

## Una perspectiva de análisis epistemológico desde los niveles de interpretación de la materia

*A perspective of epistemological analysis from the levels of interpretation of matter*

**Guillermo Cutrera.**

Universidad Nacional de Mar del Plata

[guillecutrera@hotmail.com](mailto:guillecutrera@hotmail.com)

**Silvia Stipcich.**

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

[stipci@exa.unicen.edu.ar](mailto:stipci@exa.unicen.edu.ar)

### Resumen.

La didáctica de la química ha encontrado en la propuesta del triángulo de Johnstone, un soporte teórico para la investigación en la didáctica disciplinar.

Partiendo de una descripción del modelo citado y desde una perspectiva epistemológica, en este trabajo iniciamos una lectura de la relación epistémica entre los diferentes niveles de la propuesta de Johnstone. Con ello, pretendemos incursionar en un análisis que consideramos complementario de la lectura tradicional de este modelo y a partir del cual podamos iniciar ciertas reflexiones epistémicas en lo que refiere a la visión de la naturaleza de la ciencia que se transmite conjuntamente a la enseñanza de los contenidos disciplinares.

### Abstract

The teaching of chemistry found in the proposed triangle Johnstone, a theoretical support for research in the teaching discipline.

Based on a description of that model and from an epistemological perspective, this work began a reading of the epistemic relation between different levels of the proposed Johnstone. With this, we

intend to move into an analysis that considered complementary to the traditional reading of this model and from which we can initiate certain epistemic reflections when it comes to the vision of the nature of science that is transmitted together with the teaching of content disciplinary.

**Palabras clave / key words:** niveles de representación de la material, epistemología, didáctica da la química / levels of representation of matter, epistemology, didactics of chemistry.

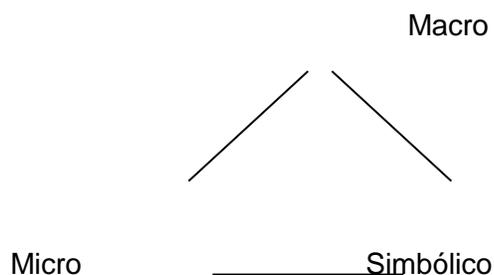
---

## Introducción

### Johnstone y los diferentes niveles de pensamiento.

La propuesta de Johnstone oscila permanentemente entre dos modelos: un primer modelo relacionado con el procesamiento de la información y un segundo modelo vinculado –utilizando sus propios términos- a la naturaleza de la química. Al referirse a este último –de ambos modelos, el que nos interesa en este trabajo-, Johnstone piensa el acceso a la naturaleza de la química a través de tres niveles representados como los extremos de un triángulo y haciendo corresponder a cada uno de sus extremos con un nivel de acceso a enseñanza-aprendizaje de la química: los niveles macro, micro y simbólico.

El nivel *macro* está representado por lo “tangible”, por aquello a lo cual accedemos por medio de nuestros sentidos. El nivel *micro* lo componen átomos, moléculas iones y las diferentes estructuras. El *representacional* o *simbólico* lo constituyen los símbolos, fórmulas, ecuaciones gráficos, formalización, etc. (Johnstne, 2000).

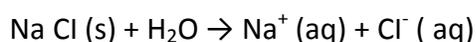


El manejo simultáneo y no explícito de los tres niveles requiere de un entrenamiento sólo compatible con el conocimiento del experto, pero alejado de las posibilidades del novato. En tal sentido, es interesante destacar la desconexión entre el conocimiento que los estudiantes generan para dar sentido al mundo que les rodea (un mundo de objetos “visibles” y personas) y el conocimiento científico, plagado de símbolos extraños y conceptos abstractos referidos a un mundo más imaginario que real (Johnstone, 1991)

Centrar la enseñanza de la ciencia escolar en la exigencia del manejo simultáneo de los tres niveles constituye, según Johnstone, un aspecto central sobre el cual debería reflexionarse al momento de analizar la complejidad subyacente a la enseñanza y aprendizaje de la disciplina. Intentar recorrer los tres niveles, exigiéndole al alumno una destreza sólo compatible con la del experto, es dejar al alumno anclado en el “extremo” representado por el nivel macroscópico. Por cierto que estas prácticas en la enseñanza de la química, descansan en el imaginario de la necesidad de que el aprendizaje de la disciplina supone manejar simultáneamente los tres niveles anteriores.

