, desde el punto de vista ontológico, una herramienta que permitiese analizarlas desde esta dimensión, para lo cual se consideraron cuatro categorías ontológicas propuestas por Bunge (1977, 1979, 2000) (véase introducción) que presentamos esquematizadas a continuación con sus respectivos conectores, tanto en términos ontológicos genéricos como también en un ejemplo concreto que involucra el concepto de energía en cuestión.

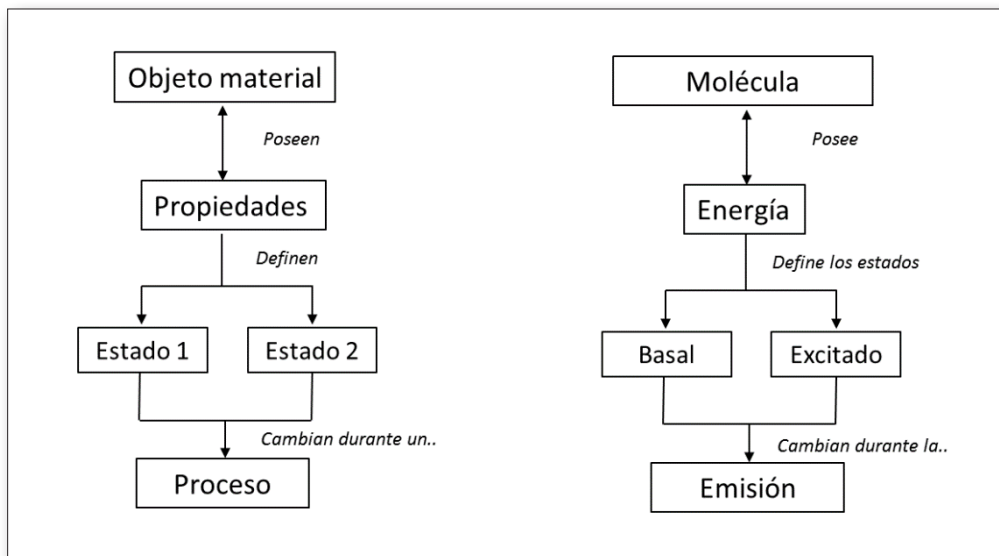


Fig. 1. Conexiones de los conceptos ontológicos de objeto material-propiedad-estado-proceso (izquierda) y su ejemplificación con el concepto de energía (derecha).

En el ejemplo anterior se muestra que son los objetos materiales los que poseen propiedades, las cuales definen estados, y los cambios de estos estados es lo que en el marco de este sistema filosófico se denomina proceso. Para cada categoría ontológica se asignaron posibles verbos que apuntaran a esa categoría; por ejemplo, el verbo *estar* claramente hace referencia a la energía como un estado; el verbo *contener* o *poseer* hace referencia a un objeto; el verbo *traspasar* o *fluir*, a un proceso por el cambio de estado que implican (Real Academia Española, 2016). Con estos verbos se clasificaron las frases en sus ontologías respectivas.

Al aplicar estos conceptos ontológicos y sus conectores adecuados, se diseñó el esquema que se presenta en la figura 2, el cual constituye una herramienta inicial para identificar errores ontológicos en las frases seleccionadas.

Los errores de la figura 2 son por lo tanto errores de tipo ontológico o de mala clasificación ontológica. Esto quiere decir que el error 1 (de ahora en adelante O1) establece equivalencia entre los términos *energía* y *proceso*, y este error puede generarse bajo cualquier estructura sintáctica correcta,



puesto que el error será netamente ontológico. Por ejemplo, frases del tipo «La energía es trabajo» o «La energía del ATP es movimiento» corresponderían al error tipo O1. El error ontológico 2 (de ahora en adelante O2) se da cuando se establece la equivalencia entre energía y objeto, y puede generarse bajo cualquier estructura sintáctica correcta, por ejemplo: «La energía es ATP» o «El fotón es energía» o «La energía de la glucosa es una sustancia líquida». Bajo la misma lógica se nos podría presentar un error tipo 3 (de ahora en adelante O3), cuando se establece sintácticamente la equivalencia entre energía y un estado bajo frases del tipo «La energía es salud» o un error tipo 4 (de ahora en adelante O4) cuando el concepto de energía no hace referencia a un objeto material alguno con frases del tipo «La energía se conserva».

