

# Qué se aprende en las clases de Física según alumnos de Enseñanza Media



**Marta Maximo Pereira<sup>1</sup>, Maria Lucia Vital dos Santos Abib<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), campus Nova Iguaçu, Estrada de Adrianópolis, 1.317, Santa Rita, CEP: 26041-271 Nova Iguaçu, RJ, Brasil.*

<sup>2</sup>*Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, Avenida da Universidade, 308, Butantã, CEP: 05508-040, São Paulo, SP, Brasil.*

**E-mail:** martamaximo@yahoo.com

(Recibido el 27 de septiembre de 2016, aceptado el 2 de noviembre de 2016)

## Resumen

A lo largo de nuestra experiencia docente, hemos percibido que a menudo resulta difícil que los alumnos retomen conocimientos con los cuales ya han mantenido contacto anteriormente en el aula de ciencias. En este trabajo investigamos qué conocimientos científicos escolares los estudiantes retoman cuando les pedimos que digan de qué se acuerdan de lo que estudiaron el año anterior. Nos interesa saber también qué los lleva a retomar dichos conocimientos. La investigación se llevó a cabo durante seis meses en 2012 y dos semanas en 2013, durante los cuales hicimos observación participante en un grupo de 22 estudiantes de Enseñanza Media de una escuela pública en Brasil. Usamos como marco teórico para el análisis de datos los conceptos vygotkianos de memoria mediada y elemento mediador. Los alumnos investigados han retomado en 2013, aunque con distintos niveles de profundidad y complejidad, conocimientos sobre densidad, presión, temperatura, dilatación, aislamiento térmico, calor, energía, trabajo, equilibrio térmico, entre otros. El profesor había trabajado dichos conocimientos en 2012. Entre los elementos mediadores de las retomadas por la memoria identificados, destacamos: la relación con el cotidiano, los experimentos hechos en perspectiva investigativa y ejemplos dados por el docente en clase. Por ejemplo, en el dato “los cuerpos líquidos también se dilatan, un ejemplo en clase fue la gasolina”, el conocimiento de que los líquidos también dilatan fue retomado mencionándose explícitamente un experimento hecho en perspectiva investigativa en clase, en 2012. En algunos casos, como en el dato “Energía – capacidad de realizar trabajo”, no se hizo posible identificar el elemento mediador de la retomada. En la gran mayoría de los datos analizados, los alumnos retomaron conocimientos adecuados desde el punto de vista científico. Los diferentes elementos mediadores identificados pueden orientar la práctica de futuros docentes, pues nos ayudan a comprender qué usan los estudiantes para movilizar conocimiento científico que se les ha enseñado previamente.

**Palabras clave:** Aprendizaje de la Física, memoria mediada, elemento mediador.

## Abstract

Throughout our teaching experience, we have noticed that it is often difficult for students to recall knowledge they have already had contact with in the science classroom. In this paper we investigate the scientific knowledge students recall when we asked them to tell what they remember from what they have studied in the previous year. We also want to know what leads them to recall such knowledge. The research was carried out for six months in 2012 and two weeks in 2013, during which participant observation in a group of 22 High School students from a public school in Brazil was done. We used the Vygotskian concepts of mediated memory and mediator element as theoretical framework for data analysis. The students recalled, in 2013, although with different levels of depth and complexity, the concepts of density, pressure, temperature, dilatation, thermal insulation, heat, energy, work, thermal equilibrium, among others. This knowledge was taught in 2012. Some of the mediator elements used to the recalls identified were: the relationship to the everyday life, the inquiry based experiments and the examples given in class by the teacher. For example, in the data "liquid bodies also dilate, an example in class was the gasoline", the knowledge that liquids also expand was recalled explicitly mentioning an inquiry based experiment done in class, in 2012. In some cases, as in the data "Energy - ability to do work", it was not possible to identify the mediator element used to the recall. In most of the analyzed data, the students recalled correct knowledge from the scientific point of view. The different mediator elements identified can guide the practice of pre-service teachers, since they help to understand what students use to mobilize scientific knowledge previously taught.

**Keywords:** Physics learning, mediated memory, mediator element.

**PACS:** 01.40.-d, 01.40.Fk, 01.40.ek

**ISSN 1870-9095**

## I. INTRODUCCIÓN

Se puede comprender el aprendizaje escolar de ciencias como un proceso de apropiación de las producciones humanas históricamente acumuladas en la cultura científica. Dicho proceso ocurre a lo largo del tiempo y sufre la influencia de muchos y diferentes factores. Enseñar y aprender ciencias se constituye, por lo tanto, en un reto para docentes y estudiantes, respectivamente, en especial si se considera que la ciencia debe promover el pensamiento crítico del aprendiz y ser útil para la comprensión de fenómenos y la toma de decisiones.

