

La educación en ciencias desde la perspectiva epistemológica de Stephen Toulmin



Berta Lucila Henao S¹, María Silvia Stipcich², Marco Antonio Moreira³

¹Facultad de Educación, Universidad de Antioquia. Colombia.

²Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. UNICEN. Argentina.

³Instituto de Física. Universidad Federal de Rio Grande do Sul; Brasil.

E-mail: Berta.lucila@gmail.com

(Recibido el 16 de Septiembre de 2010; aceptado el 1 de Diciembre de 2010)

Resumen

Presentamos aportes del epistemólogo Stephen Toulmin al campo de Educación en Ciencias. Centramos el escrito en tres cuestiones que desde nuestro punto de vista constituyen parte central del trabajo de este filósofo y las analizamos en relación con sus implicaciones para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. El primer asunto alude a las explicaciones científicas y sus relaciones, tanto con modelos y conceptos como con las preguntas y problemas a los que éstos intentan responder; el segundo, se refiere al papel de la racionabilidad en la dinámica de las disciplinas científicas; y, el tercero, tiene que ver con el concepto enculturación científica, como nodo que articula las anteriores cuestiones en una propuesta que aboga por una formación en las ciencias desde una perspectiva humanista, crítica y propositiva a la que le es inherente un trabajo en la construcción de flexibilidad intelectual; una propuesta objeto de investigación y desde la cual planteamos algunas ampliaciones para la enseñanza de las ciencias.

Palabras clave: Ecología representacional, Racionabilidad, Modelo argumental de Toulmin, Sustancia.

Abstract

Contributions of the philosopher of science Stephen Toulmin to the field of science education are presented. The paper focuses on three issues that from our point of view are central part of the work of this philosopher and analyses them in relation to their implications for teaching and learning of science. The first case refers to scientific explanations and their relations, both as models and concepts with questions and problems they seek to answer, the second concerns the role of ratability in the dynamics of scientific disciplines, and the third has to do with the concept of scientific enculturation, as a node that articulates the above questions in a proposal that calls for training in science from a humanistic perspective, critical and purposeful, which is inherent in the construction of intellectual flexibility; a proposal under investigation and from which we propose some extensions to the teaching of science.

Keywords: Representational ecology, ratability, Toulmin's argumental model, substance.

PACS: 01.40.gb, 01.40.-d,

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN: LA PERSPECTIVA EPIS-TEMOLÓGICA DE STEPHEN TOULMIN

En concordancia con posturas epistemológicas contemporáneas¹ que toman distancia de postulados positivistas y reconocen a las disciplinas científicas su carácter sociocultural, Toulmin [1], centra sus análisis en la ecología intelectual como concepto que alude al conjunto de elementos y factores que aunque diversos y cambiantes, dan identidad a una disciplina y a los científicos que trabajan en aras del mejoramiento del poder explicativo de los conceptos que comparten en el marco de una cultura disciplinar.

Para este epistemólogo, un análisis sobre el conocimiento y su construcción, pasa por la interpretación

de lo que son los conceptos y, al respecto toma postura frente al tema que ocupa sus pretensiones explicativas: la comprensión humana; contexto en el cual rechaza la noción de concepto en la que se alude a éste en términos de cálculos formales o aquella que remite a nombres de clases empíricas de objetos; opta por relacionarlos con prácticas explicativas y con las técnicas de representación que hacen parte de dichas prácticas.

Como mostramos en la Fig. 1, Toulmin [1], reconoce la complejidad de los conceptos científicos y priorizando su carácter cultural, alude a la necesidad de distinguir en ellos tres aspectos:² a) el lenguaje, referido a los términos relacionados con conceptos y con leyes o principios; b) las

¹ Por ejemplo: [2, 3, 4,5, 6 y 7, entre otros]

² La estructura triádica que propone Toulmin en [1] permite aludir a los *conceptos* como sistemas explicativos. En sus primeras reflexiones epistemológicas más que a conceptos, alude a *modelos explicativos*; esto es, a lo que podríamos denominar los *modelos teóricos* aceptados en las distintas disciplinas.

técnicas de representación: formalismos matemáticos, gráficas o diagramas, árboles taxonómicos y clasificaciones, elaboración de programas de computador, entre otros; y c) los procedimientos de aplicación de la ciencia, relacionados con la necesidad de disponer de ocasiones empíricas o modos de aplicación para dar uso explicativo a los elementos anteriores.

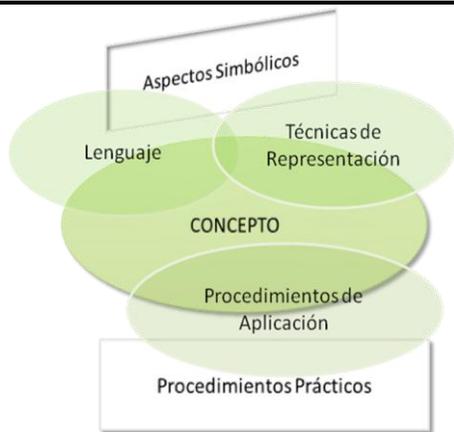


FIGURA 1. Complejidad de los conceptos científicos.

Con el reconocimiento al carácter público y cultural de los conceptos, el epistemólogo se aparta de quienes, como los positivistas, consideran que la tarea de los científicos es descubrir lo que sucede de hecho en el mundo, así como de quienes aluden a que dicha tarea consiste en reordenar y mejorar los formalismos para hablar acerca de los fenómenos. Reclama un lugar prioritario para los lenguajes en la construcción de conocimientos.

Desde su punto de vista, compete a los científicos construir mejores representaciones, nomenclaturas y procedimientos explicativos, con el fin de dar cuenta de los aspectos importantes de la naturaleza³ y discernir en qué condiciones y con qué grado de pertinencia la representación resultante puede servir como una explicación [1] Discernimiento que para el autor, está relacionado con la razonabilidad como factor importante en la dinámica que caracteriza las culturas científicas.

Más allá de esquemas referidos a asuntos de verdad y falsedad, o a las clasificaciones lógicas –universal o particular–, desde la perspectiva toulminiana, la alusión a si una proposición es verdadera, da paso a formular una pregunta por el grado de generalidad en el cual es aplicable un concepto y en qué condiciones es válido o sirve a los fines explicativos para los que fue introducido; así mismo, respecto a las pretensiones de universalidad, la invitación es a pensar en las condiciones o situaciones en las cuales es aplicable un procedimiento o una técnica explicativa.

³ Aunque no problematiza explícitamente el concepto *naturaleza*, Toulmin acoge para éste un significado no determinista y se aleja del que se refiere a una realidad externa o dada. Como veremos, admite la posibilidad de construcción de realidades científicas.

Las consideraciones acerca de los conceptos, tienen profundas relaciones con lo que para este filósofo son las disciplinas científicas. Como lo anotamos, sus análisis epistemológicos muestran que la construcción de conocimiento como evento cultural, implica un entramado de relaciones al que denomina ecología intelectual; red en la que además de las poblaciones conceptuales se destacan elementos y factores que le dan identidad, al tiempo que impulsan cambios.

El autor reconoce para las actividades y procesos científicos un carácter dual de continuidad-cambio, relacionado con procesos de variación y perpetuación selectiva. Al respecto, coherente con lo que denomina teoría poblacional evolutiva, Toulmin en [1], dice que:

(...) en toda disciplina viva siempre hay novedades intelectuales, pero sólo algunas de ellas conquistan un lugar en la disciplina y son transmitidas a las generaciones siguientes, de tal modo que la continua emergencia de innovaciones se equilibra con una selección crítica, lo que explica la estabilidad y la transformación (p. 150).

