



## Protocolo de tesis



**Presenta:** José Manuel Ruvalcaba Cervantes

**Codirectores:** Dra. Alma Adrianna Gómez Galindo / Dr. Ricardo Quintero Zazueta

### 1. Título

Movilizando los conocimientos de los profesores de física de secundaria mediante experimentos pensados

### 2. Introducción

El presente escrito es el protocolo para desarrollar un trabajo que desde su particularidad contribuya a enriquecer el diálogo en torno a las discusiones sobre el dominio de conocimientos propios de la ciencia por parte de los profesores. Así el trabajo específicamente versa sobre la movilización de los conocimientos de física de los profesores de educación secundaria cuando se enfrentan a experimentos pensados<sup>1</sup>.

Sin más preámbulo, el escrito está dividido en cinco apartados; se inicia con una presentación general del problema, pasando por la justificación, marco teórico-conceptual, enfoque metodológico, hasta llegar a la presentación de los referentes bibliográficos.

En la presentación del problema se describe una idea general de cómo se concibe la enseñanza de las ciencias actualmente y lo que esto implica para el rol de los docentes. El rol de los profesores de ciencias es complejo al requerir de poner en juego conocimientos de índole didáctico, pedagógico, de los estudiantes y disciplinarios. Pero los conocimientos disciplinarios no se limitan al conocimiento de conceptos y leyes científicas de los programas de educación oficiales (Candela M., 2001; Lacueva, 2000; García, 2005), es necesario que los conocimientos se puedan descomponer en sus elementos teóricos, conceptuales y prácticos para ser llevados

---

<sup>1</sup> La expresión *thought experiment* (TE) se traduce literalmente como experimento pensado. Por las características de trabajo mental de tipo imaginario que se ponen en juego al trabajar con los TE hemos decidido llamarlo en el cuerpo del trabajo *experimentos imaginarios*.

y empleados a ambientes no escolares (Avalos, s/f; Candela M., 2001; Pozo, 1999/2001).

El dominio de conocimientos científicos se percibe por los profesores como una dificultad que demanda formación para la mejora en el conocimiento de las disciplinas científicas (Soussan, 2003). Dada ésta percepción existen profesores que se acercan a fuentes de información para atender su demanda (por ejemplo aquellos que responden a las convocatorias del programa La ciencia en tu escuela de la Academia Mexicana de Ciencias). Luego se plantea que si existe una mejora en el manejo de conocimientos por acercarse a fuentes de información científica, es posible encontrar diferencias en las formas de movilizar los conocimientos al enfrentar problemas entre éstos profesores y los que se mantienen al margen de las fuentes de información.

Así se propone trabajar con experimentos imaginarios con profesores de física para estudiar las formas en que movilizan sus conocimientos, diferenciarlas e interpretarlas. De allí se derivan una serie de preguntas seguidas de los objetivos que persigue el trabajo.

La siguiente sección, la justificación, expresa brevemente que de existir una diferencia significativa en la movilización de conocimientos al plantear soluciones y/o explicaciones a los experimentos imaginarios, entre los profesores que se acercan a las fuentes de información y aquellos que se mantienen alejados, el trabajo podría tener implicaciones para proponer vínculos entre los profesores de física y las fuentes de información como parte de su formación continua. Asimismo tales implicaciones exigen al trabajo interpretar la correlación entre las fuentes de información y las probables mejores movilizaciones de conocimientos al trabajar con los experimentos imaginarios; es decir, movilizaciones coherentes, concretas, justificadas.

Después se encontrará el marco teórico conceptual en el que pretendemos comenzar a construir observables empíricas. Se podrán leer reflexiones en torno a lo imaginario y las representaciones sociales. El elemento imaginario y el elemento

de representación social están presentes pues se considera que el conocimiento se construye dialécticamente entre lo individual y lo social (Berger, 1967/2008). Lo que se pretende es ir construyendo observables que permitan visualizar cómo la movilización de conocimientos al trabajar con experimentos imaginarios puede estar vinculada con fuentes de información que por su naturaleza son expresiones de lo cultural, lo social.

El texto sigue con una propuesta metodológica de trabajo, la cual no es definitiva pues se construye a la par que los observables empíricos. Se trata de un punto de partida que ayude a clarificar la forma de emprender el trabajo y contribuya a definir adecuadamente los observables empíricos. Por último se encontrarán las referencias empleadas.

### 3. Planteamiento del problema y preguntas de investigación

El conocimiento científico en general es un lenguaje específico que toma prestados conocimientos y conceptos del sentido común para devolverlos nuevos, renovados. El conocimiento científico no se trata, escribió Gastón Bachelard (1972/2009), de repetición, de simple lectura. El conocimiento científico es un acto del pensamiento; pensamiento que busca el riesgo, poner en duda el pensamiento mismo cuidando no partir de la nada. Para Bachelard se trata de una filosofía del “re” y del “no” como búsquedas alternativas de conocimiento: “reinventar”, “repensar”, “reorganizar”, “física no-newtoniana”, “geometría no-euclidiana”.

Pero el conocimiento científico como acción cognitiva que pone en juego habilidades del pensamiento como el análisis, la síntesis, el conocimiento mismo, no es una acción aislada; por el contrario, el conocimiento y pensamiento científico se construyen y nutren en la interacción social dentro de la “ciudad de la ciencia” (Bachelard, 1972/2009). Así, las ideas gestadas desde el pensamiento científico son discutidas, comunicadas, repensadas y reestructuradas dentro de las comunidades científicas quienes establecen rangos de validez para dichas ideas.