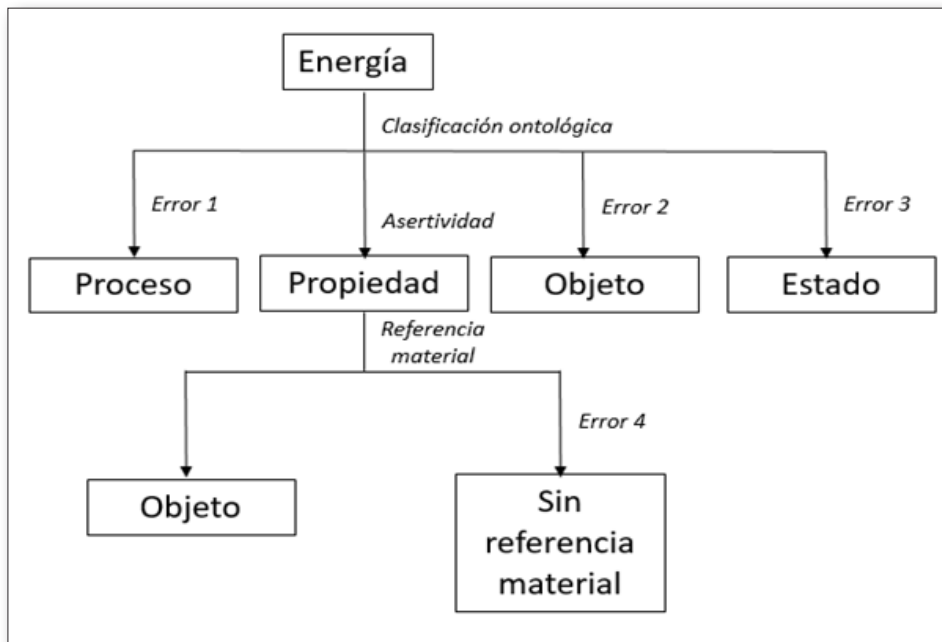


Fig. 2. Clasificación y tipos de errores ontológicos en la presentación del concepto de energía.

### Los verbos y su compromiso ontológico

Los errores ontológicos en la presentación del concepto de energía se pueden establecer explícitamente asociándolo a una categoría ontológica errada como las de objeto, proceso, estado o propiedad sin referencia material, como se muestra en la figura 2. Sin embargo, también se puede generar implícitamente mediante el uso de un verbo no adecuado. A esto último lo denominaremos el «compromiso ontológico del verbo», y tiene que ver con su definición oficialmente aceptada por el diccionario de la Real Academia.

Por ejemplo, en la frase «La energía fluye desde el sol hacia la tierra», el verbo *fluir* (dicho de un líquido o un gas), en su definición, presenta un compromiso ontológico en el que el verbo se refiere a una cosa u objeto (fluido) o lo que denominaremos «la cosificación» del concepto.

Se consideró revisar la definición de los verbos que acompañan a la energía tras repasar los estudios de Guruceaga y González (2011), quienes afirman que los estudiantes siempre asocian y agregan al significado de la energía un verbo. Algunos verbos que destacan en sus resultados son: gastar, fluir, cambiar, transformar.

Para completar el análisis sintáctico y ontológico, se clasificaron los verbos presentes en las oraciones en las que está presente la energía de acuerdo con su compromiso ontológico según la definición que aporta el diccionario de la RAE (2016). Respecto a este compromiso ontológico, identificamos tres categorías de verbos:

1. Verbos cosificantes. Son los verbos en los que, según la definición de la RAE, se presenta un compromiso ontológico con la categoría de objeto o cosa. Por ejemplo, verbos que hacen referencia a fluidos (verbo fluir), cajas o recipientes (almacenar), etc.
2. Verbos ambiguos. Son los verbos que presentan más de una interpretación, cada una de las cuales podría presentarse en la categoría de verbo cosificante o no cosificante y dependerá del sentido o definición a la cual se refiera o se adopte en una frase a cuya ontología se asociará.
3. Verbos no cosificantes. Verbos que no presentan ningún compromiso ontológico en su definición. Es propio de estos verbos utilizar el concepto de «algo». Por ejemplo, el verbo portar, el cual se define como: «Tener algo consigo o sobre sí».

En la tabla 2 se muestra una lista de verbos clasificados en las tres categorías mencionadas.

Tabla 2.  
Clasificación de verbos según su compromiso ontológico  
(basado en la definición de la RAE, 2016)

<i>Verbos cosificantes</i>	<i>Verbos ambiguos</i>			<i>Verbos no cosificantes</i>
Absorber	Aportar	Aplicar	Requerir	Estar
Cambiar	Aumentar	Obtener	Traspasar	Relacionar
Capturar	Almacenar	Permitir	Disminuir	Portar
Consumir	Capturar	Proporcionar	Entregar	Presentar
Contener	Conducir	Transformar	Estimular	Ser
Emplear	Convertir.	Transmitir	Transitar	Tener
Fabricar	Dirigir	Transferir		
Fluir	Generar	Transportar		
Incorporar	Liberar	Consumir		
Ocupar	Necesitar	Utilizar		
	Pasar	Producir		

### Herramienta de análisis de texto

Como hemos visto, la presentación del concepto de energía tiene dos dimensiones de análisis. Por un lado, la dimensión de la sintaxis, que incluye tanto la estructura predicativa como el tipo de verbos utilizados en las oraciones. Por otro lado, la dimensión ontológica, la cual puede estar implícita en las definiciones del concepto de energía y en la estructura predicativa.

Considerando estas dos dimensiones interconectadas, en la figura 3 tenemos la herramienta definitiva en este trabajo para el análisis de texto que presenta ambas dimensiones (ontológica y sintáctica) y su dependencia.