Desde esta visión se plantea la existencia de foros de competencia, donde las novedades puedan sobrevivir y mostrar sus méritos y donde éstas son criticadas y escudriñadas con severidad para mantener la coherencia de la disciplina, de modo que la acreditación de una variante conceptual exige comprender tanto los problemas que la variante debe abordar, como los conceptos coexistentes para tal fin. El patrón general de desarrollo es el de la innovación y la selección; por ende, competencia, méritos, exigencia y éxito son aspectos inherentes al proceso histórico de cada disciplina intelectual.

En esta perspectiva, los conceptos y los sistemas conceptuales son productos transitorios de las ciencias en su desarrollo histórico; ellos varían y lo pueden hacer en forma drástica; sin embargo, es posible detectar la unidad y la continuidad de la ciencia como un aspecto que se ve reflejado en relaciones sustantivas que abarcan la sucesión de ideas en desarrollo; de tal manera que las fases posteriores de una ciencia se ven como sucesoras legítimas de las anteriores.

El autor invita a dirigir la mirada a las genealogías institucionales o a los grupos de investigación y a la forma cómo estas genealogías vinculan modelos explicativos de las fases anteriores a las posteriores; y al respecto llama a reconocer que a los criterios de unidad, coherencia y continuidad les subyacen las preocupaciones intelectuales que a modo de elementos de continuidad y no de invariantes, dan cuenta de tales criterios.

En otras palabras, para Toulmin la continuidad debe buscarse en los problemas intelectuales con los que se enfrentan sucesivas generaciones de profesionales de una disciplina y, en tal sentido, afirma que:

La secuencia de teorías, modelos y conceptos debe su legitimidad al hecho de haber resuelto problemas para los que los modelos y conceptos anteriores eran inadecuados (...) [en esta misma línea de reflexiones, agrega]

La tarea de la ciencia consiste en mejorar nuestras ideas sobre el mundo, identificando ámbitos de problemas en los que puede hacerse algo para disminuir el abismo entre las posiciones de nuestros conceptos corrientes y nuestros ideales intelectuales razonables [1, pp. 159-160].

De este modo, se ligán los problemas intelectuales y los ideales explicativos como elementos que dan continuidad e identidad a una determina ecología intelectual. En este marco, emerge el concepto de racionalidad y cobra significado en términos de que la calidad del juicio racional de un científico no se relaciona con su adhesión a un método sino con su sensibilidad a las diferencias en los requisitos de los problemas; es decir, en términos de lo razonable, de razonabilidad.

Al respecto plantea que los conceptos científicos son transmitidos, legados y aprendidos en los procesos por los cuales una disciplina se mantiene más allá del lapso de vida de quienes los proponen y que los conceptos colectivos forman una transmisión que puede pasar de una generación de investigadores a otra en procesos de evolución que implican el mejoramiento de los procedimientos explicativos, de cambios que están en estrecha relación con la posibilidad de criticar y modificar las explicaciones vigentes en una ciencia.

En relación con estas cuestiones se pregunta cómo puede alguien mostrar que se ha culturizado en los procedimientos científicos, que ha hecho suyos los valores intelectuales, que puede aplicar los conceptos críticamente y sugerir cambios importantes en ellos y en la disciplina [1]. En relación con este cuestionamiento, el autor propone la flexibilidad intelectual o razonabilidad⁴ como elemento constituyente del legado cultural que reciben los científicos en su proceso de formación.

En lo anterior resaltamos que desde una perspectiva humanista, Toulmin reconoce el carácter plural y cultural de las ciencias. Este reconocimiento tiene que ver con los análisis del filósofo sobre los aspectos simbólicos o representacionales de las explicaciones científicas; así como, con el énfasis que asigna al carácter contingente y no universal de la razonabilidad como factor de cambio en las disciplinas. Por su valor e implicaciones para la educación en ciencias, en lo que sigue profundizamos en los aportes toulminianos sobre dichas cuestiones.

II. LAS REPRESENTACIONES EXTERNAS Y LOS MODELOS CIENTÍFICOS EN LA EPISTEMOLOGÍA DE TOULMIN

⁴ Toulmin [8] llama a identificar el papel de las buenas razones, razones situaciones y contingentes, en tanto factores de cambio en la dinámica de las disciplinas científicas. Se distancia de perspectivas científicistas que asocian la racionalidad sólo con la lógica formal y la verosimilitud. En contraposición a Leibniz, quien propone la unificación de lenguaje, método y racionalidad, Toulmin llama a considerar que las personas mostramos ser razonables, por nuestra disposición a responder a situaciones nuevas con espíritu abierto, reconociendo fallas en procedimientos anteriores y superándolos, no por la tendencia a ordenar conceptos y creencias en rígidas estructuras formales.

Toulmin [1] destacando una posible superación de las visiones empiristas y positivistas alude al siglo XX como el siglo de la representación y arriesga para este concepto el significado de sustituir a, asemejarse a, ser signo de u ocupar el lugar de. En relación con las ciencias alude a las representaciones como formas teóricas utilizadas para explicar los fenómenos físicos, debido a que la naturaleza es una “caja” cuyo interior no podemos percibir.

Para este epistemólogo, hablar de modelos implica tomar distancia de posturas deterministas. A modo de ejemplo, nos recuerda que no es posible pensar que un cilindro de gas sea como una caja de bolas de billar, a menos que se sepa que no es realmente dicha caja; es decir, pensar que A es B, es una cosa, y pensar de A como si fuera B, es otra [9].

En coherencia, adhiere explícitamente a la postura de Kant respecto a que toda nuestra experiencia concierne a representaciones y no a las cosas en sí mismas. Apartándose del realismo ingenuo y del racionalismo idealista, plantea que la representación no es la imagen interna o idea privada posterior al estímulo sensorial, ni tampoco la estructura de los argumentos demostrativos en los cuales los conceptos son identificados con variables de algún sistema deductivo formal o de una red cartesiana de premisas y demostraciones evidentes [1].

Reclama el valor de las representaciones en términos de su carácter público y en concordancia, reitera que éstas no son los concomitantes conductuales de los pensamientos internos con los que se demuestran capacidades intelectuales, ni pueden confundirse con las nociones de idea o de imagen. Articulado a estos planteamientos dice: “(...) en el caso de conceptos comunales, las actividades internas o mentales son secundarias y derivadas, lo indispensable es aprender a realizar las actividades colectivas del caso” [1, p. 171].

Así, destaca las técnicas de representación como elementos importantes del significado y del uso colectivo de los conceptos científicos y, en consonancia, adhiere al planteamiento de Frege respecto a que explicar un fenómeno no es imaginar internamente cómo puede ser ese fenómeno, la explicación exige demostrar públicamente la naturaleza de las relaciones que ejemplifica.⁵ Podemos decir que Toulmin reconoce la importancia de las representaciones mentales, no obstante, explícitamente opta por el término representación como alusivo a los usos colectivos, a las expresiones y aplicaciones, es decir, a las representaciones externas⁶.

⁵ Sobre este aspecto el filósofo insiste en que los términos teóricos que aparecen en cálculos axiomáticos, pueden ser considerados símbolos lingüísticos de los conceptos científicos; sin embargo, conviene recalcar que un término definido formalmente tiene significado o recibe uso explicativo sólo asociado con el conjunto de procedimientos explicativos a los que representa.

⁶ Es importante anotar que Toulmin[1] arriesga la hipótesis de que la comprensión individual reposa en un *programa mental* o *Vorstellung* al que se llega internalizando el correspondiente *modo de representación* o *Darstellung*; es decir, comparte la postura vigotskiana que, en términos de Duval [10, 11] equivale a la prioridad de la semiosis en el proceso de cognición.