Lo anterior expone a la ciencia como una actividad cognitiva, con lenguaje propio y realizada por una comunidad específica en la *ciudad de la ciencia*. La visión de la ciencia como ciudad en sí misma conlleva pensar que para arribar a ella se requiere emprender un viaje.

Si continuamos con la analogía anterior, una forma de emprender el viaje hacia *la ciudad de la ciencia* es por medio de la educación. Así la educación es un complejo integrada por las formas, los con qué, los cómo y las disposiciones del viaje.

Sin embargo la educación científica no es únicamente el medio para llegar a *la ciudad de la ciencia* y comprender lo que allí se hace y genera. En el siglo XXI la educación científica, escribió Mariano Martín Gordillo (2009), va más allá de la mera comprensión conceptual y entender el mundo, es la manera de aprender a vivir en una sociedad construida en gran medida por las ciencias y tecnologías; pues vivir

en sociedades del siglo XXI implica ser un ciudadano que maneja, controla, desarrolla, sufre y disfruta de las construcciones y productos de las ciencias y tecnologías.

Siguiendo a Gordillo (2009), la enseñanza no tiene por qué separarse de la naturaleza de la ciencia como práctica social. Entonces la educación científica como vehículo para llegar a *la ciudad de la ciencia* y forma de aprender a vivir en las sociedades del siglo XXI tendría que simular prácticas similares a las que acaecen en la realidad social y científica. Tal educación científica exige nuevos roles a los educadores y educandos distintos a los tradicionales (Pozo J. , 1987; Candela M., 1990/2001; Harlen, 1998; Pozo J., 1999/2001; Guerra Ramos, 2011).

Al centrar la atención en el docente, el enfoque actual para la enseñanza de las ciencias exige al profesor -además de un conjunto de conocimientos disciplinarios, didácticos, pedagógicos, de los estudiantes y del ambiente socio cultural interactuando entre sí para ayudar a otros a aprender (Shulman, 1986; Ramos, 2010; Guerra Ramos, 2011)-, el desarrollo de habilidades para el manejo de conocimientos propios de la disciplina que enseña. Es decir, desarrollar los conocimientos en sus componentes prácticos (Avalos, s/f) y conceptuales; poderlos interpretar y extender más allá del contexto discursivo de la ciencia escolar; interpretar y trabajar adecuadamente variables matemáticas; así como poderlos comunicar.

Georges Soussan (2003) identificó que la primera demanda de formación docente –de una serie de ellas a las que llamó “Evolución de las problemáticas de profesores de ciencias experimentales en formación”- responde a las dificultades del manejo de los contenidos disciplinarios propios de las ciencias. De acuerdo a Soussan ésta primera demanda de los profesores de ciencias busca la manera de contribuir a mejorar sus conocimientos científicos a nivel teórico y experimental.

La demanda de conocimientos científicos por profesores de ciencias nos lleva a pensar en los docentes en servicio que se acercan a fuentes de información para cubrir sus necesidades. Algunas fuentes de información son epistemológicas,

es decir, no sólo dan a conocer conceptos, teorías y leyes científicas, también muestran cómo se construye, valida y evoluciona el conocimiento científico. Las fuentes de información a las que nos referimos son las propias de la divulgación de las ciencias, cursos (como La Ciencia en tu escuela de la Academia Mexicana de Ciencias), veranos en la ciencia, interacciones sociales con investigadores y/o centros de investigación, y lecturas de tipo académico (por ejemplo sobre filosofía y sociología de las ciencias).

Si el acercarse a las fuentes de información de las ciencias, sobre todo las epistemológicas, contribuye en la mejora del manejo de conocimientos –es decir formas en las que se movilizan los componentes conceptuales y prácticos de los conocimientos para solucionar problemas-, debería ser posible encontrar diferencias en el manejo de los conocimientos entre los profesores que se acercan a las fuentes de información y los que se mantienen al margen, además de poder señalar en qué se diferencian. Asimismo, el que los profesores movilicen sus conocimientos de una u otra manera estaría determinado no sólo por ciertas relaciones conceptuales y procedimentales, también por el conocimiento del origen y evolución de tales relaciones, las formas de probarlas y validarlas.

De ésta manera el trabajo de investigación que se propone busca identificar características de la movilización de conocimientos de los profesores cuando se enfrentan con problemas, específicamente experimentos imaginarios que demanden explicaciones y soluciones a los profesores de física de educación secundaria. De este modo, la caracterización de las movilizaciones de conocimientos permitirá diferenciarlas e interpretarlas.

Los experimentos imaginarios son una ventana a los patrones de las estructuras cognitivas (Quintero, 2011); hacen explícitas estructuras cognitivas que de otra manera permanecen inactivas, generan respuestas diferentes a las que se obtendrían con los mismos contenidos conceptuales en presentaciones diferentes (Szabó Gendler, 2010). Es decir, los experimentos de carácter imaginario permiten el estudio de las formas de organizar los conocimientos, ya que a partir de información inicial se emplean los conocimientos para racionalizar los elementos

específicos de lo imaginado, sintetizarlos, manipularlos y buscar explicaciones racionales a fenómenos u obtener conclusiones.