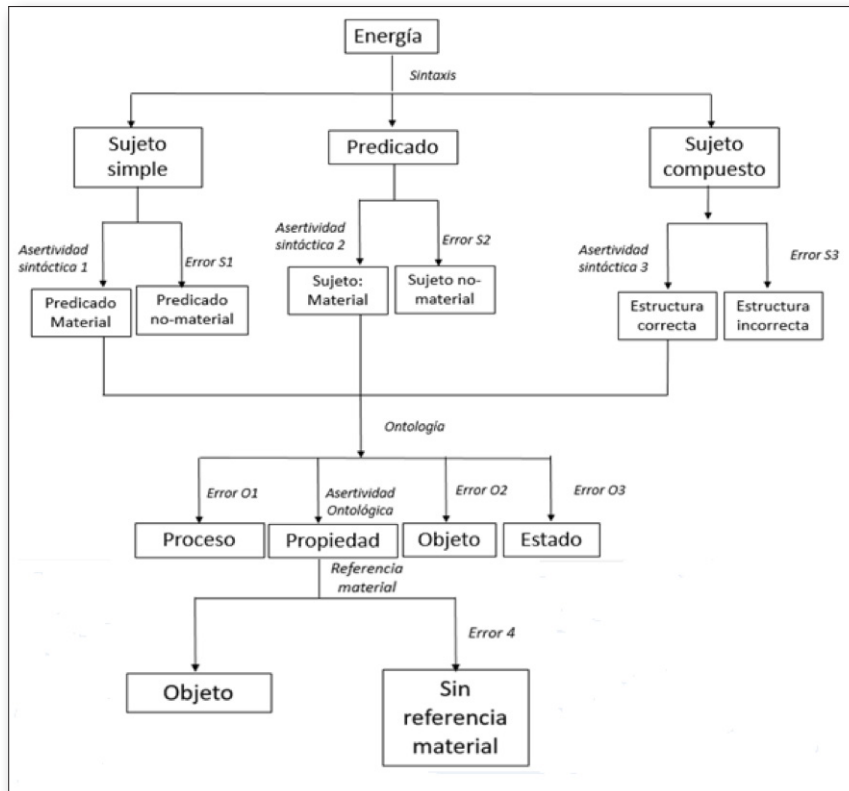


Fig. 3. Categorización sintáctica y ontológica.

En la figura 3 se presenta la dimensión de sintaxis en la que existen tres opciones en las cuales la energía puede estar presente. Como parte de un sujeto simple en donde la asertividad se daría cuando el objeto forma parte del predicado, como parte de un predicado en donde la asertividad se daría cuando el objeto que la porta se menciona en el sujeto o como parte de un sujeto compuesto en donde, en este caso, la conexión con el objeto que la porta se puede dar dentro del mismo sujeto compuesto o dentro del predicado o debido al verbo utilizado. En la tabla 3 se muestra una descripción de las asertividades y errores de sintaxis en la presentación del concepto de energía indicados en la figura 3, con sus respectivos ejemplos para mayor claridad.

Tabla 3.  
Descripción de asertividades y errores de sintaxis en la presentación del concepto de energía

<i>Sintaxis</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ejemplo</i>	<i>Error</i>
Asertividad sintáctica 1	Se da cuando en la estructura de la oración el concepto de energía se encuentra en el sujeto simple y además existe un predicado material del tipo objeto con el cual se establece la relación ontológica propiedad-objeto.	«La energía la portan los fotones». El predicado es material por cuanto hace referencia a los fotones que son objetos.	Error S1: «La energía se acumula». El predicado es inmaterial, no posee objetos en su contenido.
Asertividad sintáctica 2	Es cuando en la estructura de la oración el concepto de energía se encuentra en el predicado y además existe un sujeto material con el cual se establece la relación ontológica objeto-propiedad.	Los enlaces de las moléculas portan energía química. El sujeto es material por cuanto se refiere a moléculas que son objetos.	S2: «El calor es energía en tránsito». El sujeto es inmaterial por cuanto hace referencia a un proceso (calor), no a un objeto.
Asertividad sintáctica 3	Es cuando en la estructura de la oración el concepto de energía forma parte de un sujeto compuesto dentro del cual se establece la relación objeto-propiedad.	«La energía de los fotones se transfiere hacia el planeta». En el sujeto compuesto se relaciona la energía como propiedad, con los fotones como objeto.	S3: «La energía y la entropía aumentan en el tiempo». El sujeto es compuesto, no existe en él un objeto con el cual establecer la conexión ontológica. Energía y entropía, ambas son propiedades.

La segunda dimensión es la ontológica, en donde asumiendo una estructura predicativa correcta, cualquiera sea, el error se genera por una incorrecta clasificación ontológica, ya sea explícita en una definición o implícita en el tipo de verbo utilizado. En la tabla 4 se describen los 3 tipos de errores ontológicos con ejemplos.