Al hablar de representaciones, toma distancia del término alemán *Vorstellung*⁷ y acoge el término *Darstellung* cuya connotación es la de exhibir, exponer o mostrar en público; de tal manera que la representación hace referencia al modo y a las condiciones en que por ejemplo, los formalismos propuestos o utilizados por un científico exhiben o muestran las formas de los fenómenos; esto es, el contenido del conocimiento es expresado en ciertas formas gramaticales o juicios [1].

En consonancia con estos planteamientos y en relación con las dinámicas de la ecología intelectual, el autor anota que en el dominio de las ciencias, los ideales y las ambiciones explicativas dependen no tanto de la naturaleza sino, prioritariamente, de las actitudes intelectuales con que los investigadores la abordan; es decir, no dependen de la naturaleza en sí, sino de las representaciones construidas.

Alejado del determinismo el epistemólogo plantea que las generalizaciones científicas no son leyes de la naturaleza, sino más bien leyes de nuestro modo de representación. Desde su punto de vista, todo descubrimiento científico implica: en primer lugar, una nueva técnica para representar fenómenos, aplicable a una amplia variedad de hechos; y en segundo lugar, la adopción de un nuevo modelo o una nueva forma de considerar estos fenómenos y comprender por qué son como son. Se ponen en relación los fenómenos que deben ser explicados mediante esa rama de la ciencia y el simbolismo que al ser interpretado en la forma sugerida por el modelo, es utilizado por los científicos para explicar dichos fenómenos.

De este modo, las técnicas de representación cobran sentido en el ámbito de los procedimientos explicativos y, por lo tanto, una ley o la teoría no son la explicación, sino algo que puede servir como explicación cuando los científicos la utilizan para dar cuenta de un fenómeno; esto es, los conceptos derivan su significado del uso que los científicos hacen de ellos en actividades explicativas.

Al respecto, Parafraseando a Wittgenstein, Toulmin [1] dice que las teorías, por ejemplo la Mecánica Newtoniana, imponen una forma unificada a nuestra descripción del mundo, en lugar de aseverar algo acerca del mundo, aunque es posible, por ejemplo, describir el mundo por medio de la Mecánica Newtoniana. Bajo estas consideraciones, podemos decir que las representaciones imponen una forma de ver el mundo y, al tiempo, están relacionadas con la construcción de realidades.

A la pregunta de si átomos, genes, electrones o moléculas, representan algo que realmente existe o son simples ficciones teóricas, el autor invita a considerar el sentido de la palabra existen, para lo cual retoma la analogía de las líneas de nivel como recursos cartográficos que no tienen contrapartes geográficas –es una ficción cartográfica–; así mismo, dice, para un físico práctico la pregunta por la existencia de algo como un neutrón, actúa a manera de “invitación a producirlo [1, p. 155].

Al respecto reitera que las nociones y principios tienen una fuerte relación con las técnicas de representación, de tal manera que por ejemplo, la noción de un rayo de luz tiene

su origen tanto en los diagramas que utilizamos para representar los fenómenos ópticos, como en los fenómenos en sí: “No descubrimos que la luz se haya atomizada en rayos individuales, sino que la representamos de esa manera” [9, p. 34] En sus palabras, al tratar de separar las nociones y los principios de las técnicas de representación que les son correlativas, aquellos resultan ininteligibles o desorientadores.

Al profundizar en estas cuestiones, Toulmin [8] explicita que ciencias tienen sus propios lenguajes y recursos literarios para representar sus teorías explicativas, de tal manera que un científico aprende a hablar y a pensar en términos de los modelos teóricos explicativos. Por ejemplo, al hablar de superficie tridimensional, luz invisible o curvatura del espacio, quien ha aprendido la física usa estos términos relacionándolos con los fenómenos a los cuales sirven como explicación, a diferencia de un profano, para quien dichas expresiones pueden llevar a la incompreensión porque resultan no familiares, no inteligibles y, probablemente, conducen a contradicción.

Subyace en lo dicho, que cada nueva teoría trae consigo una nueva forma de pensar y de hablar sobre los fenómenos y por tanto, los aprendices de las ciencias acostumbran a utilizar el lenguaje y las representaciones de su disciplina, al tiempo que aprenden que la finalidad de una ley o principio no se encuentra asentada en la misma, sino que debe ser aprendida por los hombres de ciencia al llegar a comprender la teoría dentro de la cual dicha ley, principio o concepto se configura; lo que implica, de manera especial, la necesidad de atender a la aplicación adecuada de los mismos y a su modificación cuando la aplicación así lo amerite.

En relación con la modificación y selección y los modelos teóricos, recordamos que el filósofo advierte sobre la importancia de tener en cuenta que no toda entidad teórica que no se pueda demostrar que existe, es desechada. En sus palabras, la conclusión sobre si determinada noción debe ser dejada de lado, sólo resulta justificada si –como el flogisto, el fluido calórico o el éter– hubiera perdido fertilidad explicativa.

De este modo hace un llamado a tener en cuenta que los modelos teóricos siempre implican una suposición provisional, es decir, no son eternos ni inmutables, por muy sofisticados que parezcan; y, aunque sus aplicaciones hayan sido fértiles y de largo alcance, seguirán siendo modelos que si bien pueden dejarse de lado en un momento determinado, no son desechados en procesos simplistas de falsación o de verificación [9].

Toulmin [1, 8, 9] reivindica el valor científico de explicaciones que en su momento histórico y cultural resultaron pertinentes y que sin embargo, desde otras perspectivas son considerados como erróneos, metafísicos, animistas o sustancialistas. Al respecto alude a que si bien los conocimientos en la Física y en la Química, pueden y tienden a ser vertidos en forma matemática, hay múltiples formas representacionales que nos permiten crear un cuadro del estado de cosas por medio del cual nos es posible comprender los fenómenos del mundo⁸.

⁷ Que tiene la connotación de *estar en lugar* de algo o simbolizar algo en la mente. Este término está más relacionado con *idea* o *imagen mental*.
Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 5, No. 1, March 2011

⁸ En relación con estas cuestiones, Toulmin [1] nos recuerda la confesión que hace Rutherford, respecto a que su formación lo prejuiciaba atándolo a
<http://www.lajpe.org>

En el marco del reconocimiento a la pluralidad teórica, el filósofo planea la necesidad de acudir a las buenas razones que a modo de dinamizadores, orientan la construcción, predilección y selección de algunas variantes explicativas en detrimento de otras.

En lo que sigue, nos detenemos para profundizar en el concepto de racionalidad y en su papel en el devenir de las disciplinas científicas; reflexiones desde las cuales, siguiendo a Toulmin, relacionamos este concepto con el de enculturación científica, en la perspectiva de proponer algunas consideraciones respecto a los procesos de formación y educación en ciencias.

III. LA RACIONABILIDAD: MÁS ALLÁ DE LAS DEDUCCIONES LÓGICO-MATEMÁTICAS

En concordancia con discusiones sobre los aspectos simbólicos del conocimiento y las reflexiones en torno a la racionalidad implicada en el mismo, Toulmin [8] toma postura crítica, de un lado respecto a las perspectivas empiristas y realistas extremas, en las cuales se confunde el fenómeno con el modelo teórico explicativo; y de otro, respecto al racionalismo a ultranza que busca en las abstracciones matemáticas verdades eternas e inmutables.

Cuestiona el carácter profundamente determinista de planteamientos como el de Galileo, respecto a que el libro de la naturaleza está escrito en símbolos matemáticos; así mismo, se aparta de Newton, quien aboga por la cosmología que sustente el sueño racionalista de los físicos: un método único, una lengua universal y un sistema unitario de la naturaleza; sueño que busca la verdad universal y trascendente, como ideal de una racionalidad perfecta⁹.