Los profesores con mayor conocimiento de la historia evolutiva de la física, con mejor comprensión de la construcción y validación del conocimiento físico entre otros elementos epistémicos, podrían ser aquellos con un capital cultural mayor producto de su acercamiento a las fuentes de información antes señaladas. Esta suposición se basa en aceptar que una dimensión del conocimiento se construye como proceso dialéctico entre las socializaciones y la estructura cognitiva del individuo (Berger y Luckmann, 1967/2008).

Dicho lo anterior las preguntas que se derivan, y que serán la guía del presente trabajo, son:

¿Cómo movilizan sus conocimientos los profesores de física al trabajar con experimentos imaginarios?

¿Qué características tiene dicha movilización de conocimientos?

¿Qué diferencias se encuentran entre los profesores, cercanos y distanciados a fuentes de información de los elementos epistemológicos de la física, al movilizar sus conocimientos con experimentos imaginarios?, ¿en qué aspectos se encuentran las diferencias?

Siguiendo las preguntas como guías, los objetivos son:

Objetivo general:

Estudiar la movilización de conocimientos de los profesores de física cuando trabajan con experimentos imaginarios e identificar posibles diferencias de movilidad de conocimientos entre los profesores cercanos y distanciados de las fuentes de información de los elementos epistemológicos de la física.

Objetivos específicos:

Analizar en qué medida el estar cerca de la investigación científica ayuda a los profesores de física de secundaria a movilizar de forma diferente sus conocimientos.

Describir las formas de movilización de conocimientos de los profesores de física cuando trabajan con experimentos imaginarios.

Elaborar categorías de la movilidad de conocimientos al trabajar con experimentos imaginarios, que permitan identificar y describir las diferencias en la movilidad de conocimientos entre profesores cercanos y distanciados a las fuentes de información de los elementos epistemológicos de la física.



#### 4. Justificación

La solución de problemas en las investigaciones sobre la enseñanza de las ciencias ya tiene camino recorrido (Gangoso, 1999; García, 2005; Harlen, 1998). Dichos estudios han servido para caracterizar los procesos de solución distinguiendo las formas de proceder entre expertos y novatos. Asimismo hay investigaciones que han descrito gran cantidad de esquemas conceptuales y procedimentales referentes a variedad de temas tanto de la física como de otras ciencias (Driver, 1985/1990; Harlen, 1998; Pozo J. I., 1999/2001). La descripción de los esquemas a la vez ha sido de utilidad para identificar, describir y analizar esquemas llamados alternativos, concepciones ingenuas, intuitivas o de sentido común y *misconceptions*. A su vez los análisis, tanto de unas como de otras investigaciones, derivan en series de recomendaciones para la enseñanza de las ciencias.

La mayoría de los estudios se realizan en ambientes no áulicos y por ello se les critica, pues sus recomendaciones y conclusiones están fuera de la realidad de la ciencia escolar. De igual manera se ha señalado (Pozo, 1999/2001) la necesidad de entender los procesos de solución de problemas y la puesta en marcha de los conocimientos conceptuales y procedimentales dada la amplia gama de esquemas cognitivos descritos y explicitados.

El presente trabajo está inscrito en la línea de indagación de los procesos de movilización de los conocimientos ante problemas caracterizados por ser experimentos imaginarios. De esta manera estudiaremos la movilidad de los conocimientos de los profesores; a la vez buscaremos diferencias entre la forma en que profesores cercanos a las fuentes de información y los alejados de ellas se plantean el trabajo con los experimentos imaginarios.

Aquí se pretende buscar diferencias de movilidad de conocimientos al trabajar con experimentos imaginarios entre profesores, lo que permitirá interpretar si en la movilización de conocimientos existe una influencia epistémica de las fuentes de información (que muestran cómo se construye, evoluciona y valida el

conocimiento físico) en el planteamiento de soluciones y explicaciones que demandan los experimentos imaginarios.

En ese sentido el ambiente áulico para el presente trabajo no es relevante, pues lo que se busca es adentrarse en la movilización de conocimientos y en qué medida tal movilidad está relacionada con vínculos a fuentes de información de la física. Además el ambiente áulico permite entender el discurso científico escolar, el cual muchas veces se mantiene *sui generis*, apartado al discurso científico no escolar que suele estar dominado por esquemas alternativos y concepciones ingenuas de los fenómenos físicos.

Estudiar la movilidad de conocimientos en ambientes extra escolares permitirá entender dicho proceso desde el discurso de la ciencia no escolar en su “estado natural”, discurso que la mayor parte del tiempo se mantiene inalterado en su estructura cognitiva. Juan I. Pozo (1999/2001) ha estudiado el fenómeno y expresa que el aprendizaje no modifica el conocimiento de sentido común, sino que se vuelve una microextensión de la red de conocimiento. Es decir, el núcleo central del conocimiento por sentido común sigue protegido y la red periférica del conocimiento se reorganiza con estados de excepción que el núcleo central no puede explicar. Lo que significa que el conocimiento científico no está asimilado y no pueden explicarse y comprenderse correctamente fenómenos físicos sino desde el conocimiento de sentido común que adopta terminología científica aprendida en el ambiente escolar para validarse sin ser verdad.