Recurriendo a una típica situación áulica, Johnstone ejemplifica el recorrido entre los tres niveles durante una explicación del docente:

“The macrophenomenon (tangible and visible) that salt dissolves in water is “explained” in terms of its existing in a regular lattice, being attracted to water molecules and being towed off into solution. This is then “shown” as:



Almost in one breath the teacher ranges across this diagram, but the pupil can be stranded at the “macro” corner. So much of teaching takes place *within* the triangle where levels interact in varying proportions and the teacher may be unaware of the demands being made on the pupils.” (Johnstone; 1991; p. 78).

El conjunto de recomendaciones anteriores están centradas en consideraciones sobre la enseñanza-aprendizaje de los contenidos de la química. Ahora bien, cualquier situación de enseñanza-aprendizaje

no sólo involucra contenidos disciplinares; además conlleva una visión acerca de lo qué es la ciencia. En otras palabras, un docente no sólo trasmite contenidos propios de la disciplina; también comunica una concepción acerca de cómo se construye y valida el conocimiento científico. Durante una explicación no sólo se desplaza entre los extremos del triángulo –sea consciente o inconscientemente-; además asume –explícita o implícitamente y consciente o inconscientemente- relaciones de naturaleza epistemológica entre los extremos del triángulo de Johnstone. Es nuestro propósito, en este trabajo, explicitar algunas de estas posibles relaciones. Por un lado centraremos la atención en la vinculación epistémica entre los niveles macro y micro; por otra parte, en la relación epistemológica entre los niveles simbólico y micro.

### **Una primera relación epistemológica.**

Problematizar el vínculo de naturaleza epistémica entre los niveles macro y micro del triángulo, implica preguntarnos acerca del status ontológico de las entidades que conforman el nivel micro; en otros términos, es interrogarnos sobre la relación entre las teorías científicas y el mundo real.

En el nivel micro de Johnstone, encontramos aquellas entidades que constituyen las teorías científicas. Driver (1986) nos propone considerar el ejemplo de un peine de plástico que al ser frotado con un trozo de tela, permite levantar pequeños trozos de papel. En este caso los eventos del “mundo real”, el mundo de las impresiones sensitivas (es decir, el mundo de los objetos y eventos que nosotros podemos señalar, tocar y ver), incluyen el frotar el peine y los pedacitos de papel levantándose. Una posible explicación del fenómeno dada en una clase de ciencia, podría involucrar conceptos tales como “campo eléctrico, e ideas como “distorsión en nubes de electrones”. La cuestión epistemológica que subyace a la relación entre estos dos niveles (microscópico y macroscópico), es si estas entidades -electrones, campos eléctricos, etc.- son construcciones humanas o reproducen entidades existentes en el mundo real. Por cierto que cualquier posición que se adopte al respecto, supone dar cuenta de la relación ontológica teoría científica-mundo real que por cierto, conlleva consecuencias sobre qué visión se adopta en lo referente al progreso científico y con respecto a la naturaleza misma de la verdad científica.

En términos generales, dos visones contrastan en tanto “soluciones” a esta problemática: instrumentalismo y realismo. El realismo, en cuanto posición epistémica, postula la existencia de una relación directa entre las estructuras teóricas, constitutivas del conocimiento científico, y el mundo real. Desde esta perspectiva, las teorías científicas sucesivas se constituyen en descripciones con un creciente nivel de aproximación a la realidad. La ciencia, entonces, procura una descripción verdadera del mundo y una explicación verdadera de los fenómenos. Popper, ejemplifica esta posición cuando caracteriza al progreso científico en términos de una convergencia asintótica a la verdad a través de explicaciones satisfactorias a explicaciones más satisfactorias.

De su parte, el instrumentalismo introduce una clara distinción entre aquellas estructuras conceptuales utilizadas en la elaboración de enunciados observacionales (afirmaciones sobre las que, en principio, se asume podemos obtener conocimiento confiable) y aquellas estructuras conceptuales que constituyen las teorías científicas. El objetivo de la actividad científica es construir teorías que permitan la descripción y predicción de los fenómenos. Si recordamos la clásica distinción filosófica entre términos teóricos-términos observacionales diremos entonces que las descripciones y explicaciones del mundo en términos de entidades observables se corresponden con la realidad, mientras que aquellas formuladas en términos de conceptos teóricos no lo hacen. En otros términos, las teorías científicas son ficciones que nos permiten la descripción y predicción de fenómenos pero no describen la realidad. O bien, la ciencia no provee una forma de entender el mundo tal como realmente es; ofrece explicaciones “aceptables” basadas en conceptos contruídos. El empleo de una teoría científica se justifica en tanto permita resolver aquél problema para el que fue utilizada (aun cuando las entidades empleadas a tal efecto sean ficticias). Para los instrumentalistas, la noción de “verdad” es sustituida por la noción de “utilidad”.