Al respecto nos recuerda que en el siglo XVII, como una salida a los profundos problemas y diferencias – principalmente en el ámbito religioso – y con base en el éxito de las representaciones geométricas y matemáticas en las explicaciones de fenómenos físicos como los movimientos planetarios, se comenzó a considerar la posibilidad de buscar en las Matemáticas la unificación del lenguaje que hiciera posible una mejor comunicación de los hombres entre sí y una mejor comprensión de la naturaleza. Esto es, el sueño de hacer del lenguaje el mejor instrumento de la razón:

Leibniz, soñó con un sistema universal de caracteres que sirviera para expresar todos nuestros pensamientos, que sirviera de sistema de comunicación entre los pueblos. Un lenguaje que expresara y codificara los modos válidos de argumentar, para razonar sin caer en la confusión y el error [8, p. 114].

En torno a esto, el filósofo señala que desde el punto de vista del racionalismo, especialmente durante el período comprendido entre el siglo XVII y principios del siglo XX

se considera que los formalismos matemáticos son reflejo del mundo y que sólo las deducciones que implican dichos formalismos, dan cuenta de la expresión de nuestra capacidad de razonar. Es decir, los conceptos de racionalidad y razonamiento sólo se los liga con la lógica formal y, en concordancia, no se reconoce que en tanto formas teóricas, los formalismos cumplen la función de representar y explicar los fenómenos físicos.

Al respecto, Toulmin [8] retoma el llamado de Bacon a desdolidar la ciencia despojándola de sus certezas, para volver a los ideales humanistas del siglo XVI; es decir, aceptar la incertidumbre, la ambigüedad y el pluralismo sin que ello implique caer en la falta de previsión y de rigor. Un llamado que como lo anotamos, implica distanciarse del cientificismo determinista que aspira a la certeza en las tareas de descifrar el código de la naturaleza; certezas que como anotamos, parecen respaldadas por la posibilidad de hallar, en la elegancia formal del lenguaje matemático y la Geometría de Euclides, cimientos del supuesto orden de la naturaleza y de la mente humana.

A las pretensiones científicas, el epistemólogo también opone las reflexiones de Aristóteles, quien nos señala que el papel de la razón en campos como la navegación y la medicina, no se revela en cálculos formales, sino en actuar teniendo en cuenta todos los factores relevantes de la acción en cuestión, incluyendo sus consecuencias no planeadas; es decir, en dichos campos el rol de la razón se evidencia en actuar tal y como la ocasión lo requiere [8].

Reflexión que cobra relevancia al considerar que a pesar de la larga hegemonía del racionalismo a ultranza, asuntos como la incapacidad para demostrar el axioma de los paralelos que puso en tela de juicio el monopolio euclidiano y, más adelante, los desarrollos de la Física Relativista y la Cuántica, junto con las geometrías de Lambert, Gauss, Reimann y Lobachevsky han dado al traste con el sueño de una racionalidad única atada a los formalismos matemáticos.

La creencia en un método universal, único y válido por sí mismo, hoy no se sostiene; así como, no es posible la obligación de avenirse a un conjunto de reglas y procedimientos que se consideran adecuados para todas las culturas, pueblos y disciplinas. “Esto podría interpretarse como un anarquismo epistemológico, pero no debe confundirse con la irracionalidad, pues no se opone al método sino a la concepción limitada del mismo, esto es, a las limitaciones poco razonables a la creatividad humana” [8, p. 131].

Así el filósofo llama a comprender la importancia y el papel de las buenas razones en el devenir de los conocimientos, saberes y disciplinas; así como, a reconocer la pluralidad teórica y metodológica y, por lo tanto, el carácter humano y cultural del conocimiento científico. Llamado que aclara, no puede interpretarse como un desconocimiento a las normas para la construcción y validación.

Para sintetizar diremos con Kelly y Green [12] que alejado de los dogmatismos, Toulmin ve la ciencia como un proceso dinámico de interacción de teorías, presuposiciones

un modelo material – bolas de billar – y no le permitía dominar las nuevas abstracciones de la Teoría Cuántica.

⁹ Este ideal se manifiesta también en el siglo XVIII, por ejemplo, en el trabajo de Lavoisier, quien ahora para la Química el rigor de las Matemáticas y de la Geometría.

y formas representacionales. Procesos en el cual se muestra que son los problemas los que crean oportunidades para la innovación intelectual en el marco de una pluralidad teórica, de modo que los cambios están basados en aquello que cuenta como razones para los mismos; razones que son no universales ni trascendentes.

Al respecto, el concepto de ecología intelectual y los que le son inherentes –racionalidad como correlativo a flexibilidad intelectual, lo que el autor denomina capacidad crítica o modestia y tolerancia a las innovaciones –, hacen alusión al legado cultural que debe ser transmitido a las generaciones que se forman en los diferentes campos disciplinares, con el fin de permitirles ejercitarse en el quehacer de dichos campos. Como se muestra en la Figura 2, la enculturación o proceso de aprendizaje es una actividad sociocultural que incluye necesariamente capacidad crítica.

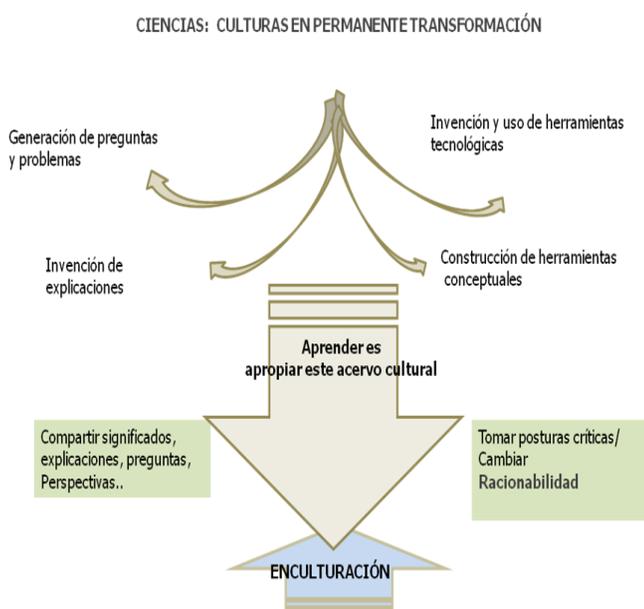


FIGURA 2. Aspectos inherentes a la apropiación de una cultura científica.

Para cerrar estas reflexiones y pasar a sus posibles implicaciones para la enseñanza de las ciencias, reiteramos que la flexibilidad intelectual es el motor de la dinámica inherente a la cultura científica, es decir, el factor subyacente a los cambios en las ciencias. En concordancia, la enculturación es un proceso que implica legar capacidad crítica y propositiva a quienes se forman en una disciplina. Con base en estas consideraciones presentamos en lo que sigue algunos hallazgos¹⁰ de nuestro acercamientos a lo que denominamos ecología representacional, es decir, a la comprensión de algunos componentes y características de la ecología que en torno al concepto sustancia, comparte en el Seminario de Lógica de las Ciencias, un grupo de

¹⁰ Estos hallazgos resultan de análisis cualitativos interpretativos, concretamente de análisis de contenido de enunciados tomados de la producción académica de los integrantes del grupo, recogida en sus respectivas carpetas o portafolios [14].

estudiantes que se forma como profesores en la Licenciatura en Educación Básica, énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental; curso en el que desde una perspectiva epistemológica moderada [13], se busca propiciar el aprendizaje y el uso de la lógica sustantiva de perspectiva toulminiana, concretamente el Modelo argumental de Toulmin – MAT –.