Tabla 4.  
Errores ontológicos en la presentación del concepto de energía basados en la herramienta de la figura 4

<i>Error</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ejemplo</i>	<i>Corrección</i>
Error O1	Este error se presenta cuando el concepto de energía se categoriza como un proceso.	La energía del gas es trabajo.	La energía del gas genera trabajo.
Error O2	Este error se presenta cuando el concepto de energía se categoriza como un objeto.	La energía de los fotones fluye del sol a la tierra.	La energía de los fotones se transfiere del sol a la tierra.
Error O3	Este error se presenta cuando el concepto de energía categoriza el concepto de energía como un estado.	La fatiga de una persona es baja energía.	La fatiga de una persona se debe a un descenso de energía.
Error 4	Este error se da cuando el concepto de energía se presenta como una propiedad, pero sin establecer la relación con el objeto que la porta.	La energía potencial se transforma en energía mecánica.	La energía potencial del agua se transforma en energía mecánica de la turbina.

La tabla 4 nos muestra tanto oraciones que llevan a un error ontológico, como su corrección para reformularlas corrigiendo el error. Como se puede observar en los tres casos, teniendo todos ellos una correcta estructura sintáctica, en donde se identifica la relación objeto-propiedad, se utiliza mal el verbo *ser*, que establece una mala equivalencia del concepto de energía como un proceso en el error O1 o como un estado en el error O3, y el verbo *fluir*, que la asocia a una cosa u objeto en el error O2.

La herramienta de la figura 3 se aplicó en cada libro separadamente, analizando cada frase presente en cada página componente de los textos de ciencias naturales y biología. Posteriormente, cuando se encontraron frases referentes a la energía, se compilaron guardando el número de la página. Luego, cuando los datos por curso estuvieron completos, se cuantificaron aquellos referentes a la ontología por un lado y los de sintaxis por otro, tanto aquellos asociados a asertividades como los errores, que luego se graficaron en diagramas de áreas.

## RESULTADOS

En primer lugar, se analizaron los verbos utilizados en las oraciones presentes en los textos analizados sobre la base de su compromiso ontológico. En la figura 4 se adjunta la frecuencia de verbos obtenidos en el total de frases asociadas al concepto de energía en los textos analizados.

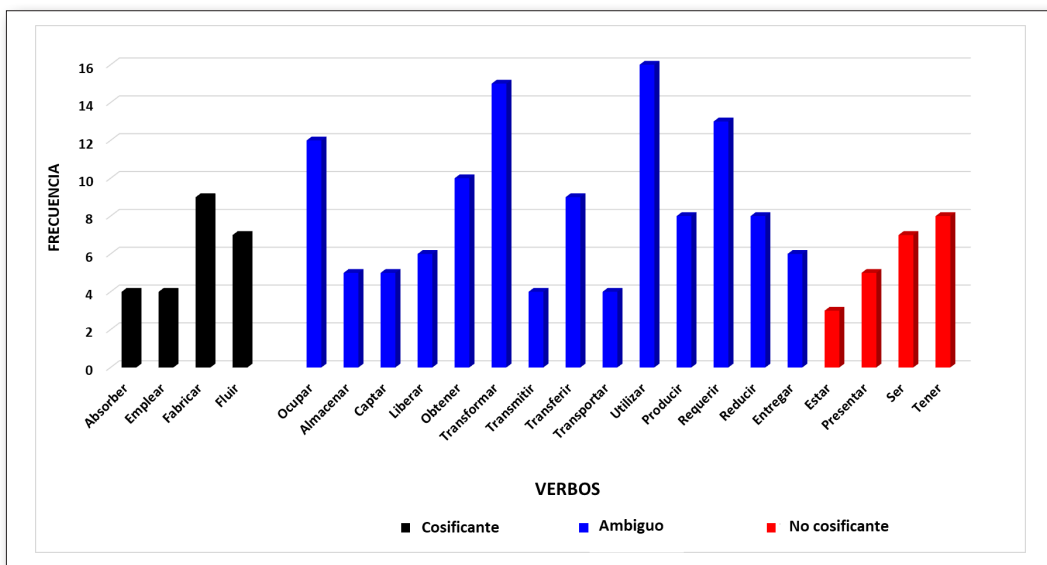


Fig. 4. Frecuencia de verbos presentes en las frases que definen la energía en textos de Ciencias Naturales de enseñanza básica y media.

En color negro están aquellos verbos que por su definición (Real Academia Española, 2016) permiten cosificar la energía; en color azul están presentes los verbos ambiguos, los cuales presentan más de una definición y por lo tanto más de un compromiso ontológico, y finalmente en rojo tenemos los verbos sin compromiso ontológico (no cosificante).

Es importante señalar que este gráfico no presenta el «buen o mal» uso de los verbos, pero sí permite reconocer qué verbos se pueden transformar en peligrosos de utilizarlos cuando nos referimos a la energía, como en el caso del verbo *fluir* mencionado anteriormente.

**Evaluación de la ontología y la sintaxis en textos de enseñanza básica y media**

Una vez definidos los tipos de verbos, se realizó el análisis ontológico y sintáctico de las oraciones que utilizan el concepto de energía según la herramienta presentada en la figura 3.

En la tabla 5 se muestra el resumen de la evaluación de las frases referidas al concepto de energía y sus clasificaciones ontológicas para los libros de todos los niveles educativos chilenos.