En el ámbito de la enseñanza de las ciencias, la metáfora “conocimiento científico-mapa”, descansa en el supuesto que el conocimiento científico *no es* la realidad, sino una *guía hacia* la realidad (véase, por ejemplo Claxton, 1994; Ziman 1981, especialmente el apartado 4.2). Bauer (1992) ayuda a ejemplificar la metáfora como sigue. Los mapas, sostiene Bauer, contienen más información que aquélla utilizada para realizarlos y frecuentemente esa información adicional permite extrapolar el conocimiento disponible: si uno puede llegar de A a B sin cruzar el río, y si uno puede, caminando hacia el norte, llegar de E a F sin cruzar un río entonces, nos dice Bauer, muy probablemente uno puede tomar una ruta interna C a D,

norte de A a B y al sur de E a F, también, sin cruzar el río. En términos disciplinares, Bauer completa la metáfora afirmando que el punto fusión y el punto de ebullición de  $C_2H_5OH$  será muy probablemente intermedio entre aquéllos del  $CH_3OH$  y del  $C_3H_7OH$ .

Por otra parte, Fourez (1994) nos dice:

“[...] Los mapas aportan una “objetividad” en el sentido de que, *cuando sabemos servirnos de ellos*, nos permiten comunicar conocimientos sobre el terreno. Lo mismo ocurre con los modelos científicos. Lo que les proporciona su “objetividad”, es decir, su posibilidad de servir como “objeto”, en esa comunidad humana es la posibilidad de *utilizarlos* dentro de una *comunidad científica que conoce su forma de utilizarlos*” (p.49)

Obsérvese el empleo del término “objetividad”, tal como se explicita en la cita, y la idea misma de la teoría científica entendida en términos de “utilidad”. Independientemente de las ventajas y desventajas de una presentación de la naturaleza de la ciencia en estos términos, procuramos destacar el sesgo instrumentalista que descansa bajo determinadas lecturas de la relación entre los niveles macroscópico y microscópico. Con esto queremos enfatizar en la necesidad de que, a favor de una coherencia en la práctica docente, éste transmita una visión de la naturaleza de la actividad científica pertinente con esta perspectiva epistémica.

La visión instrumentalista impregna además, la filosofía constructivista en sus versiones radical y social. Las notas mínimas de una posición epistemológicamente constructivista, son enunciadas por von Glasersfeld cuando afirma que:

“El conocimiento no se recibe pasivamente, ni a través de los sentidos, ni por medio de la comunicación, sino que es construido activamente por el sujeto cognoscente” (1996, p. 25).

Es interesante recordar aquí, la aclaración del mismo von Glasersfeld (1985) cuando nos recuerda que circunscribir el “núcleo duro” constructivista a afirmar que el conocimiento se construye es una

trivialidad, a menos que se tome postura respecto de si esa construcción nos informa algo o no sobre el mundo. Siguiendo nuestro análisis, esta “postura” supone la exigencia de “desplegar” la relación epistemológica entre los niveles macro y micro desde los cuales puede ser presentada la química. Desde su constructivismo radical, von Glasersfeld, amplía las tesis constructivistas al afirmar que:

“la función de la cognición es adaptativa y sirve a la organización del mundo experiencial del sujeto, no al descubrimiento de una realidad ontológica objetiva” (1996, p. 25).

La función del conocimiento, nos dice von Glasersfeld es adaptativa; el conocimiento tiende al ajuste o la viabilidad. En términos de von Glasersfeld, entonces, un conocimiento es viable, esto es, se ajusta a las circunstancias, pero no es verdadero. Con relación a esto último, von Glasersfeld sostiene que el conocimiento no describe la realidad ontológica, lo que no supone la negación de la realidad ontológica sino que:

“[...] meramente le niega al experimentador humano la posibilidad de obtener una verdadera representación de ella” (1996, p. 29).