IV. IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: EL CASO DE MAESTROS EN FORMACIÓN Y SU ECOLOGÍA REPRESENTACIONAL EN EL CONTEXTO DE REFLEXIONES ACERCA DE LA ARGUMENTACIÓN SUSTANTIVA

A. Acerca de caso de estudio

Las cuestiones planteadas en este escrito implican tomar postura crítica respecto las propuestas de enseñanza y aprendizaje que han sido hegemónicas y en las subyace una visión dogmática de las ciencias. Más allá de estas críticas, nuestro interés es el de transitar hacia la construcción de propuestas pedagógicas más acordes con visiones humanistas sobre las ciencias, marco en el cual acogemos la línea de enseñanza y aprendizaje como argumentación – ver los citados en [15].

En coherencia con la epistemología toulminiana, esta perspectiva de trabajo plantea que hacer ciencia implica prioritariamente discutir, razonar, argumentar, criticar y justificar hipótesis explicativas; y que en concordancia, enseñar y aprender ciencias tiene que ver con actividades discursivas que posibiliten la apropiación de herramientas culturales y de nuevas formas de entender el mundo.

También hay un punto de encuentro con la perspectiva toulminiana en que aprender a pensar bien o a razonar es aprender a expresar razonamientos de tal manera que puedan ser comprendidos y evaluados por nosotros mismos y por nuestros interlocutores.

En el marco de estas consideraciones, hacemos un acercamiento a la comprensión de ecología representacional que en torno al concepto sustancia, comparte un grupo de profesores en formación. Conviene señalar que aludir a una comprensión nos aleja de un propósito verificacionista acerca del uso de determinadas estrategias pedagógicas, implica la posibilidad de identificar, desde una perspectiva interpretativa, algunos elementos y procesos que hacen parte de las representaciones compartidas por el grupo de estudiantes en el contexto del Seminario.

A la construcción de esta ecología representacional articulamos nuestras indagaciones acerca del devenir del concepto sustancia en la historia de la Química [16] pesquisa que nos permite reivindicar el carácter no dogmático y siempre problematizador de los asuntos científicos y que en concordancia con Toulmin, nos invitan a promover una enseñanza que propicie el reconocimiento al carácter representacional, cultural y plural del conocimiento, al tiempo que incentive la crítica; es decir, una enseñanza para la argumentación.

En este ámbito de consideraciones, asumimos las indagaciones que nos llevan a la construcción de la ecología representacional restringiendo las mismas a cuestiones de orden ontológico, epistemológico, disciplinar y valorativo que tienen que ver con los significados que otorgan los participantes del Seminario al concepto sustancia y a otros que con éste se relacionan, en discusiones y reflexiones propuestas en dicho espacio.

Buscamos comprender la dinámica inherente a dicha ecología en tanto proceso sociocultural en el que se ponen en uso conocimientos ya adquiridos y se emprenden nuevos aprendizajes, al tiempo que las actividades propias del Seminario permiten discusiones desde las cuales los seminaristas pueden examinar sus puntos de vista, sus explicaciones y, en general sus saberes.

Para precisar y sustentar nuestra elección metodológica, adherimos a Lüdtke y André [17] para quienes el estudio de caso pretende la comprensión de una instancia singular o única, reconociendo el carácter multidimensional e históricamente situado del caso en sí, en la búsqueda de retratar una unidad en acción, considerando que cada caso estudiado tiene un valor intrínseco y que dicho valor no depende de que el caso pueda ser o no representativo de una población.

Así, las actividades del Seminario como espacio de aprendizaje se constituyen en estrategias de indagación para la investigación que nos ocupa. El proceso es descrito y analizado en términos de la construcción de la ecología representacional como objeto de comprensión que puesto en relación con el marco teórico y con algunas consideraciones sobre el devenir del concepto sustancia, nos permiten hacer algunos aportes al campo de la Enseñanza en Ciencias.

Al respecto asumimos que lo hallado en esta producción, tiene profundas relaciones con las estrategias pedagógicas del Seminario. Nuestra opción por el análisis de documentos, como registros escritos de aquello que se comunica, parte de considerarlos materiales poco reactivos; no obstante, apartándonos de visiones positivistas, admitimos que se trata de la construcción del objeto de estudio, no exenta de sesgos de los investigadores y que como lo señala Piñuel [18] es conveniente tener en cuenta que el contenido no se des-vela o descubre de manera aséptica.

Como lo anotamos, es importante tener en cuenta los medios, instrumentos y, en general, las condiciones que permiten la emergencia y concreción de aquello que identificamos como parte de la estructura y dinámica de la ecología representacional del grupo en cuestión. Hace parte importante de estas condiciones el referencial teórico que a modo de objeto de análisis, discusión y reflexión, orienta el Seminario en cada uno de los encuentros y se constituye en fuente para la producción académica de los participantes.

En este sentido, podemos decir que de manera análoga a la forma cómo actúan los reactivos químicos o los aparatos usados para la identificación de la composición de determinada sustancia, así, los referentes teóricos que orientan el Seminario nos permiten identificar elementos de la ecología representacional, formando con ellos componentes representacionales de cuya existencia es

imposible hablar en ausencia de las condiciones que permiten su emergencia¹¹. En lo que sigue profundizamos en las cuestiones metodológicas del estudio.

B. El análisis de contenidos y categorización de enunciados como entramado de relaciones de unidades de registro y unidades de contexto, en el marco de las dinámicas del seminario

En el ámbito del análisis cualitativo de contenido, elegido como universo el conjunto de los escritos de los seminaristas, seleccionamos como unidades de registro pequeños trozos de los discursos, que nos permiten hacer algunas inferencias respecto a las categorías a las cuales se ajustan dichas unidades.

Así, la construcción de categorías de análisis implica el ejercicio de reconocer que las unidades de registro cobran significado sólo en relación con las unidades de contexto en las se hallan, es decir, en el documento específico en el que se inscriben y que a su vez, estas últimas unidades están inmersas en la dinámica del Seminario que posibilitan su escritura o producción, a modo de exposición de reflexiones, creencias, perspectivas, modelos y significados, como partes de aquello que consideremos ecología representacional, consignadas en los escritos.

En relación con la definición de categorías de análisis, conviene reiterar que los presupuestos de esta investigación coinciden en buena parte con los del Seminario de Lógica de las Ciencias y, en ese sentido, las estrategias y actividades propuestas en este último, orientan de algún modo las búsquedas de la primera. El seminario provee oportunidades para el aprendizaje de asuntos relacionados con la Lógica Sustantiva o no formal, al tiempo que propicia estrategias y dinámicas en las cuales los integrantes del grupo participan, exponiendo en un tejido de relaciones, sus puntos de vista, sus significados y, en general, sus saberes, en torno a las cuestiones propuestas, es decir, posibilita las indagaciones de las que se ocupa esta investigación.

En relación con el concepto sustancia, objeto de este trabajo, nos parece importante anotar que aunque no es propósito del Seminario la enseñanza de la Química, reivindicamos la importancia de fundamentar las propuestas didácticas en fuentes relacionadas con estudios sobre la naturaleza de las ciencias.

Recordamos que en el campo de la Química, la construcción de explicaciones implica tener en cuenta las permanentes tensiones y relaciones entre los ámbitos: macroscópico y submicroscópico; de lo concreto y lo abstracto; así como, entre las entidades – o los procesos– y

¹¹ En forma análoga al proceso descrito en el estudio de Latour y Woolgar [19], emprendemos nuestros análisis reconociendo que lo *hallado*, está en estrecha relación con los *instrumentos* usados para su *detección* o *identificación*, con el contexto en el cual se inscriben dichos hallazgos, las dinámicas propias del Seminario, la historia académica de los miembros del grupo y, obviamente, las perspectivas e intereses de quien realiza esta investigación, sus bises y sesgos; lo que nos implica un atento cuidado en la búsqueda de criterios de credibilidad. Para el caso de este estudio, algunos de los textos orientadores de los primeros encuentros, se presentan en formato de taller en los que se proponen afirmaciones que son discutidas.

sus representaciones. La explicitación de dichas consideraciones y la comprensión de tales tensiones, hacen parte ineludible de las discusiones de orden epistemológico y obviamente, del nicho de los lenguajes en la construcción de conocimiento, un entramado que nos interesa comprender respecto a la ecología en cuestión.