Tabla 5.  
Evaluación ontológica de las frases referidas al concepto de energía en los textos de Ciencias Naturales y Biología del Gobierno de Chile para todos los niveles educativos

	<i>Educación básica</i>					<i>Educación media</i>				SUMA
	4	5	6	7	8	1	2	3	4	
EO1	0	0	7	0	2	1	0	0	0	10
EO2	3	1	24	1	3	13	1	3	0	49
EO3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AO	2	4	23	3	25	22	0	4	1	84
SUMA	5	5	54	4	30	36	1	7	1	

Como se observa en la tabla 5, el mayor número de frases referidas al concepto de energía se encuentra en los textos de sexto y octavo de educación básica y en primero de educación media. Respecto al análisis ontológico, tanto en textos de educación básica como en los de educación media, existe una asertividad ontológica (AO) mayoritaria para la gran parte de las frases, clasificando el concepto de energía como una propiedad, de acuerdo con los últimos desarrollos en ciencia y filosofía de la ciencia. Respecto a los errores, como se muestra en la tabla 5, el error ontológico tipo 2 (EO2) es el más frecuente de los errores, es decir, la clasificación ontológica de la energía como un objeto o cosa que coincide con estudios de concepciones de estudiantes y textos universitarios realizados en años anteriores por Velazco y Salinas (2001), Welti (2002) y Domínguez y Stipcich (2015).

Ejemplos de este tipo de frases erróneas de acuerdo con este tipo de clasificación ontológica son los siguientes: «La materia y la energía fluyen desde los productores hacia los consumidores» (p. 35). Texto de cuarto básico. En este caso es el verbo fluir el que le asigna el compromiso ontológico de objeto al concepto de energía. «La energía lumínica la producen todos los cuerpos que emiten luz, como el sol» (p. 52). Texto de sexto básico. En este caso una acepción del verbo *producir*, que es fabricar una cosa útil, asigna la categoría ontológica de objeto y por lo tanto el error OE2. «Glándulas y hormonas tiroideas: Incrementan la producción de ATP o energía» (p. 125). Texto de primero medio.

Al revisar y analizar esta frase se observa que iguala la energía con una molécula que está presente en las células. Por lo tanto, se establece la equivalencia objeto-objeto, ATP-energía, en vez de objeto-propiedad.

Otro error ontológico, aunque menos presente en los textos, corresponde a la categorización de energía como proceso (EO1); un ejemplo lo constituye la siguiente frase: «El calor es un tipo de energía poco transformable, es decir, solo una pequeña parte de él puede transformarse en otro tipo de energía». Texto de sexto básico (p. 56). En esta frase no se iguala la energía con un proceso solo por el verbo utilizado, sino también porque se dice que el calor es un tipo de energía, por lo que se iguala la energía (propiedad) con el calor (proceso).

Podemos afirmar que estos resultados de clasificación ontológica coinciden con la definición ontológica propuesta por Levine (2004) y Bunge (2000) y con los resultados de concepciones de estudiantes y textos de estudios descritas por Holton y Brush (1996), Michinel y D'Alessandro (1994), Rodríguez y García (2011) y Domínguez y Stipcich (2015), siendo los verbos *requerir*, *portar*, *liberar*, *obtener* y *traspasar* algunos de los que se presentan con mayor frecuencia y que en sus definiciones hacen entender la energía como tal.

Por otro lado, y tal como mencionaron Papp (1961), Michinel y D'Alessandro (1994) y Solbes y Tarín (2004; 2008) en sus estudios sobre la historia de la energía, aún hay un porcentaje de concepciones sobre energía asociadas a los procesos y, en este estudio, si bien se obtuvo en menor porcentaje (6,1 %), está presente la categorización de energía como un proceso. Es importante reconocer que esta idea de energía como proceso fue de las primeras definiciones que surgieron y fueron descritas en la historia de la energía. Como ejemplos tenemos a Galileo y Platón, quienes afirmaban que la energía era algo que tenía movimiento propio asociado al trabajo y al calor (Holton y Brush, 1996). Idea que fue reafirmada con la teoría del calórico, en la que se decía que el calor era una forma de energía y que la energía era la fuerza viva de todas las cosas.

Considerando que la teoría del calórico fue difícil de refutar en su época de mayor apogeo y que, tal como proponen Alomá y Malaver (2007), esta idea de energía como cosa u objeto aún se mantiene, nuestros resultados principales (energía como objeto) son coherentes con el marco teórico en cuanto a las concepciones acerca de la energía de los propios estudiantes, y las descritas en textos universitarios reflejan este mismo patrón (Michinel y D'Alessandro, 1994; Rodríguez Marín y García Díaz, 2011). Por ello se puede proponer una posible causalidad entre las concepciones de los estudiantes y los textos, en especial si consideramos que los textos de estudio son la principal herramienta de refuerzo de contenidos para estudiantes y docentes. Si estas ideas de energía están asociadas a categorías ontológicas erradas, no será extraño encontrar en los estudiantes definiciones erradas similares.