A lo largo de nuestra experiencia docente, hemos percibido que a menudo resulta difícil que los alumnos retomen conocimientos con los cuales ya han mantenido contacto anteriormente en el aula de ciencias. ¿Cómo atestiguar los objetivos de la enseñanza de ciencias para que los alumnos sean capaces usar lo que aprendieron en nuevas situaciones escolares y en sus propias vidas?

Este trabajo tiene como objetivo investigar (1) qué conocimientos científicos escolares los estudiantes retoman cuando se les pide que digan de qué se acuerdan de lo que estudiaron el año anterior y (2) qué los lleva a retomar dichos conocimientos. Para ello se hizo una investigación cualitativa. Se utilizaron los conceptos vygotksyanos de memoria mediada y elemento mediador como marco teórico para el análisis de datos.

## II. MARCO TEÓRICO

En el contexto de una cultura letrada, desde la infancia y a lo largo de la escolarización, las personas van desarrollando funciones psicológicas superiores (memoria lógica, atención arbitraria, comparación, formación de conceptos, entre otras). Tales funciones se desarrollan por intermedio de algún tipo de mediación<sup>1</sup> y son características del proceso de desarrollo cognitivo humano. Según Pino [2], el hecho de conocer típico de los seres humanos “abarca tres elementos, y no apenas dos: el sujeto que conoce, la cosa por conocer y el elemento mediador que torna posible el conocimiento”.

Cuando se piensa en lo que influye en el aprendizaje a lo largo del tiempo, hay que considerar la presencia de la memoria lógica, pues, por hipótesis, retomamos, por ella, lo que aprendemos. Para Vygotsky [3], el concepto de memoria “es excepcionalmente apropiado para el estudio de los cambios introducidos por los signos en las funciones psicológicas, ya que revela el origen social de los signos y su crucial papel en el desarrollo individual”.

Al recordar alguna idea o situación, esta se convierte en algo distinto, a causa de la mediación que se realizó para

<sup>1</sup> “[...] la mediación se puede caracterizar como un proceso de intervención de un elemento intermedio en una relación que deja de ser directa y pasa a ser mediada por tal elemento.” (Gehlen & Delizoicov [1]).

retomarla. Aunque se quiera memorizar algo, la “copia” nunca será exactamente igual a lo que se quiere memorizar, pues tal proceso no es directo, sino mediado. Así que hay que considerar el elemento mediador, tal como expreso en [1, 2], como el elemento intermedio que se coloca entre sujeto y objeto y que posibilita que ocurra la mediación. De acuerdo con [1].

... aunque la actividad de conocer presuponga la existencia en el sujeto de determinadas propiedades que le permitan captar las características de los objetos, hay fuertes razones para pensar que el hecho de conocer no sea obra ni del sujeto, ni del objeto, ni de su interacción [directa], sino de la acción del elemento mediador, sin el cual no existe ni sujeto ni objeto de conocimiento.

En el aula de ciencias, los alumnos retoman conocimientos por intermedio de una mediación, con un objeto externo ayudándoles a recordar lo que desean. A partir de la adolescencia, la memoria del joven “está tan cargada de lógica” que recordar se reduce a establecer y encontrar relaciones lógicas; reconocer se convierte en descubrir el elemento que “la tarea exige que se encuentre” [3].

**TABLA I.** Conocimientos retomados utilizando *experimentos hechos en perspectiva investigativa* como elemento mediador.

Asuntos mencionados	Grupos	Datos
Temperatura	Grupo 3	<i>El punto de ebullición del agua en [ciudad donde se ubica la escuela] es cerca de 98 ° C, porque no estamos a 1 atm y el agua no es pura.</i>
	Grupo 4	<i>Me acuerdo del experimento del agua (No se puede medir temperatura con la mano).</i>
Dilatación	Grupo 5	<i>Los cuerpos líquidos también se dilatan, un ejemplo en clase fue la gasolina.</i>

## III. METODOLOGÍA

La investigación completa está en Maximo-Pereira [4] y se llevó a cabo durante seis meses en 2012 y dos semanas en 2013, durante los cuales se hizo observación participante en un grupo de 22 estudiantes de Enseñanza Media de una escuela pública en Brasil. Física Térmica fue el tema de las clases que se observaron en 2012, en la asignatura Física II. El docente utilizaba con los alumnos la perspectiva investigativa (Sá, Lima & Aguiar [5]) para organizar las actividades en el aula. En 2013, los estudiantes participaron de otras actividades, diferentes de las iniciales, pero que

involucraban los mismos contenidos trabajados el año anterior.