Si bien el conocimiento organiza la experiencia del sujeto, no se dirige a capturar el mundo:

“El constructivismo radical es desvergonzadamente instrumentalista (en el sentido filosófico del término) y esto debe ofender a los defensores del aforismo “La Verdad por la Verdad mismo” [...] la función de la actividad cognitiva es adaptativa. [...] Para el constructivista, cuyo interés se concentra exclusivamente en el dominio cognitivo en el cual no hay acceso a un ambiente externo, la viabilidad y la adecuación son siempre relativos al mundo experiencial del sujeto cognoscente” (Glasersfeld, 1996, p. 4).

Retomando el triángulo de Johnstone y considerando la relación epistémica entre los niveles macro y micro, cabría preguntarnos entonces si el docente, además de desplazarse conceptualmente entre ambos niveles de aproximación a la disciplina, acompaña a esta presentación con una perspectiva

realista o instrumentalista sobre el conocimiento científico. Por otra parte, repárese que la prédica de una autocalificación de *constructivista* se ha transformado en un lugar común entre los docentes. Sin embargo, una práctica constructivista –al menos en el plano que nos interesa, el filosófico, requiere, desde lo epistémico, del compromiso con ciertos supuestos en cuanto a la naturaleza de la actividad científica, que no siempre coinciden con aquéllos que los docentes presenta en sus prácticas áulicas.

Mostramos cómo Johnstone exponía las dificultades que conlleva un aprendizaje de la química que involucre, simultáneamente para un novato, los niveles macro y micro. Una lectura epistemológica naive de la relación entre los mismos niveles suma, a los riesgos anteriores, el riesgo de transmitir una visión de la actividad científica que, en tanto no reflexiva, se pronuncie a favor de un realismo ingenuo -quizás la visión más difundida entre docentes y alumnos- o con una concepción instrumentalista cuyos alcances epistémicos, en tanto desconocidos, la trivialicen al empleo sólo declarativo y difuso del término “modelo”; o bien, hacer referencia a “modelos científicos” desconociendo el contexto epistémico y con ello, los compromisos filosóficos que acompañan su empleo.

### **Una segunda relación epistemológica.**

En la caracterización de los niveles micro y simbólico, Johnstone inscribe en el nivel primero de ellos a entidades como átomos, moléculas, iones y sus diferentes estructuras. Al nivel *representacional* o *simbólico*, sostiene Johnstone, lo constituyen los símbolos, fórmulas, ecuaciones, gráficos, formalización, etc. Dependiendo de la perspectiva epistémica asumida cabrían al menos dos posibilidades extremas, en tanto posibles interpretaciones para las relaciones entre ambos niveles.

Una primera (y posible) interpretación asumiría que las entidades presentadas por el nivel micro *re-presentarían* (en el sentido estricto y fuerte de este término) la realidad. Planteado en estos términos, los niveles micro y simbólico se instituirían en instancias diferentes de representación de la realidad: el nivel microscópico *re-presentaría* la realidad; el nivel simbólico estaría constituido por entidades que no guardan una relación de isomorfismo con la realidad física (recuérdese que en este nivel Johnstone ubica el aparato formal que es utilizado por la química; incluiríamos también este nivel las ecuaciones

químicas en cuanto formas de representación simbólicas). En su caracterización del nivel micro, además, Johnstone incluye el modelo particulado de la materia. En tal sentido, mencionamos aquí numerosos trabajos en el marco de una línea anglosajona de investigación en didáctica de la química (“pensamiento conceptual vs. resolución de problemas”, una línea de producción por demás fecunda), basada en el interjuego de estos tres niveles y desde la cual se asume, en el plano epistemológico, una posición bien definida al considerar al nivel micro según esta primera línea interpretativa.

Una segunda interpretación para la relación entre los niveles micro y simbólico, consistiría en debilitar la noción de *re-presentación* pretendida en la posición anterior, afirmando que el empleo del modelo particulado es una forma de lenguaje, entre otras tantas formas utilizadas para la interpretación de fenómenos macroscópicos. Planteado así, y en tanto variante del lenguaje, el nivel microscópico respetaría una característica inherente a todo lenguaje: su convencionalismo. La representación de la que se sirve el nivel microscópico a través del modelo particulado, no tendría (en esta segunda perspectiva) un status preferencial como aquél proveniente de asumir su isomorfismo con la realidad. Tal representación sería una más entre diferentes modos de denotación de la realidad utilizados en el nivel simbólico. La representación de un fenómeno supone del empleo de códigos y con ello de convenciones: consensuamos determinada manera que permite representar un fenómeno y esto último es posible en la medida en que llegamos a un conocimiento y a una serie de códigos compartidos; por lo tanto, el nivel microscópico es considerado en una relación de inclusión respecto del nivel simbólico. Analicemos con más detalle los alcances de esta segunda interpretación para la relación entre estos dos niveles.