Ahora, encontrar diferencias en la movilización de conocimientos entre los profesores cercanos y alejados a fuentes de información, abre una puerta interesante para incentivar la formación continua de los profesores de física por medio de vínculos con las fuentes de información que muestren a los docentes cómo se construye, valida y evoluciona el conocimiento físico.

Encontrar diferencias supone la existencia de un posible modo de transformar la movilidad de conocimientos en su “estado natural” de concepciones

ingenuas a discursos con validez científica, por medio de vínculos entre docentes-fuentes de información como parte de la formación continua profesional.

## 5. Marco teórico conceptual

### 6.1 Estado del arte

El presente trabajo de investigación en ciernes al adentrarse en la movilidad de los conocimientos de los profesores de física en educación secundaria afronta la necesidad de distinguir dos mundos: el mundo del discurso y el mundo de la conversación (Moscovici, 1961/1979). El primero se refiere a la jerga empleada por los expertos, personas que integran la comunidad científica; el segundo refiere el lenguaje empleado desde la comprensión y representaciones del aficionado autodidacta al conocimiento científico y el lego.

Era necesario aclararlo porque no hay manera de considerar a los profesores de física como expertos ya que el discurso científico escolar diverge al mundo del discurso de *la ciudad de la ciencia*. Empero los docentes no pueden caracterizarse como legos dada su formación en enseñanza de las ciencias y su constante interacción con los contenidos científicos básicos. Comparten características con el aficionado autodidacta por estar en constante estudio de la ciencia básica a fin de poder llevar a cabo la labor docente. Su labor consiste en *anclar* el mundo del discurso a su contexto de acción y apoyar a estudiantes en su acercamiento a las formas de pensar el mundo del discurso.

Sutilmente nos adentraremos en el estudio de cómo los profesores movilizan su conocimiento como mundo de la conversación proveniente del mundo del discurso. Luego hay que conocer las investigaciones al respecto que puedan dilucidar cómo abordar el estudio.

#### 6.1.1 La solución de problemas como estudio de los conocimientos

Juan I. Pozo (1999/2001) hace una distinción de los tipos de problemas que se resuelven en el ambiente de la ciencia escolar: cualitativos, cuantitativos y pequeñas investigaciones. Los primeros los define como aquellos que relacionan los contenidos científicos y los fenómenos que estudian desde la reflexión para el análisis del fenómeno en cuestión. Los problemas cuantitativos son aquellos que

entrenan en técnicas cuantitativas de trabajo útiles para comprender modelos científicos. Y las pequeñas investigaciones son un acercamiento simulado a la investigación científica para el desarrollo de actitudes y saberes procedimentales típicos del trabajo científico.

La clasificación anterior es útil para distinguir lo que se ha estudiado y sigue investigándose en relación a la movilización de conocimientos. Hay que aclarar que los experimentos imaginarios pueden ser categorizados dentro de la clasificación para la solución de problemas, pero también son flexibles como para implicar relación conceptual con saberes procedimentales y la puesta en marcha de saberes técnicos cuantitativos.

Zulma Gangoso (1999) realizó una revisión histórica de las investigaciones en la solución de problemas en el contexto de la ciencia escolar. Enseguida de la revisión de la literatura exorta a continuar con los estudios en diferentes líneas que ayuden a comprender mejor la temática: estudiar los procesos de solución, pues se conocen estructuras cognitivas muy específicas para determinados fenómenos pero se desconoce lo que las motiva; caracterizar las diferentes tareas que se presentan como problemas ya que solucionar problemas de diversa índole exige recursos cognitivos diferentes; buscar más aportes para la enseñanza de las ciencias pues los trabajos están desvinculados del ambiente escolar de aprendizaje.

Posteriormente Antonio García (2005) apunta que la solución de los diferentes tipos de problemas, al menos en la física escolar, promueven la *metodología de la superficialidad* (Buteler, 2001 en García, 2009). Es decir, la solución de dichos problemas no promueven la comprensión conceptual en profundidad. Entonces propone resolver situaciones físicas que se presenten como *sofismas*: proponer situaciones en las que se introduzcan errores intencionales. En seguida la tarea consiste en identificar el error y analizar la incoherencia para proponer una explicación.

Por otro lado, Sule Dönertas y Ömer Faruk (2014) emplearon experimentos imaginarios como problemas conceptuales de física con estudiantes. Encontraron

que los estudiantes emplearon los experimentos imaginarios con propósitos diferentes: predicción, prueba y explicación. En todos los casos reportan que los estudiantes mostraron explícitamente elementos de razonamiento tácitos; lo que les llevó a sugerir que los experimentos imaginarios son una herramienta útil para enriquecer el desarrollo de habilidades de indagación en clases de física.

Es preciso indagar aún en los procesos de resolución de problemas para entender adecuadamente las características de los experimentos imaginarios que entran en una u otra categoría, o concebir aquellos más holísticos. La búsqueda a la vez deberá implicar el progreso reciente en la comprensión de los procesos de movilización de conocimientos en la solución de experimentos imaginarios y problemas.