Aunque resulte tautológico, resaltamos que las discusiones de orden epistemológico son inherentes a los análisis de cuestiones relacionadas con la investigación, la enseñanza y el aprendizaje de la ciencias; así mismo, consideramos fundamental reconocer que investigadores, estudiantes y profesores tienen posturas epistemológicas propias, generalmente implícitas en los discursos y en las actividades cotidianas que les son particulares a sus roles y con las cuales establecen complejas relaciones.

Desde estos presupuestos nos interesa, en un primer acercamiento a la construcción de nuestro objeto de estudio, identificar como componentes de la ecología representacional del grupo objeto de estudio, los significados compartidos en torno al conocimiento y, en particular, algunos aspectos representacionales acerca de las ciencias y el conocimiento científico.

Profundizando en estas cuestiones, indagamos asuntos relacionados con conceptos como objetividad, experimentación, verdad, lógica y racionalidad, entre otros; indagaciones que nos conducen a plantear consideraciones sobre el papel y lugar de lenguaje y argumentación en la construcción de conocimiento, punto nodal de nuestras reflexiones.

Así, en una ruta no lineal, nos proponemos la construcción de “La Ecología Representacional”, mediante un proceso que implica la caracterización algunos de sus elementos constituyentes con base en las interpretaciones que devienen de las unidades de registro, “leídas” con base en sus fuentes primarias, las unidades de contextos¹² y considerando los referentes teóricos y demás condiciones que probablemente posibilitan su expresión.

Al respecto, es importante decir que siguiendo a Latour y Woolgar [19] en esta parte del trabajo tomamos como unidades de registro algunos enunciados contenidos en los documentos objeto de análisis y en esta dirección acogemos la perspectiva de Foucault [20] para quien los enunciados son unidades de discurso que en sentido filosófico, hacen posible un análisis del mismo en su complejidad, discontinuidades o rupturas, correlaciones y modos de existencia; así, los enunciados son unidades no equiparables a las oraciones gramaticales, ni a las proposiciones de la lógica formal.

C. Acerca de las categorías de análisis

En el ámbito de lo metodológico la figura 3 presenta las categorías y subcategorías que hemos usado para describir,

¹² Las citas textuales, unidades de registro, tomadas de los escritos de los seminaristas, se sitúan en las unidades de contexto con la anotación de la página del portafolio y el nombre del respectivo escrito que las contiene. En el caso de ser tomados de trabajos autoría plural, como las propuestas de enseñanza, se cita la página del respectivo documento; así mismo, en algunos casos se describen condiciones específicas de producción.

comprender y, finalmente, construir el objeto de este trabajo. Con base en esta red, nos adentramos en la tarea de identificar y situar los enunciados, unidades de registro, en el grupo o categoría correspondiente sin perder de vista que éstas se entrecruzan o solapan.

De acuerdo con la propuesta toulminiana, la figura 3 esboza nuestro interés en identificar diversos componentes de la ecología y al respecto elegimos presentar, a modo de narrativa, enunciados que ilustran las categorías alusivas a los a las cuestiones de los ámbitos epistemológico, axiológico y de la argumentación¹³.

Los enunciados son comentados brevemente y puestos en relación unos con otros y con la respectiva categoría, en un tejido que pretende mostrar las imbricaciones de los elementos representacionales que comparten los seminaristas. Por ejemplo, tonos o matices de racionalidad que podrían caracterizar los enunciados analizados los resaltamos con algún subrayado en partes del mismo.

Así, unidad analizada puede hacer alusión a una toma de distancia del racionalismo cientificista y la vez, tener un tono que denominamos dogmático. Al respecto, re-creando la propuesta de Latour y Woolgar [19] proponemos una caracterización de los rasgos de racionalidad de los enunciados.

Dichos rasgos los hemos caracterizado así: como Categóricos o dogmáticos, los enunciados con afirmaciones que tienen fuerza de “verdad” incuestionable; Matizados, enunciados que incorporan comentarios que matizan con lo que Toulmin [21, 22] denomina cualificadores modales; expresiones con las cuales se muestra un corrimiento del dogmatismo, aunque no alcanzan a constituirse en razones.

Otros enunciados los catalogamos como Justificados, en tanto las afirmaciones se acompañan con sustentos que podrían potenciar el valor de la misma. En términos más estructurales se trata de oraciones concatenadas entre posibles acontecimientos y sus razones o consecuencias. Finalmente, consideramos como Crítico-flexible, aquellos enunciados con apreciaciones que dan cuenta de una puesta en duda o cuestionamiento como parte del proceso de construcción de quien elabora el enunciado.

Reiteramos que estas categorías no son excluyentes, ellas se corresponden con una gama o conjunto de rasgos que en algunos casos se superponen; una cuestión que se hace más pronunciada entre los enunciados matizados o cualificados y aquellos que incluyen justificaciones a una aseveración y de éstos con los crítico-flexibles.

La posibilidad de indagar estas cuestiones nos parece de suma importancia, pues retomando a Toulmin, es la racionalidad y más concretamente la razonabilidad, flexibilidad intelectual o apertura al cambio, el principal factor implicado en la dinámica del devenir de la ecología

¹³ Las cuestiones del ámbito disciplinar son “leídas” principalmente a través del uso de MAT, cuyo análisis cruzamos con los de otras fuentes. Por su valor intrínseco y por razones de espacio, estas cuestiones son presentadas en otro artículo; sin embargo, para una mejor comprensión, en el Anexo 2 ejemplificamos nuestros análisis y en el Anexo 3 presentamos la rejilla usada para nuestra descripción de los MAT.

intelectual. Desde nuestro punto de vista, se constituye en el componente de dicha ecología que debería privilegiarse para ser explícitamente enseñando como parte de una cultura científica.

En lo que sigue presentamos la narrativa que en un nivel más profundo, llena de contenido y significado las categorías elegidas para esta parte del análisis, en cuya base está la selección de las unidades de registro, las que hemos tomado en forma literal de los escritos de origen o unidades de contexto y que mostramos enriquecidas con los cometarios que devienen de nuestras inferencias e interpretaciones, en la vía de comprender algunas dinámicas y componentes de ecología representacional en cuestión.

Retomando el esquema de la Fig. 3 destacamos que la descripción de matices o rasgos de racionalidad es una metacategoría cuyos componentes atraviesan las categorías que se engloban en la metacategoría narrativa en torno a la categorización de enunciados. Dicho de otra manera, los compromisos ontológicos y epistemológicos y los componentes valorativos se representan en enunciados que denotan cierto grado de racionalidad – dogmático, matizado, sustentado, crítico-flexible –.

Al respecto recordamos que, a nuestro interés pedagógico y didáctico de incentivar la argumentación sustantiva en las clases de Ciencias y en especial en las clases de Química, articulamos las indagaciones de esta investigación para señalar el valor potencial del MAT como estrategia didáctica.

Resaltamos esta cuestión como uno de los hallazgos más importantes de este trabajo y presentamos este modelo de argumentación como rejilla que nos permite recabar algunos datos y analizarlos. Un análisis que como dijimos hemos triangulado con nuestras interpretaciones de otras producciones académicas de los participantes, en aras de una mejor comprensión y de la credibilidad de nuestro estudio.

Subrayamos aquí que estos análisis van en la vía de la comprensión de lo que pasa en un grupo cuándo se discuten cuestiones que buscan priorizar un lugar para los lenguajes en la construcción de conocimientos. Al respecto, tomando distancia de paralelos poco adecuados entre el devenir del conocimiento científico y los procesos de aprendizaje, avanzando en los hallazgos es posible decir que como en las ciencias, en el aula de clase confluyen interacciones de diversos referentes culturales y de diversas formas de comprender el mundo.