Para este trabajo, se analizaron los datos escritos por 5 grupos de alumnos, en 2013, en la *Actividad 1: Sensibilización de los alumnos para las situaciones de aprendizaje y para los contenidos de la asignatura Física II*. La tarea de los grupos era escribir síntesis de lo que se acordaban de las clases de Física II. Los grupos estaban libres para escribir lo que consideraran relevante. Los apuntes de la investigadora en el diario de campo, hechos en 2012, también se utilizaron para complementar el análisis.

Se realizó una investigación cualitativa (Moreira & Caleffe [6]), teniendo en cuenta los conceptos de memoria lógica y elemento mediador para identificar qué conocimientos retomaron los estudiantes y qué los llevó a retomarlos.

#### IV. ANÁLISIS DE DATOS

Entre los datos analizados, se identificaron, en los cinco grupos, 26 afirmaciones correctas desde el punto de vista científico. Los alumnos investigados retomaron en 2013, aunque con distintos niveles de profundidad y complejidad, conocimientos sobre densidad, presión, temperatura, dilatación, aislamiento térmico, calor, energía, trabajo, equilibrio térmico, entre otros. Ejemplos de datos se van a ir presentando a lo largo de este análisis.

Respecto a lo que llevó a los alumnos a retomar tales conocimientos, se identificaron tres elementos mediadores: *experimentos hechos en perspectiva investigativa, ejemplos dados por el docente en clase y relación con el cotidiano*. En la tabla I se presentan datos en los cuales los grupos mencionaron experimentos hechos en perspectiva investigativa como lo que los llevó a la afirmación científica que escribieron.

Por ejemplo, la afirmación del Grupo 3, en la tabla I, se refiere a un *experimento hecho en perspectiva investigativa*, en abril de 2012, cuyo objetivo era que los alumnos comprendieran el concepto de calor como energía responsable por generar variación de temperatura o cambio de fase a temperatura constante. En el diario de campo se relató que los alumnos se habían impresionado, durante el experimento, con el hecho de que el agua empezara a hervir a 98 °C, y no a 100 °C, como constaba en el libro didáctico y como habían aprendido en las clases de Química. Este hecho parece haber llamado su atención, pues el grupo retomó incluso los argumentos que se habían levantado para explicar lo que había pasado: la presión atmosférica del lugar en el que se había hecho el experimento y el grado de pureza del agua utilizada.

El Grupo 4 también hizo referencia a un *experimento hecho en perspectiva investigativa* para afirmar que no se puede verificar la temperatura fiándose simplemente de la sensación táctil. El experimento que mencionaron también se realizó en abril de 2012, y su objetivo era justo verificar que el tacto no es un buen medidor de temperatura.

*Que se aprende en las clases de Física según alumnos de Enseñanza Media*

Datos en los que *ejemplos dados por el docente en clase* se utilizaron como elemento mediador para las retomadas de conocimiento científico escolar aparecen en la tabla II.

Por ejemplo, en la tabla II, hay dos menciones, de los Grupos 4 e 5, al aislamiento térmico. Ambos escribieron que la lana es un buen aislante térmico a causa del aire que hay entre los espacios que existen en un tejido de lana y que, por eso, se utiliza la lana para hacer abrigos. Según el diario de campo, el docente había mencionado este mismo ejemplo en mayo de 2014, al introducir la propagación del calor y, en especial, la conducción térmica.

**TABLA II.** Conocimientos retomados utilizando *ejemplos dados por el docente en clase* como elemento mediador.

Asuntos mencionados	Grupos	Datos
Densidad	Grupo 4	<i>Sobre el acondicionador de aire. El aire más caliente es menos denso que el aire frío.</i>
Dilatación	Grupo 5	<i>Si se calienta la tuerca, la tuerca se dilata y se consigue quitar el tornillo.</i>
Aislamiento térmico	Grupo 4	<i>El abrigo de lana nos calienta porque hay "espacio" para el aire, que es un buen aislante térmico.</i>
	Grupo 5	<i>La lana es un buen aislante térmico porque en sus "agujeros" hay aire, que retiene más calor.</i>

Al observar las tablas I y II, se verifica que la *relación con el cotidiano* está presente en la mayoría de los datos analizados. Eso se justifica porque, en general, los *ejemplos dados por el docente en clase* y los *experimentos hechos en perspectiva investigativa* en 2012 abarcaban situaciones cotidianas, como se pudo verificar en el diario de campo. Así que se puede inferir que los alumnos también usaron la *relación con el cotidiano* para retomar conocimiento científico escolar, es decir, que dicha relación puede que haya actuado como elemento mediador para las retomadas realizadas.

La figura 1 expresa la relación entre los elementos por intermedio de los cuales se interpretó que los grupos retomaron el conocimiento científico escolar con el que tuvieron contacto en 2012, o sea, entre los elementos mediadores de la memoria como función psicológica superior.