## **6.2 Marco conceptual**

Martín Baró (1983) señala como las investigaciones en áreas psicológicas y sociales caen en lo que llama reduccionismo *psicologista* y *sociologista*. Lo que indica que las investigaciones se centran en los procesos psíquicos individuales, un enfoque cognitivo, o por el contrario análisis meramente con categoría sociales. Dicho lo anterior, el presente trabajo no busca reducir el análisis a lo individual o social, sino construir observables que ayuden a pensar cómo la movilización de conocimientos es individual y cómo tal movilización pudiera estar vinculada a elementos culturales provenientes de lo social como medio para identificar diferencias a la movilidad de conocimientos entre profesores cercanos y alejados a fuentes de información de los conocimientos físicos.

Partiremos de la idea del conocimiento científico como construcción social en circunstancias históricas y culturales específicas tal como se ha reflexionado desde Bachelard, Thomas Khun, Imre Lakatos, Paul Feyerabend, hasta Piere Bourdieu, Brunno Latour y otros. Asimismo los profesores, aunque no son expertos que discutan el conocimiento en la *ciudad de la ciencia*, son agentes sociales que trabajan con el conocimiento como materia de socialización, es decir en medio de intercambios dialógicos de saberes conocidos por aquellos que se desconocen

(Berger y Luckmann, 1967/2008). Y no solo durante la enseñanza, también durante sus procesos formativos de aprendizaje y estudio; pues los profesores tienen que adentrarse en el sentido y significaciones del lenguaje científico, moviéndose entre lo contra intuitivo y la organización lógica del mundo del discurso desde sus saberes previos y sentido común.

En seguida hay que buscar la construcción teórica que permita entender lo individual y su vínculo con lo social.

### **6.2.1 La imaginación más allá de lo individual**

Los experimentos imaginarios como herramienta de trabajo para el estudio de las ideas de las personas han sido severamente criticados. Por ejemplo Roy A. Sorensen (1992) señaló que trabajar con ideas se vuelve complicado desde una perspectiva lógica. Por ejemplo, si intentamos relatar algún sueño nocturno no será difícil cuando dicho sueño es simple, como ir caminando comiendo helado por un parque. En cambio narrar sueños complejos que suceden en diversos escenarios, con secuencias temporales aleatorias, personajes ficticios y aquellos de nuestra realidad física, puede volverse una odisea la coherencia y claridad narrativa. Si la descripción de las ideas propias es una odisea, la descripción de las ideas de los otros multiplica la complejidad de la hazaña. Luego, la descripción de las ideas pensadas al trabajar con contenidos imaginarios, al igual que los sueños, resulta un problema en sí mismo dado que se presentan como entimemas de construcción y comprensión personal.

Por su parte Tamar Szabó (2010) cita la crítica de John Norton hacia los experimentos imaginarios. Para Norton el experimento imaginario puede ser remplazado por la transformación del mismo en una serie de argumentos razonados lógicamente con base en axiomas de los que puedan deducirse las mismas conclusiones a las que se llegaría con el experimento imaginario pero sin recurrir a los contenidos ficticios.

Sin embargo los experimentos imaginarios no son una simple construcción mental, libre y personal ni una serie de argumentos. Los experimentos imaginarios

más que ser imaginación fantasiosa como los sueños, desencadenan una serie de movilización de conocimientos que siguen reglas tácitas que más tarde se someten a revisión (Quintero, 2011). En ese sentido los experimentos imaginarios permiten aprender no sólo de los fenómenos del contenido imaginario, sino de las acciones mismas (*ídem*). Igualmente no puede equipararse el experimento imaginario a una serie de argumentos porque los distinguen las acciones y reglas que gobiernan la lógica de unos y otros.

El experimento imaginario es una herramienta epistémica que permite acercarse a fenómenos imaginados (no por ello irreales y asituados) que pudieran ocurrir realmente, o que están ocurriendo y no hemos percibido. Ello por medio de la manipulación de las variables que integran el fenómeno por medio de instrumentos mentales, reglas (tácitas o no), la movilidad de conocimientos, el empleo de procedimientos, así como las relaciones entre los elementos mencionados, nos permiten obtener conocimientos nuevos de un fenómeno en particular, de las propias acciones cognitivas, emitir conclusiones y generalizaciones al lograr grados de abstracción adecuados.

Además, siguiendo a Szabó (2010), permiten distinguir entre argumentos, afirmaciones (tácitas o no), vuelven lo tácito explícito, y pueden ser efectivos como aparato de reconfiguración conceptual al vernos en la necesidad de refinar nuestros conceptos conforme los vinculamos en la acción con los contenidos imaginados.

Entonces los experimentos de tipo imaginado no son del arquetipo individual y subjetivo o fantasioso. Son fenómenos imaginados que no obstante pueden ocurrir realmente, por lo que están dentro de los márgenes del conocimiento científico válido, sometidos a las leyes físicas como cualquier otro experimento empírico. Tal característica permite tener un marco común para el estudio de las formas de afrontar los experimentos y entender la movilidad de los conocimientos que emprenden quienes trabajan con éstos contenidos imaginados.

Los experimentos imaginarios además de ser una oportunidad para estudiar la movilidad de conocimientos poseen una característica que Szabó Gendler (2010)



llama el caracter contagioso de la imaginación. Tal caracter contagioso de la imaginación como lo describe Szabó es posible por la *fuentes indiferente* de ciertas características de la arquitectura de nuestro pensamiento. Esto significa que el pensamiento está constituido con indiferencia desde fuentes externas e internas, un vaivén dialógico entre lo cognitivo y lo social.