Vemos la ecología representacional como un juego de interacciones que como en la historia de las disciplinas, no se resuelve con el simple reemplazo de unas explicaciones por otras; por el contrario, implica siempre diálogos, tensiones y síntesis, entre otros múltiples procesos, a los que son inherentes y en los que como veremos, juegan un papel importante los aportes de mediadores como los libros de texto y profesores, entre otros.

Respecto a los hallazgos sobre los que construimos nuestro objeto, conviene aclarar que privilegamos para estos análisis, escritos de los seminaristas en los que se hace referencia a debates grupales. En este sentido nos parece importante resaltar la estrecha relación de lo

individual y lo grupal y, por tanto, señalar la presencia de coincidencias y contradicciones, malos entendidos, encuentros y desencuentros, incertidumbres, ambigüedades, y, en general, una amplia gama de interpretaciones expresadas por los seminaristas, a partir de las discusiones grupales y la apropiación que hacen de las mismas.

En concordancia, caracterizamos la ecología representacional construida como proceso en devenir cuya arquitectura hacen parte: perspectivas, creencias, valores, modelos, conceptos, puntos de vista; así como, ilusiones, propósitos, problemas y retos que invitan a su movilización y transformación mediante procesos de aprendizaje.

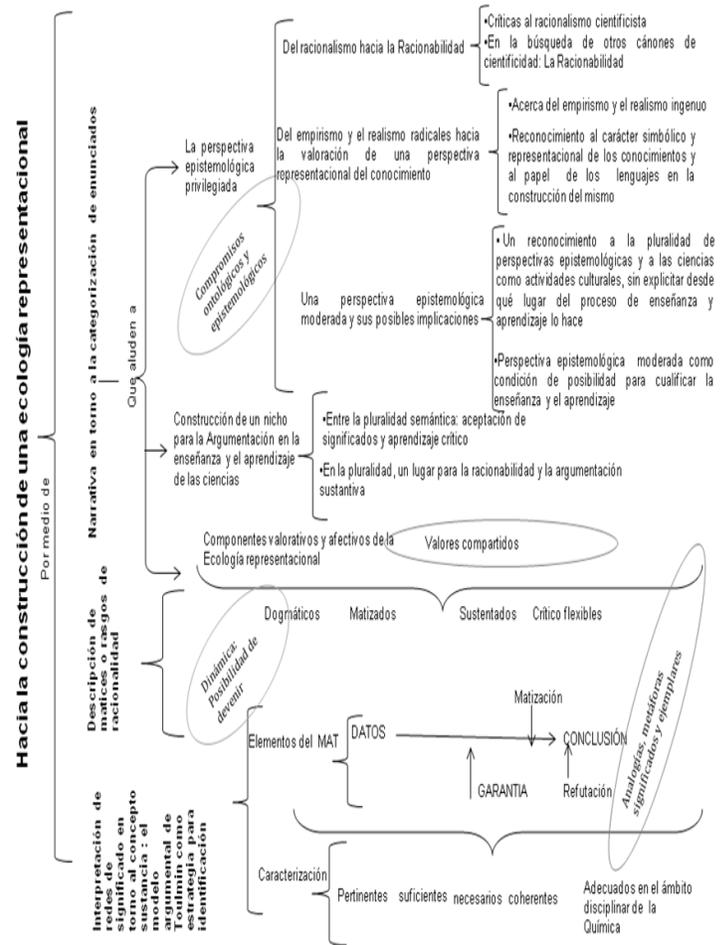


FIGURA 3. Arquitectura de la ecología representacional.

D. A modo de ejemplos: algunos hallazgos en el entramado de la rejilla de análisis

Avanzando hacia los rasgos o características que encontramos como constituyentes de la ecología representacional y de su devenir, podemos destacar que más allá de lo que los mismos participantes reconocen como

conocimiento inadecuado en lo disciplinar, detectamos una interesante disposición y una tendencia dominante a la aceptación de perspectivas epistemológicas contemporáneas, aunque como veremos se entrecruza con algunos rasgos de dogmatismos en relación con la aceptación acrítica de ciertas cuestiones y la dificultad para mudar algunas concepciones, creencias y valores. En este escrito nos centramos en los ámbitos epistemológico, ontológico y valorativo; al tiempo que mostramos características alusiva a la racionalidad que leemos en los diferentes enunciados.

D.1 En relación con cuestiones del ámbito epistemológico

Respecto al ámbito epistemológico, son explícitas las críticas de los seminaristas al científicismo, concordantes con un distanciamiento del racionalismo a ultranza y del empirismo radical. Críticas desde las cuales avanzan hacia el reconocimiento del carácter representacional y cultural del conocimiento y a la valoración de la argumentación en los procesos de construcción del mismo.

Destacamos que por ejemplo, Margarita, p: 9, protocolo 3, después de transcribir literalmente el planteamiento en discusión –“La ciencia es conocimiento demostrado y está por encima de cualquier crítica” – anota a modo de viñeta su punto de vista sobre el mismo “... desacuerdo, porque muestra a la ciencia como acabada y no en constante construcción, pues es precisamente por la crítica que se han revaluado diferentes teorías; como ejemplo, se hace referencia a la teoría heliocéntrica...”. Un enunciado en el que se toma distancia del científicismo y que como lo indicamos con el subrayado, presenta justificaciones.

En relación con los debates a este planteamiento agrega “El enunciado se ha catalogado como dentro de un postura cientifista¹⁴ porque muestra a la ciencia, por encima de todo conocimiento, si no es ciencia no se considera válido o confiable...”. Enunciados en los que la estudiante explicita algunas razones o justificaciones para el desacuerdo con lo planteado en el presupuesto en cuestión y para adherir a la caracterización del mismo, como de tipo cientifista.

Por su parte Jazmín, p: 21, escribe a modo de subtítulo: “Postura cientifista de la ciencia:”, después de transcribir el planteamiento en cuestión y precedido de la palabra “Reflexión”, anota en forma un tanto categórica “...la ciencia es inacabada y está en constante construcción, la crítica que se hace a la misma permite que se reevalúen las teorías”; no obstante, podemos decir que la alusión a “la crítica...permite...”, se insinúa como justificación al desacuerdo del grupo con la aseveración en discusión.

Respecto a estos debates, Violeta en el aporte personal al protocolo 2, p: 5, después de su alusión a la posibilidad de reconocer como científicos “hechos” que han sido “revaluados” en el transcurso de las disciplinas, pone énfasis

en lo que desde su punto de vista es un consenso producto de las discusiones acerca del “Método científico: “...al hacer el análisis de los enunciados de los talleres nos pudimos dar cuenta de la postura que tenemos respecto a la ciencia y me pude dar cuenta que tenemos muy claro que no existe un método único para hacer ciencia”.

Una conclusión que aunque con énfasis categórico, en el doble subrayado, sustenta tal claridad en los “...análisis” y posteriormente apoya la crítica al Método en un cuestionamiento al lugar dado tradicionalmente a la observación y a la experimentación, cuando dice “...ya que existen fenómenos que no se pueden observar o no se pueden experimentar”.

No obstante la crítica explícita de Violeta al método empirista, nos llama la atención que en su propuesta para la enseñanza, el trabajo final, dice “A través de las prácticas de laboratorio los estudiantes pueden evidenciar más fácilmente los fenómenos, permitiéndoles explicar más fácilmente los hechos, al contrario que si se dieran explicaciones de manera más abstracta, con lo cual no pueden ver el fenómeno específico”. Sin embargo, este enunciado parece que tiene que ver con otros que esta estudiante expresa, por ejemplo, en torno al escrito de D. Segura [24].