Si extremamos esta última interpretación, diríamos que la ciencia es una forma de hablar de determinados aspectos del mundo según un patrón temático consensuado. Tal consenso supone que el cuerpo general de conocimiento científico debe consistir en hechos y principios firmemente establecidos y aceptados fuera de toda duda seria por una mayoría contundente de científicos competentes y bien informados. Pero afirmar que la ciencia es una forma de hablar de determinados aspectos del mundo, deja abierta la posibilidad de interrogarnos acerca del status que esta forma de hablar sobre el mundo posee sobre otras posibles maneras de hacerlo. Lemke (1997) responde a esta cuestión en los siguientes términos:

“A pesar de todo, ¿qué es una teoría científica? Es una forma de hablar acerca de una materia particular utilizando un patrón temático. Eso no la convierte en una descripción de la forma en que el mundo es en realidad. Los científicos, y creo que también los profesores de ciencias pueden ser <<agnósticos>> acerca del asunto de si en última instancia existe una única forma en que el mundo es. Probablemente existen muchas formas en que el mundo <<es>> es decir, muchas formas en las que construimos significados acerca de él, muchas formas en las cuales puede tener significado para nosotros como seres humanos y como miembros de diferentes comunidades en diversos momentos de la historia.” (p. 139)

Si atendemos al empleo que el autor realiza del verbo “ser”, la cita anterior anticipa que no existiría entonces una única manera de significar la realidad: el mundo es dependiendo de las significaciones que construimos de él -significaciones expresadas a través de los patrones temáticos disciplinarios-. Avanzando más, podría afirmarse que el discurso científico no posee estatus preferencial alguno con relación a otras formas de hablar sobre el mundo; la ciencia no constituye una forma privilegiada de dar cuenta de la realidad y en particular, tampoco lo es respecto del sentido común. Adviértase que estas consideraciones inscriben, finalmente, a esta forma de interpretación entre los niveles simbólico y micro, en la línea del *Strong Program* de Barnes y Bloor desde el cual se postula una fuerte oposición al reduccionismo de la actividad científica a un mundo interno de la producción del conocimiento limitado a factores epistémicos o metodológicos. Aboga, en cambio, por proponer un análisis que resulta finalmente reduccionista, aunque en sentido inverso. En efecto, al circunscribir la práctica científica al consenso entre pares, torna indistinguibles los límites de distinción de esta práctica con otras.

Desde esta posición los científicos, entonces, no deciden por lo que el mundo les informa; deciden en tanto han acordado, consensuado, cuestionado y criticado. A diferencia de la interpretación anterior para la relación en entre los niveles micro y simbólico, en esta segunda interpretación no hay vestigio alguno de realismo: el conocimiento no es promovido ni cuestionado por nada externo al sistema discursivo compartido por los científicos. Es una visión relativista: el conocimiento se produce sobre la base de acuerdos consensuado. En este contexto epistemológico, se redefine el significado de “hecho científico”: un “hecho científico” no es un evento natural, repetible y uniforme sino el producto de la

negociación entre fuerzas sociales. En este contexto, lo que se entienda por “hecho” será independiente de la legitimación teórica.

Según una interpretación como aquélla que asume a las entidades utilizadas en el nivel micro como entidades que *re-presentan* (en el sentido estricto) la realidad, se instituirían a los hechos científicos como la autoridad para finalizar con posibles controversias. Es contra esta visión de fuerte sesgo realista, que se eleva la concepción a la que hemos arribado partiendo de nuestra segunda interpretación acerca de la relación entre ambos niveles: las disputas sobre el conocimiento científico no encuentran un árbitro final en la objetividad de los “hechos” y la autoridad que dirime controversias científicas vuelca su origen a lo social: se trata de una autoridad construída socialmente.