Lo que Szabó muestra es que cuando se tiene un contenido imaginado -tal como el experimento imaginario- por una persona que interactúa con otras, es posible el inicio de tendencias de comportamiento como respuesta al contenido imaginado por parte de aquellos con quienes interactúa. Pero ¿cómo es que un contenido imaginado pueda desencadenar tendencias conductuales en los otros como respuesta al contenido imaginado?

Primero se debe proceder de forma *bachelardiana* “despsicologizando” la imagen. Es decir, buscar los elementos comunes de la *fuentes indiferente* (externa e interna) que dan forma a ciertas características de la arquitectura del pensamiento de los actores sociales. Siguiendo ésta línea de ideas, los elementos comunes de la *fuentes indiferente* que ayudan a constituir el pensamiento pueden buscarse en un inicio en tres puntos: lo biológico (fuente interna), la sintonía “moral” (fuente externa) y sintonía cognitiva (fuente externa-interna).

Así, el elemento biológico refiere a que todos los individuos en interacción con aquel que inicia el “contagio imaginario” poseen una base y estructura neurológica que dota de la capacidad para imaginar. La sintonía moral expresa que los individuos en interacción comparten creencias, representaciones y valores de lo que se considera imaginario y real, así como de la sintonía en la disposición para imaginar. Finalmente la sintonía cognitiva trata de que los involucrados en el “contagio imaginario” posean una análoga base conceptual previa y patrones similares de organización del conocimiento. Asimismo la sintonía cognitiva precisa que el contenido imaginario se describa y delimite de forma lógica, comprensible y coherente en los términos de su base conceptual y patrones de organización de conocimiento.

El carácter contagioso de la imaginación es un indicativo de los elementos cognitivos que pueden ser compartidos socialmente, los cuales se manifiestan como respuesta de los individuos al contenido imaginado. En los experimentos imaginarios, como contenido imaginado, al generar la movilidad de conocimientos como respuesta es viable encontrar esquemas que indiquen un vínculo con el ambiente cultural que lo acerca a las fuentes de información de los elementos epistémicos de la física.

### **6.2.2 Lo social anclado a lo individual**

El despsicologizar, como se describió brevemente en la sección anterior, sirve como punto de partida para iniciar a entender como lo individual (imaginario) puede vincularse a lo social con base en las respuestas a los contenidos imaginados. Ahora es necesario plantear un punto de partida a la inversa.

La relación existente entre lo cognitivo y lo social puede ser interpretado desde la teoría de las representaciones sociales. Ésta teoría pretende entender como el *mundo del discurso* (Moscovici, 1961/1979) se *ancla* en el *mundo de la conversación*. Luego, una representación de lo social se entiende como “modalidad particular del conocimiento, cuya función es la elaboración de los comportamientos y la comunicación entre los individuos” (Moscovici, 1961/1979:17), indispensables para interpretar, orientar y justificar comportamientos, constituyendo marcos de símbolos y significación. Las representaciones se presentan como una construcción discursiva y práctica (Moscovici y Jodedelet en Rodríguez, 2007). Es decir, saberes de sentido común contruidos y más o menos ampliamente consensuados en determinados grupos sociales. Sirven para la vida cotidiana en sociedad, ayudan a establecer redes de comunicación entre los agentes sociales producto de la divergencia cognitiva construida alrededor del saber común. Dada su naturaleza son dinámicas: se reconstruyen constantemente en las interacciones sociales.

Luego, si en verdad es posible encontrar diferencias en la movilidad de conocimientos entre los profesores cercanos a las fuentes de información de los elementos epistémicos de la física de aquellos que están alejados, los profesores

con un capital cultural mayor deberán reflejar saberes más cercanos a los ampliamente consensuados por los integrantes de la *ciudad de la ciencia*, como pueda ser un uso del lenguaje de la física más concreto y coherente. Es de esperarse considerando que estén dentro de una red de comunicación de divulgación o discusión con aquellos agentes sociales que construyen el conocimiento físico para anclar esa materia de comunicación a las estructuras de conocimiento individuales.

En la práctica para entender cómo las representaciones sociales son una forma discursiva y práctica de anclar lo social en lo individual depende de entender la estructura de dichas representaciones: su núcleo y elementos periféricos.

El núcleo central tiene la función de significación y organización de las representaciones en el orden del pensamiento social (Abric, 2004:19) sujeto a los elementos de diferenciación entre grupos sociales. Lo anterior a partir de las divergencias de conciencia colectiva, ya sea moral, religiosa, científica, social o política.

Por otro lado, las representaciones como doble sistema (Abric, 2004:26) tienen el aspecto que individualiza y contextualiza las representaciones a través de los elementos periféricos que inter-individualizan lo vivido. Con ello se indica la existencia de distinciones entre agentes sociales para *sui géneris* proteger el núcleo central de las representaciones. La protección del núcleo ocurre a través de la regulación del entorno, adaptando de forma móvil y evolutiva (Abric, 2004:24) las informaciones nuevas para mantener estable el núcleo central y concretar anclando las nuevas vivencias, interacciones y saberes a las representaciones existentes.