Entre los verbos que se utilizan con mayor frecuencia para entender la energía como un objeto, están los verbos *transformar*, *usar/ utilizar*, *gastar*, *transferir*, *aportar* y *liberar*, siendo los textos de sexto básico en donde se presenta el 49 % de las frases definitorias de energía como objeto. Las frases que presentan estos verbos cosificantes, que hacen entender la energía como un objeto, se caracterizan por ser oraciones cuyo verbo posee un compromiso ontológico. Por ejemplo, se refieren al cambio de una energía por otra, o de una situación en donde la energía está implicada con otra cosa, o cuando la energía se mueve de lugar. En lo que respecta a la categorización ontológica de energía como estado, de las 143 frases, ninguna de ellas clasificó la energía como tal.

Queda en evidencia la eficacia, lo que permite analizar las frases no solo desde el punto de vista ontológico, sino también desde el significado del verbo, sobre todo si este proceso se realiza antes de revisar la ontología, ya que tal como mencionan Guruceaga y González (2011) en sus estudios de concepciones de estudiantes sobre energía, los alumnos y alumnas siempre asignan un verbo para referirse a la energía. Es importante señalar que los verbos que ellos mencionan que utilizan más los estudiantes forman parte de los verbos que se encontraron con mayor frecuencia en los textos de este estudio y son: *gastar*, *transformar*, *cambiar*, *necesitar*, *ser* y *fluir*.

En la tabla 6 se muestra el resumen de las frases referidas al concepto de energía y su análisis sintáctico para los libros de todos los niveles educativos chilenos.

Tabla 6.  
Análisis sintáctico de las frases referidas al concepto de energía en los textos de Ciencias Naturales y Biología del Gobierno de Chile para todos los niveles educativos

	<i>Educación básica</i>					<i>Educación media</i>				SUMA
	4	5	6	7	8	1	2	3	4	
AS1	0	2	9	0	2	2	0	0	0	15
ES1	0	0	8	0	2	0	0	0	0	10
AS2	3	3	17	4	22	26	1	6	2	84
ES2	1	1	6	0	0	1	0	0	0	9
AS3	1	0	6	0	4	2	0	1	0	14
ES3	0	0	1	0	0	2	0	0	0	3
SUMA	5	6	47	4	30	33	1	7	2	

Los resultados de la tabla 6 nos muestran que, en términos de sintaxis, las frases se construyen bajo la lógica de una asertividad sintáctica tipo 2, es decir, la mayoría de las frases de los textos chilenos se estructuran predicativamente con el concepto de energía formando parte del predicado, estableciendo la conexión objeto-propiedad a través del sujeto.

Un ejemplo de esta asertividad es la siguiente frase: «Transporte pasivo: en este tipo de transporte la célula no consume la energía contenida en las moléculas de ATP». Texto octavo básico (p. 16).

En este caso, el objeto (la célula) está en el sujeto y el concepto de energía está en el predicado unido por el verbo *consumir*. La estructura es correcta.

Respecto a los errores de sintaxis, estos son menores en comparación con las asertividades, y estos errores se distribuyen entre errores de sintaxis tipo 1 o tipo 2.

En cuanto a la sintaxis de las frases recogidas y analizadas de cada texto de Ciencias Naturales o Biología, puedo afirmar que la herramienta utilizada en este estudio y descrita en la figura 3 permitió reconocer la sintaxis de las frases asociadas a la energía y su relación con el desarrollo de una categoría ontológica. Por una parte, se puede afirmar que en el 58,6 % (85 frases) presentaron asertividad sintáctica de tipo dos, en la que la energía está presente en el predicado con una referencia material. El 15,4 % de las frases se refieren a la energía como parte del sujeto simple, con un predicado que permite entenderla como una propiedad de la materia. En cuanto a las frases que presentan errores sintácticos, estas alcanzan el 26 % de las frases entre errores de tipo 1 y 2. Al aplicar la herramienta y analizar la sintaxis, se esperaba que aquellas frases que no tuviesen un error sintáctico presentasen un error ontológico por el verbo asociado a la energía, pero como ya se vio, por la ambigüedad de los verbos, a pesar de la asertividad sintáctica, no hubo un alto porcentaje de errores ontológicos.

Respecto a esto último, se puede recomendar cambiar la presentación de algunas frases que incorporan verbos que se sabe que provocarán una confusión en cuanto al significado de la energía como, por ejemplo, en vez de presentar la idea «la energía fluye de un ser vivo al otro», expresar «La energía presente en los alimentos que un nivel trófico consume o recibe de otro nivel trófico...» o «cuando un nivel trófico se alimenta, recibe la energía que el alimento presenta en sus enlaces...». Se recomiendan estas ideas o ejemplos con el fin de hacer entender a nuestros estudiantes la idea de energía como propiedad de la materia, respondiendo a la transversalidad del concepto y a la frecuencia de veces que aparece principalmente en los textos de enseñanza de Ciencias Naturales en los cursos de básica, más que en enseñanza media, porque no se debe olvidar que aquellos conceptos, ideas o aprendizajes que formamos en los primeros años de escolaridad influirán directamente en las categorizaciones que hagamos de nuestros nuevos conocimientos

## CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos en este estudio permiten afirmar la efectividad de las herramientas diseñadas a partir de la ontología materialista propuesta por Mario Bunge. El instrumento utilizado permitió cumplir con los objetivos propuestos para esta investigación, pues se identificaron y analizaron asertividades y errores sintácticos y ontológicos en frases que definen o se relacionan con la energía, lo que permitió dilucidar qué categoría ontológica es más abundante en los textos de ciencias naturales y biología.
- En general, las frases que se refieren al concepto de energía son correctas desde el punto de vista ontológico y de la sintaxis, y el error más frecuente es la dimensión sintaxis, asociado con la ausencia de una referencia material en la estructura de las oraciones.
- Dependiendo del verbo que presente una frase será la ontología que presenta la energía, y hay verbos que son más precisos y permiten una rápida categorización y otros que son ambiguos y pueden llevar a confusiones en cuanto al significado de la energía. Por otro lado, los textos presentan un mayor porcentaje de verbos ambiguos que de verbos cosificantes, por lo que la cosificación de la energía, que resultó el error ontológico más recurrente en este estudio, es una concepción alternativa que en parte se debe a lo que se presenta en los textos de estudio.
- En lo que a la sintaxis se refiere, el error más frecuente era de tipo dos, en donde la energía se presenta como parte del predicado sin una referencia material. Por lo demás, las frases con sujeto compuesto son las menos frecuentes en estos textos.
- Se afirma que es necesario revisar y reestructurar algunos ejemplos de conceptos científicos presentes en textos escolares, y lo que es de mayor importancia, entender su ontología para tener dominio de estos conceptos que se trabajan y trabajamos constantemente en el aula en diversos niveles educativos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al proyecto Fondecyt 1180619 del Gobierno de Chile por el financiamiento otorgado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alomá, E. y Malaver, M. (2007). Los conceptos de calor, trabajo, energía y teorema de Carnot en textos universitarios de termodinámica. *Educere*, 11, 477-487.
- Ander-Egg, E. (1980). *Técnicas investigación social* (E. C. Editor Ed.). Madrid: HUMANITAS.
- Bañas, C., Ruiz, C. y Mellado, V. (2011). Un programa de investigación–acción con profesorado de secundaria sobre la enseñanza-aprendizaje de la energía. *Educación Química*, 22(4), 332-339. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30153-8](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30153-8)
- Bosque, I. (2012). *Nueva gramática de la lengua española*. (3.<sup>a</sup> ed.). Buenos Aires: Espasa / Asociación de Academias de la Lengua Española y Real Academia Española.
- Bunge, M. (1974). *Treatise on Basic Philosophy: Semantics I: Sense and Reference*. Springer Netherlands.
- Bunge, M. (1977). *Treatise on Basic Philosophy: Volume 3: Ontology I: The Furniture of the World*. D. Reidel.
- Bunge, M. (1979). *Treatise on Basic Philosophy: Ontology II: A World of Systems*. Springer Netherlands.
- Bunge, M. (2000). Energy: Between physics and metaphysics. *Science and Education*, 9(5), 457-461.
- Bunge, M. (2007). *A la caza de la realidad*. Barcelona: G. S. A. Ed.



- Chang, R. y Goldsby, K. (2013). *Química* (11.ª Ed.). México, D.F: M. G. Hill-65 / Interamericana Editores S.A.
- Chen, C.-H. (1956). Different meanings of the term *energeia* in the philosophy of Aristotle. *Philosophy and Phenomenological Research*, 17(1), 56-65.
- Cordero, S. y Mordeglia, C. (2007). *Concepciones sobre energía de estudiantes de carreras universitarias no físicas*. Comunicación presentada en las *I Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. La Plata.
- Doménech, J. L. y Martínez-Torregrosa, J. (2010). ¿Disponen los estudiantes de secundaria de una comprensión adecuada de los conceptos de trabajo y calor y de su relación con la energía? *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 32, 1308-1310.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172010000100008>
- Doménech, J., Pérez, D., Gras-Martí, A., Guisasaola, J., Martínez Torregrosa, J., Salinas, J., aldés, P. (2003). La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. *Caaderno Brasileiro de Ensino de Física*, 20(3), 285-311.  
<https://doi.org/10.5007/%25x>
- Domínguez, M. A. y Stipcich, M. S. (2015). ¿Cómo predicamos acerca de la energía? Un análisis de la categoría energía según la teoría de Chi. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27, 53-60.
- Furió-Gómez, C., Solbes, J. y Furió-Más, C. (2007). La historia del primer principio de la termodinámica y sus implicaciones didácticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), 461-465.  
[http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2007.v4.i3.05](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2007.v4.i3.05)
- Guruceaga, A. y González, F. (2011). Un módulo instruccional para un aprendizaje significativo de la energía. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(2), 175-190.  
<http://dx.doi.org/10.5565/rev/ec/v29n2.107>
- Holton, G. J. y Brush, S. G. (1996). *Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas*. Barcelona: Reverté Ed.
- Joule, J. (1850). On the mechanical equivalent of heat. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 140(0), 61-82.  
<https://doi.org/10.1098/rstl.1850.0004>
- Levine, I. (2004). *Fisicoquímica*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España S.L.
- Michel, J. B., Kui Shen, Y., Presser Aiden, A., Veres, A., Gray, M. K., Pickett, J. P., Aiden, E. L. (2011). Quantitative analysis of culture using millions of digitized books. *Science*, 331(6014), 176-182.  
<http://dx.doi.org/10.1126/science.1199644>
- Michinel, J. L. y D'Alessandro, A. (1994). El concepto de energía en los libros de textos: de las concepciones previas a la propuesta de un nuevo sublenguaje. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 12(3), 369-380.
- Muñoz, I. (2007). Gramática y traducción. *Cuadernos de Filología Clásica. Estudios Latinos*, 235-237.
- Occelli, M. y Valeiras, N. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 31, 133-152.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n2.761>
- Olabuénaga, J. I. R. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Papp, D. (1961). *Historia de la física: desde la antigüedad hasta los umbrales del siglo xx*. (2.ª ed.). Madrid: Espasa-Calpe.