Por lo tanto, una interpretación de la relación entre los niveles simbólico y microscópico en términos de la primera de las opciones presentadas, sería consistente con la perspectiva que Barnes (1985) denominara “explicación contemplativa” o la perspectiva a la que Olivé (1985) refiere en términos de “concepción tradicional”. En términos generales, esta visión ampliamente difundida sobre el conocimiento caracteriza al conocimiento científico como producto de un acto contemplativo y desinteresado, reservándole lugar de privilegio a las ciencias naturales y las matemáticas –ejemplares típicos de este conocimiento-. Este conjunto de notas distintivas, que caracterizan esta visión sobre el conocimiento científico, son complementadas con una naturaleza correspondentista de la verdad. En cuanto a la noción misma de “verdad científica”, también encontraremos diferencias entre ambas perspectivas.

Caracterizar a la primera de las interpretaciones presentadas entre los niveles micro y simbólico, enfatizando el carácter de re-presentación de la realidad, conlleva un fuerte acercamiento a una estructura de la verdad entendida como adecuación entre pensamiento y realidad –un pensamiento que *vuelve a presentar* la realidad-. Esta concepción de la verdad es inseparable de la demostración, la corroboración y la experimentación, En efecto, porque si una proposición es verdadera se lo puede demostrar por medio de argumentos que confirme su verdad; porque si una proposición verdadera es susceptible de ser verificada y porque la contrastación con la experiencia (experimentación) es prueba satisfactoria para reafirmar la verdad. Obsérvese, entonces, que en el ámbito educativo y desde esta perspectiva, el experimento de laboratorio cumple la función de instanciar en los requisitos de demostración y corroboración. Esta conceptualización de la verdad guarda estrecha relación con la de

“hecho científico” (ya indicada para esta interpretación) y se instituyen como notas distintivas de una visión del conocimiento científico presente en el imaginario docente.

Posicionarnos en la línea de nuestra segunda interpretación de las relaciones entre ambos niveles de Johnstone, nos conduce a una concepción particularmente diferente sobre la estructura de la verdad. La atención, ahora, se desplaza al contenido de los enunciados científicos y, en consecuencia, la naturaleza deja de ser la única proveedora de verdades y enunciados científicos. El relativismo se abre paso ante el realismo de la concepción tradicional y la objetividad es algo social, como puede serlo la moral: es el mismo orden de obligaciones quien nos hace decir que “esto es verdadero y esto es falso” o que “esto es justo y esto otro, injusto”. Ese orden de obligaciones tiene origen social y sólo vale para un contexto social e histórico determinado. Recordando lo comentado en el apartado anterior, y en el contexto de una enseñanza de las ciencias centrada en el diálogo producido entre los estudiantes, el rol del docente es proponer, siguiendo a Lemke (*op. cit.*), patrones semánticos a través de la interacción del diálogo con el alumno. En otras palabras, el trabajo de los docentes es, básicamente, lograr el consenso alumno-profesor negociando el significado conceptual-científico en la relación con los alumnos:

“De esta manera el discurso científico escolar se transforma en una producción colectiva en la que el maestro generalmente tiene que negociar estructura y contenido con los alumnos” (Candela, 1997, p. 213).

En una visión donde la ciencia no constituye una forma privilegiada de hablar sobre el mundo y, en particular, tampoco lo es respecto del sentido común, resulta que no hay lugar alguno para el cambio conceptual. El relativismo discursivo es tan fuerte que no existe razón alguna para suponer que un alumno considere que el sentido común es de menor estatus que el científico (recuérdese, aquí, lo comentado en el ítem anterior de este mismo apartado acerca de la *verdad especial* del discurso científico). El alumno se “mueve” de un dominio discursivo a otro, de un contexto a otro, lo que no supone que, como docentes, pretendamos que abandone sus creencias cotidianas. No hay cambio conceptual; hay cambio de contextos:

“Es sabido que los partidarios de que el conocimiento se gesta en escenarios socioculturales rechazan, de forma más o menos manifiesta, la idea de que existan representaciones individuales. No se puede desligar la representación, dicen, del entramado de relaciones interpersonales del que surge, ni del significado cultural y compartido que todos prestan al contenido de la actividad, de la situación o de la tarea que constituye su referente inmediato.” (Rodrigo, 1997, pp. 181-82)

### **Consideraciones finales.**

El triángulo de Johnstone, resulta atravesado por posibles perspectivas de interpretación con sesgo realista e instrumentalista, perspectivas éstas que relacionan desde miradas diferentes, los niveles en cuestión. Eso último introduce como variable la demanda de una coherencia epistémica entre niveles. Esto es, trabajar con los niveles microscópico, macroscópico y simbólico desde una perspectiva realista o desde una visión instrumentalista y, en tal caso, son estas decisiones las que permitirán asumir cuestiones tales como, por ejemplo, la subsunción de un nivel en otro. No se trata de postular esta instancia de análisis epistemológico como excluyente para la toma de decisiones de la práctica docente; sí deseamos advertir sobre la importancia de su consideración como elemento importante de análisis al momento de reflexionar sobre la práctica docente.