Lo último nos deja ante otra posibilidad: que no encontremos diferencias entre los profesores cercanos y alejados a la información de los elementos epistémicos de la física. Es decir, que los profesores con mayor capital cultural estén anclando los elementos epistémicos de la física a la periferia de su representación, adaptando tales elementos de manera que protejan su núcleo central de conocimientos, el cual sea igual al de los otros profesores de física.

## 6. Estrategia metodológica

El trabajo se realizará con profesores de física de secundaria. Sin embargo por razones que complica encontrar profesores cercanos a las fuentes de información epistemológica de la física, se trabajará una pequeña muestra, la cual será seleccionada por muestreo no aleatorio por accidente. Es decir, se van a incluir en la muestra los casos más convenientes al investigador, aquellos de fácil localización.

El estudio se enmarca, más que en una búsqueda de leyes universales inmutables, en la comprensión de los fenómenos de acciones individuales (movilidad de conocimientos al trabajar con experimentos imaginarios) y la reflexión de posibles vínculos con lo social (fuentes de información del conocimiento físico). Por lo tanto, es de esperar manifestaciones de *imaginación sociológica* (Mills, 1970, en Giddens, 2010) para interpretar la movilidad de conocimientos al plantearse el trabajo con experimentos imaginarios.

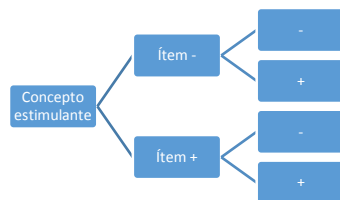
Entonces el estudio será de enfoque cualitativo recurriendo a herramientas cuantitativas que permitan refinar el análisis, la reflexión y la *imaginación sociológica*. Se tratará de un ir y venir entre la abstracción teórica y los datos obtenidos. En ese sentido habrá de prepararse un repertorio de experimentos imaginarios para ser llevados al campo de la investigación con profesores; revisar la información obtenida; repensar los experimentos imaginarios; fundamentar el empleo de determinados experimentos imaginarios para volverlos a llevar al campo.

El trabajar con los profesores de física de secundaria deberá acompañarse de un cuestionario inicial que ayude a visualizar su vínculo con fuentes de información epistemológica de la física. Aunado a lo anterior hay que considerar entrevistas *a posteriori* al trabajo con los experimentos imaginarios para aclarar el proceso de la movilidad de conocimientos así como la viabilidad de los experimentos imaginarios. Habremos de considerar las siguientes herramientas de investigación para apoyar las entrevistas y entender mejor los esquemas de conocimiento que se movilizan.

a) Asociación libre: permite una actividad y producción intelectual y discursiva; consiste en presentar una serie de conceptos y frases que estimulen los esquemas de conocimiento. Tales frases, conceptos procedimientos deben corresponder a los contenidos que es preciso movilizar al trabajar con los experimentos imaginarios.

Con ésta técnica se trata de obtener una serie de construcciones semánticas que formen parte del núcleo central de los esquemas de conocimiento; luego para distinguir términos y significados que constituyan parte central en el núcleo de aquellas conceptualizaciones ancladas al núcleo central pero que son periféricas, se solicita al interrogado ordene su producción discursiva en grado de relevancia, para lo cual se puede apoyar en la siguiente técnica.

b) Jerarquización de ítems: con el cálculo de rango y dispersión de la información emanada de la asociación libre, se obtiene la frecuencia de palabras empleadas por los interrogados para obtener, por ejemplo, 32 palabras (ítems) los cuales se presentarán a los interrogados para que los ordenen jerárquicamente de los más importante a los menos importantes.



La pretensión del uso de éstas técnicas es el poder determinar el núcleo central y periférico que constituyen los esquemas de conocimiento para identificar su correspondencia con la movilización de los mismos al trabajar con los experimentos imaginarios. Además permiten visualizar la estructura de los esquemas para poder interpretar su vínculo a fuentes de información, las cuales se conocerán mediante los cuestionarios.

## 7. Referencias bibliográficas

- Abric, Jean Claude (2004), "Las representaciones sociales: aspectos teóricos", en *Prácticas sociales y representaciones*, México, Ediciones Coyoacán.
- Avalos, B. (s/f). Los conocimientos y competencias que subyacen a la tarea docente. En C. & Vélaz de Medrano, *Aprendizaje y desarrollo profesional docente* (págs. 67-78). España: OEI-Fundación Santillana.
- Bachelard, G. (1972/2009). *El compromiso racionalista*. (J. Tula, Ed., & H. Beccacece, Trad.) D.F., México: Siglo XXI Editores.
- Badagnani, D. &. (2015). Ingenuidad epistemológica en prácticas docentes y formación disciplinar en los últimos años del profesorado terciario: algunos diagnósticos y posibles caminos. *Revista de Enseñanza de la física*, 27(Extra), 539-542. Obtenido de <http://www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/12702/12940>
- Berger, P. L. (1967/2008). *La construcción social de la realidad*. (S. Zuleta, Trad.) Buenos Aires, Argentina: Amorrortu Editores.
- Bernal, J. D. (1939/1973). Science in education. En *The social function of science* (págs. 71-93). United States of America: MIT Press.
- Candela M., M. A. (1990/2001). Cómo se aprende y se puede enseñar ciencias naturales. En M. T. Noemí García García, *La enseñanza de las ciencias naturales en la escuela primaria. Lecturas* (págs. 19-32). D.F., México: Dirección General de Materiales y Métodos Educativos de la Subsecretaría de Educación Básica y Normal-SEP.
- Candela M., M. A. (2001). Poder en el aula: una construcción situacional. En *Discurso, teoría y análisis*. México: Instituto de Investigaciones Sociales. Colegio de Ciencias y Humanidades.
- Dönertas, Kösem, S. &. (Abril de 2014). The nature and role of thought experiments in solving conceptual physics problems. *Science & Education*, 23(4), 865-895. doi: 10.1007/s11191-013-9635-0
- Driver, R. G. (1985/1990). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. (P. Manzano, Trad.) Madrid, España: Morata.