Es importante poner de relieve que no siempre es posible identificar los elementos mediadores que usaron los alumnos para retomar el conocimiento científico escolar que expresaron en sus textos escritos. En la tabla III se presentan ejemplos de datos en los cuales no se consiguió identificar el elemento mediador utilizado para las retomadas.

De los 26 datos que contenían afirmaciones adecuadas desde el punto de vista científico, solo se pudo identificar

Pereira, M. M. & Vital dos Santos Abib, M. L.

elementos mediadores en 12 de ellos. Sin embargo, eso no significa que los grupos no usaron elementos mediadores para las retomadas; apenas no se pudo hacer inferencia sobre tales elementos, que pueden estar implícitos, ya que no se les pidió explícitamente que justificaran por qué habían elegido los conocimientos que expresaron.



**FIGURA 1.** Elementos mediadores identificados en los datos y sus relaciones.

**TABLA III.** Datos en los que no se pudo identificar el elemento mediador de la retomada.

Grupos	Datos
Grupo 1	<i>El rendimiento de una máquina térmica no puede llevar al 100%</i>
	<i>Transferencia de Energía (Calor)</i>
Grupo 3	<i>Energía - capacidad de realizar trabajo</i>
	<i>La energía que no se usa para realizar trabajo se convierte en calor</i>
Grupo 4	<i>Calor Latente: sin variación de temperatura</i>
	<i>Calor Sensible: con variación de temperatura</i>
	<i>Cero absoluto. Es cuando no hay más ningún movimiento de las partículas.</i>
Grupo 5	<i>Cuanto menor sea el área, mayor la presión</i>

## V. CONSIDERACIONES FINALES

La investigación que se relató en este trabajo ha tenido como objetivo identificar qué conocimientos científicos escolares los estudiantes retomaron por la memoria lógica y los elementos mediadores utilizados para las retomadas cuando se les pidió que expresaran de qué se acordaban de lo que habían estudiado el año anterior. Los alumnos investigados retomaron conocimientos sobre densidad, presión, temperatura, dilatación, aislamiento térmico, calor, energía, trabajo, etc.

En algunos casos, fue posible identificar los elementos mediadores que los estudiantes usaron para sus retomadas

por la memoria lógica; en otros, tales elementos estaban implícitos.

Tres elementos mediadores fueron identificados: *ejemplos dados por el docente en clase, experimentos hechos en perspectiva investigativa y relación con el cotidiano*. Eso significa que fue por intermedio de por lo menos uno de esos elementos que los grupos retomaron algún conocimiento científico escolar con el que tuvieron contacto el año anterior en el aula. Además, la identificación de los elementos mediadores refuerza el carácter mediado de la memoria lógica. Según Bakhurst [7].

... en esta memoria voluntaria o “lógica”, no es que la mente sea simplemente provocada por algún choque del presente a “ir y agarrar” una imagen; al contrario, se recuerda el pasado de forma deliberada por una razón determinada. Vygotsky argumenta que la memoria lógica es algo posible gracias al poder mediador de los signos.

Los resultados de este trabajo pueden también orientar la práctica de futuros docentes de ciencias, pues los diferentes elementos mediadores identificados ayudan a comprender qué usan los estudiantes para movilizar conocimiento científico que se les ha enseñado previamente.

## REFERENCIAS

- [1] Gehlen, S. T., Delizoicov, D. A., *Dimensão epistemológica da noção de problema na obra de Vygotsky: implicações no ensino de ciências*, Investigações em Ensino de Ciências **17**, 59-79 (2012).
- [2] Pino, A. O., *Biológico e o cultural nos processos cognitivos, em linguagem, cultura e cognição: reflexão para o ensino de ciências*. In: Encontro sobre teoria e pesquisa em ensino de Ciências, 1997, Campinas. Anais do Encontro sobre teoria e pesquisa em ensino de ciências, (Unicamp, Campinas, 1997), pp. 5-24.
- [3] Vygotsky, L. S., *A Formação Social da Mente*, 7ª. Ed. (WMF Martins Fontes, São Paulo, 2007), p. 182.
- [4] Maximo-Pereira, M., *Memória mediada na aprendizagem de física: problematizando a afirmação "Não me lembro de nada das aulas do ano passado!"*, Tese [Doutorado em Ensino de Física] - Ensino de Ciências [Física, Química e Biologia], (Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014).
- [5] Sá, E. F., Lima, M. E. C. C., Aguiar, O. A., *Construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação*, Investigações em Ensino de Ciências **16**, 79-102 (2011).
- [6] Moreira, H., Caleffe, L. G., *Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador*, 2ª. Ed. (Lamparina, Rio de Janeiro, 2008), p. 245.
- [7] Bakhurst, D. A., *Memória social do pensamento soviético*. In: Daniels, H. *Uma introdução a Vygotsky*, (Edições Loyola, São Paulo, 2002), pp. 229-254.