Según hemos indicado más arriba, para cada una de las revisiones epistemológicas del triángulo de Johnstone presentamos dos posibles interpretaciones. Al hacerlo, no pretendemos que estas elucidaciones sean consideradas únicas; por cierto que las variantes dentro de las perspectivas realista e instrumentalista en filosofía de las ciencias, rápidamente se encargarían de anunciar este error. Ahora bien, y realizada esta salvedad, las dos primeras formas de presentación para relación entre los niveles macro y micro por un lado, y micro y simbólico por el otro, podrían ser identificadas con visiones que han sido caracterizadas como propias del sentido común de los profesionales docentes. Las formas de presentación restantes, nos posicionarían en una perspectiva alejada del sentido común pero, encolumnada con ciertas perspectivas del constructivismo filosófico.

En el marco de una re-definición del problema teoría-práctica educativas desde una perspectiva crítica (Apple, 1996; Carr, 1996), consideramos que una investigación científica debería tener como misión

primordial la de “emancipar” al docente de la subordinación al hábito y a la tradición, proporcionándole destrezas y recursos que le permitan reflexionar acerca de su propia práctica, más allá que esto implique la denuncia de prácticas educativas consideradas, históricamente, “evidentes” e “indiscutibles”. A esta intención suscribe el presente trabajo, procurando una elucidación de supuestos epistémicos bajo un discurso capaz de generar una adhesión casi inmediata en su lectura. En términos de Freire, se trata de convertirse en una especie de “peregrino de lo obvio” (Freire e Illich, 2002). Desde este trabajo, y continuando con Freire, recuperamos la importancia de la concientización. Esto supone tener *conciencia de y*, con ello, un proceso de auto-reflexión por el cual se da el pasaje de un tipo de conciencia a otra, de la conciencia ingenua a la conciencia crítica. La primera, una conciencia ingenua, simplista o mágica en la interpretación del mundo y sus problemas; la segunda, una conciencia que profundiza en la explicación de los problemas (Freire, 2002). Desde la especificidad de este trabajo, el análisis crítico de lo obvio supone y demanda la necesidad de una formación epistemológica en la formación docente. Utilizando palabras de Osborne (1996), *la epistemología sí importa* y una formación científica que omita la discusión de aspectos epistémicos equivale “*a darle a un docente un martillo sin clavos*”.

## Bibliografía.

- Abimbola, I. O.: “The Problem of Terminology in The Study of Student’ Conceptions in Science” en *Science Education* 72(2): 175-184. (1988).
- Apple, M.: “La política de conocimiento oficial: ¿Tiene sentido un *curriculum* nacional?”, en Apple, M.: *Política cultural y educación*,: Ediciones Morata, Madrid. p. 47/68. (1996)
- Barnes, B.: “El problema del conocimiento”, en Olivé, L. (comp.): “La explicación social del conocimiento”. Traducciones: Adriana Sandoval. Universidad Nacional Autónoma de México. (1985)
- Bauer, H. H.: “Scientific Literacy and the Myth of the Scientific Method”; University of Illinois Press. Urbana and Chicago. (1992)
- Candela, A.: “El discurso argumentativo de la ciencia en el aula”, en *Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências (Anais)*, Facultad de Educacao da UFMG. Belo Horizonte. (1997)
- Carr, W.: “Una teoría para la educación”; Ediciones Morata, Madrid. pp. 64/76 ; pp. 51/63. (1996 )
- Chalmers, F. A.: “¿Qué es esa cosa llamada ciencia?”, Siglo XXI Editores 5ta. Edición. Título original “¿What is this thing called science?”. Traducción al castellano de Eulalia Pérez Sedeño y Pilar López Mañez. (1987)

Claxton, G.: "Educar mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela"; Ed. Visor; 4ta. Edición. Título original: "Educating the inquiring Mind". Traducción Genís Sánchez Barberán. (1994).