- Flores-Camacho, Fernando, Gallegos-Cázares, Leticia, García-Franco, Alejandra, Veja-Muguía, Eduardo, García-Rivera, Beatriz, (2007), “El conocimiento de los profesores de Ciencias Naturales de secundaria: un estudio en tres niveles”, en *Revista Iberoamericana de Educación*, No. 43 (3), ISSN: 1681-5653, Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Gangoso, Z. (1999). Investigaciones en resolución de problemas en ciencias. *Investigações em Ensino de Ciências*, 4(1), 7-50.
- Gangoso, Z. (1999). Investigaciones en resolución de problemas en ciencias. *Investigações em Ensino de Ciências*, 4(1), 7-50. Obtenido de <http://www.if.ufrgs.br/ienci/?go=artigos&idEdicao=13#>
- García, C. A. (2005). Situaciones sofisticadas en el aprendizaje de la física. Estrategias para su puesta en práctica en el aula. *Revista Iberoamericana de Educación*, 9(36). Obtenido de <http://www.rieoei.org/1038Garcia.htm>
- Guerra Ramos, M. T. (2011). ¿Qué se necesita para enseñar ciencias? En UPN/SEP, *Las ciencias naturales en educación básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI* (págs. 129-157). D.F., México: SEP.
- Harlen, W. (1998). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid, España: Morata.
- Lacueva, A. (2000). *Ciencia y tecnología en la escuela*. Caracas, Venezuela: Popular.
- Mäntylä, T. (Agosto de 2012). Didactical reconstruction of processes in knowledge construction: pre-service physics teachers learning the law of electromagnetic induction. *Research in Science Education*, 42(4), 791-812. doi:10.1007/s11165-011-9217-6
- Martín Gordillo, M. (2009). A modo de presentación: algunos interrogantes sobre la educación científica. En M. T. Martín Gordillo, *Educación, ciencia, tecnología y sociedad* (págs. 5-10). Madrid, España: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.
- Martín-Baró, I. (1983). *Acción e ideología. Psicología social desde Centroamérica*. San Salvador, El Salvador: UCA Editores.

- Moscovici, S. (1961/1979). *El psicoanálisis, su imagen y su público*. (N. M. Finetti, Trad.) Buenos Aires, Argentina: Editorial Huemul S. A.
- Pozo, J. (1987). ...Y sin embargo se puede enseñar ciencia. *Infancia y Aprendizaje: Journal for the study of education and development*, 10(38), 109-113. doi:10.1080/02103702.1987.10822165
- Pozo, J. I. (1999/2001). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid, España: Ediciones Morata.
- Quintero-Zazueta, R. (2011). La experimentación en matemáticas como epistemología de la imaginación. En L. M.-Z.-U. Rodríguez-Salazar, *Razonamiento matemático. Epistemología de la imaginación. (Re)pensando el papel de la epistemología en la matemática educativa* (págs. 167-191). México: Editorial Gedisa.
- Ramos, d. R. (2010). Las ciencias naturales en el aula de la escuela primaria. Procesos de enseñanza: encuentros y desencuentros. En G. C. García, & Figueras, C. (Ed.), *Simulacros y simulaciones. La formación pedagógica para el analfabetismo científico y una modesta propoción en didáctica situada para las ciencias* (págs. 63-94). Guanajuato, México: Universidad de Guanajuato-Departamento de Educación. Obtenido de [http://www.educacion.ugto.mx/educatio/PDFs/C\\_ACAD/configuraciones/simulacros\\_y\\_simulaciones.pdf](http://www.educacion.ugto.mx/educatio/PDFs/C_ACAD/configuraciones/simulacros_y_simulaciones.pdf)
- Sánchez Ron, J. M. (2007). *El poder de la ciencia. Historia social, política y económica de la ciencia (siglos XIX y XX)*. Barcelona, España: Crítica.
- Shulman, L. S. (Febrero de 1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. Obtenido de [http://www.fisica.uniud.it/URDF/masterDidSciUD/materiali/pdf/Shulman\\_1986.pdf](http://www.fisica.uniud.it/URDF/masterDidSciUD/materiali/pdf/Shulman_1986.pdf)
- Sorensen, R. A. (1992). *Thought experiments*. New York: Oxford University Press.
- Soussan, G. (2003). *Enseñar las ciencias experimentales. Didáctica y formación*. (C. Iturra, Trad.) Santiago, Chile: Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe, UNESCO.
- Szabó Gendler, T. (2010). *Intuition, imagination and philosophical methodology*. United States: Oxford University Press.



Tedesco, J. C. (2009). Prioridad a la enseñanza de las ciencias: una decisión política. En M. (. Martín Gordillo, *Educación, ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid, España: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.

## 8. Cronograma