- Poblete, J. C., Rojas, R. O., Merino, C. y Quiroz, W. (2016). An ontological and epistemological analysis of the presentation of the first law of thermodynamics in school and university textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 1041-1053.  
<https://doi.org/10.1039/c6rp00105j>
- Quiroz, W. y Rubilar, C. M. (2015). Natural laws and ontological reflections: the textual and didactic implications of the presentation of Boyle's law in general chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(3), 447-459.  
<https://doi.org/10.1039/c4rp00251b>
- Real Academia Española (2016). *Diccionario de la lengua Española*. Vigésimotercera edición. Versión normal. Madrid: Planeta.
- Rodríguez Marín, F. y García Díaz, J. E. (2011). ¿Qué diferencias hay entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico de docentes en formación sobre el concepto de energía? *Revista Investigación en la Escuela*, 75, 63-71.  
<http://dx.doi.org/10.12795/IE.2011.i75.05>
- Solbes, J. y Tarín, F. (1998). Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 16(3), 387-398.
- Solbes, J. y Tarín, F. (2004). La conservación de la energía: un principio de toda la física. Una propuesta y unos resultados. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 22(2), 185-193.
- Solbes, J. y Tarín, F. (2008). Generalizando el concepto de energía y su conservación. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 22, 155-180.  
<https://doi.org/10.7203/dces.2415>
- Spinelli Barria, M., Morales, C., Merino, C. y Quiroz, W. (2016). Realist ontology and natural processes: A semantic tool to analyze the presentation of the osmosis concept in science texts. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 646-655.  
<https://doi.org/10.1039/c5rp00219b>
- Velazco, S. y Salinas, J. (2001). Comprensión de los Conceptos de Campo, Energía y Potencial Eléctricos y Magnéticos en Estudiantes Universitarios. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 23, 308-318.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172001000300009>
- Welti, R. (2002). Concepciones de estudiantes y profesores acerca de la energía de las ondas. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 20(2), 261-270.
- Zumdahl, S. S. y Coste, D. (2012). *Fundamentos de química* (C. Learning; 7.ª Ed.). Universidad de Illinois.

---

# Ontological categorization on the Concept of Energy in Science Materials in Chilean Schools

María Fernanda Guajardo, Waldo Quiroz  
Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile  
mguajardocastro17@gmail.com, waldo.quiroz@pucv.cl

Mario Bunge is one of the most influential science philosophers in the scientific realm. The relationship between the scientific concept of energy and the ontological concept of property was recently published by Mario Bunge within the framework of his philosophical system called «scientific realism».

Energy is an ontological concept with high level of abstraction and which is transversal for all levels of reality, besides being a multidisciplinary concept that has undergone ontological changes very recently, from the caloric theory to classical thermodynamics. The concept of energy is presented on a microscopic scale in atoms, even at macroscopic scales in animals and trophic chains, reaching even cosmological scales such as the universe as a whole. Hence the notion of energy continues to present problems in science education, generating many misconceptions. The studied texts have been the first support tool for the preparation of classes or for studying. For this reason, it is important to evaluate the ontology of the concept of energy present in texts.

In this research, a tool was developed for the ontological analysis of the presentation of the concept of energy in science texts drawing on Mario Bunge's philosophical system. On the other hand, Spanish grammars were used to analyze the syntax and the ontological commitment of the verbs in the presentation of the concept of energy in texts of natural sciences and biology that are used in the Chilean government.

The results obtained show that the texts of studies explicitly present energy as a property of matter. These same texts have a syntactic assertiveness, presenting energy in 57 % of sentences as part of the predicate, with a material reference. On the other hand, the most frequent ontological error is the presentation of energy as an object. Our results proved that the type of verb used to refer to the concept of energy is crucial.

There are verbs that are more precise and allow a fast and correct ontological classification of the concept of energy. However, there are other ontologically ambiguous verbs that can generate confusions in the meaning of energy, which generates an ontological classification of the concept of energy as an object dependent on the caloric theory. Regarding syntax, the most frequent error was to present the concept of energy as part of the predicate, without a material reference, which leaves energy as a property without any specific object in which it manifests itself.