Dirección General de Cultura y Educación. Consejo General de Cultura y Educación. Provincia de Buenos Aires. Documento Curricular B1 (1996).

Dirección General de Cultura y Educación. Programa Identidad Conocimiento y Convivencia. Proyecto fortalecimiento de la Gestión Curricular del Plan Provincial de Formación Continua Docente (2000), 4458/00

Driver, R., Beverley, B.: "Students' thinking and the learning of science: a constructivist view" en *School Science Review*, Marzo, pp: 443-456. (1986).

Freire, P. (2002): "Pedagogía del oprimido". Siglo XXI. Traducción de Jorge Mellado.

Freire, P Illich, I.: "La educación. Autocrítica de Paulo Freire-Iván Illich". Galerna-Búsqueda de Ayllu. Buenos Aires. (2002)

Fourez, G.: "La construcción del conocimiento científico. Filosofía y ética de la ciencia". Narcea. Madrid (1994). Título original: "La construction des sciences". Traducción por Aguilar y otros.

Furió, C. J.: "Las concepciones alternativa de l alumnado en ciencias dos décadas de investigación. Resultados y tendencias" en *Alsbique No 7* (1996).

Hodson, D: "Science –the pursuit of truth? Part 1" en *School Science Review*, June 1982a, pp.643-651

Hodson, D: "Science –the pursuit of truth? Part 2" *School Science Review*, Septiembre 1982b, pp 23-29

Johnstone, A. H. & El-Banna, H.: "Understanding Learning Difficulties -a predictive model-" en *Studies in Higher Education*, Volme 14, No. 2, pp. 159-168, 1989.

Johnstone, A. H.: "Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem" en *Journal of Computer Assisted Learning* (1991) 7, 75-83.

Johnstone, A. H.: "The nature of chemistry" in *Education in chemistry*, pp. 45-47. March 1999.

Johnstone, A. H.: "Teaching of chemistry - logical or psychological?" en *Chemistry Education: research and practice in europe*, (2000), Vol. 1, No. 1, pp. 9-15

Klimobsky, G.: "Las desventuras del conocimiento científico. Una introducción a la epistemología"; AZ-Editora, 3ra. Edición. (1997)

Lemke, J. L: "Aprender a hablar ciencia". Barcelona: Paidós. (1997). Versión original: (1993) "Talking science: language, learning and values". Norwood: Albex Publishing Corporation.

Olivé, L.(comp.): "La explicación social del conocimiento". Traducciones: Adriana Sandoval. Universidad Nacional Autónoma de México. (1985)

Osborne, J. F (1996): "Beyond Constructivism". *Science Education*. 80 (1), 53-82.

Popper, K.: "La verdad, la racionalidad y el desarrollo del conocimiento científico" en "El desarrollo del conocimiento científico. Conjeturas y refutaciones". Paidós (1965). Título del original: "Conjectures and refutations. The Growth of Scientific Knowledge". Routledge and Kegan Paul, Londres. Verdon castellana de Néstor Míguez.

Pozo, J. I.: "Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van....y mientras tanto qué hacemos con ellas", en "Las ideas del alumnado en ciencias". Alambique No. 7. (1996)

Pozo, J. I. y Crespo, M. A.: "¿Qué es lo que hace difícil la comprensión de la ciencia? Algunas explicaciones y propuestas para la enseñanza", en Luis del Carmen (comp): "La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria". Horsori Ed. (1997)

Rodrigo, Ma. J.: "Del escenario sociocultural al constructivismo episódico: un viaje al conocimiento escolar de la mano de las teorías implícitas", en Rodrigo, Ma. J. y Arnay, J. (comp.): "La construcción le conocimiento escolar". Paidós (1997).

von Glasersfled, E. (1985): "Reconstructing the concept of knowledge", en Archives de Psychologie, 53, 91-1001.

von Glasersfled, E.: "Aspectos del constructivismo radical", en Pakman, M. (comp.): "Construcciones de la experiencia humana", Vol. 1. Gedisa. (1996).

Ziman J.: "La credibilidad de la ciencia"; Alianza Editorial. Madrid. Título original: "Reliable Knowledge.- An exploration of the grounds for belief in science", Cambridge University Prees.. Traducción al castellano por Eulalia Pérez Sedeño. (1981)