Sobre las cuestiones planteadas por dicho autor, Violeta hace un llamado acerca de la importancia de comprender los cambios en las ciencias y el papel de la racionalidad en dichos cambios; así mismo, alude a la importancia de tener en cuenta los intereses y necesidades de los estudiantes para plantear las propuestas de enseñanza; no obstante, al final de estos comentarios escribe “Para concluir, puedo decir que hay que darle un lugar privilegiado a la percepción, ya que cumple un papel indispensable dentro de la ciencias, porque es a través de ésta que podemos describir y explicar todo lo que nos rodea y también porque es por medio de ésta que los alumnos pueden asimilar los conceptos”.

En relación con lo anterior, aunque la estudiante en otras partes de sus escritos alude a la percepción entendida como no aséptica, sino atravesada por concepciones, experiencias o intereses, es posible inferir indicios de una perspectiva positivista en relación con el lugar de privilegio que esta estudiante da a la percepción, perspectiva que nos atrevemos a decir, se hace más explícita en lo citado de su trabajo final.

Es interesante también lo que plantea Dalia en su reflexión a la propuesta epistemológica de Francis Bacon. Aunque con cuestiones tácitas, ella se refiere a que la respuesta antidogmática de este epistemólogo al racionalismo, se constituye en la vuelta a un dogmatismo, pero de tipo empirista.

Al respecto Dalia, p: 7, anota que “Bacon está convencido que el racionamiento no es el verdadero camino de la ciencia...; él plantea tener un contacto más directo con el mundo natural. En esta medida creo que tenía una postura antidogmática”, comentario que cierra anotando que “...pero me deja el interrogante del método científico que él plantea, un poco contradictorio con su propuesta inicial”.

No obstante lo anterior, en la propuesta de enseñanza, trabajo final presentado por Dalia y Simón, que titulan

¹⁴ Las categorías dadas a los planteamientos objeto de debate – científicismo, realismo ingenuo, racionalismo, idealismo – fueron tomadas del artículo original que plantea estas cuestiones, Nadeau y Désautels [23] y dadas a conocer a los seminaristas en el momento del debate o puesta en común de sus comentarios a dichos planteamientos, no antes de iniciar sus análisis.

“Argumentando sobre los Conceptos Elemento y Compuesto: cómo se presentan los materiales que conforman el planeta”, estos seminaristas recurren de una manera un poco confusa al uso de materiales como “cadena de plata” y “agua” para que a partir de lo que denominan problema auténtico, un niño de 12 años se vea inmerso en la posibilidad de argumentar sobre la composición de los materiales y específicamente en torno a los conceptos elementos y compuesto.

Aunque con planteamientos interesantes respecto a la argumentación como ejercicio que los estudiantes “...mejoren habilidades como la reflexión, el análisis y la crítica” y con una propuesta que involucra uso de tecnologías de la información, es posible detectar en ésta el privilegio de la observación, lo que en este caso conlleva a serias confusiones cuando se propone “Tomar elementos que tenemos normalmente en el hogar y hacemos la pregunta: ¿Cómo se presentan los materiales que forman el planeta? Este problema permitirá al niño preguntarse acerca de la composición de las cosas. Para este caso nos enfocaremos en el agua (compuesto) y en una cadena de plata (Elemento)”.

Sobre las anteriores cuestiones nos interesa señalar la presencia de algunos rasgos de tipo positivista en la ecología de los integrantes del Seminario, probablemente relacionada con una formación previa con escasa reflexión sobre las construcciones científicas y alta relevancia de la experiencia como la instancia facilitadora para “ver” la ciencia que se hace; no obstante, reiteramos que son más frecuentes las críticas a esta perspectiva y la presencia de enunciados que permiten inferir posturas contrapuestas al mismo.

En lo que sigue presentamos enunciados que sobre la base de una crítica a las posturas científicas, avanzan hacia consideraciones en las que se prioriza el papel de los saberes y los lenguajes en la construcción de explicaciones. Presentación que iniciamos con las siguientes consideraciones.

Desde nuestro punto de vista, para otorgar un papel relevante al lenguaje y especialmente para la argumentación en la construcción de conocimiento es necesario trascender el empirismo radical y cuestionar el estatus prioritario que da el positivismo a la experimentación y a la observación, en el marco de una concepción de conocimiento como “descubrimiento” de “verdades” universales y trascendentes. El positivismo ha invisibilizado la función relevante del lenguaje en la construcción de explicaciones y en sus procesos de validación, al dar el lugar primordial a lo eminentemente experimental.

Al respecto Toulmin [1] se pregunta si nuestros conceptos y categorías predeterminan la capacidad de conocer; una cuestión que nos permite establecer relación con el principio del conocimiento como lenguaje, propuesto por Postman y Weingartner [citados en 25]; un principio que implica reconocer el papel activo y no neutral del lenguaje en todas nuestras tentativas de percibir e interpretar la realidad, asunto profundamente relacionado con lo representacional y que en palabras de los autores citados

tiene que ver con el carácter de perceptor y representador, de quien pretende conocer o aprender.

Reconocemos que las cuestiones inherentes a estas reflexiones son muy complejas y este nivel de complejidad se expresa como veremos, en alusiones que hacen algunos de los seminaristas a planteamientos como los del Anexo 1¹⁵ razón por la cual se profundiza en ellas con base en discusiones en torno a los textos “Experiencia y Explicación”, de Toulmin [21] y “Constructivismo: cambio de mirada o cambio de realidad” de Dino Segura [24], que a su vez enlazan con las críticas al positivismo. Hilos de relación que dificultan la categorización de enunciados, no obstante, tratamos de incluir en esta categoría los que aluden explícitamente a una red de conceptos que problematizan las relaciones entre percepción, realidad, objetividad, lenguaje y conocimiento.

Así por ejemplo, en un reconocimiento al carácter representacional del conocimiento, Jazmín, p. 21, en el protocolo 3 transcribe el planteamiento en cuestión¹⁶ y con el subtítulo “Postura desde el realismo ingenuo” y luego, bajo el subtítulo “reflexión”, con un tono categórico que podemos interpretar como indicador de una cierta claridad respecto a las discusiones y extendiendo el asunto a las implicaciones para la enseñanza, escribe “... la ciencia construye modelos explicativos que nos permiten comprender la realidad, en ocasiones erróneamente se cree que los modelos son una copia de la realidad, pero debemos como docentes de ciencias, ser conscientes de que estos modelos explicativos no son reales”.

En su “aporte personal” del mismo protocolo 4, Jazmín p: 27 se muestra más abierta o quizás con menos claridades, al decir que “La discusión sobre si existe una realidad fuera del hombre o, en otras palabras, si la realidad es una realidad en tanto el hombre la percibe, es un asunto que queda abierto y que quizás posteriormente abordemos para, de esta forma poder Margarita, p: 15, concuerda con sus colegas en destacar estas relaciones y al respecto anota de manera justificada que los conceptos, ecuaciones y significados “...son expresiones lingüísticas de nuestras representaciones; en la medida que conozcamos este lenguaje encontraremos mejores explicaciones, ya que las cosas, los objetos del mundo y el pensamiento están siempre relacionados”.

Asunto que retoma en sus reflexiones personales, aludiendo a un punto en común de las discusiones para destacar de los planteamientos toulminianos que “...pero cuando buscamos una explicación del mundo, no la podremos encontrar sólo desde el conocimiento cotidiano, ... necesitamos apoyo del conocimiento científico, ya que éste nos permite mostrar razones, justificar o describir la experiencia desde el lenguaje de las ciencias...”

Por su parte, Azucena, pp. 32 y 33, en su escrito sobre los textos en cuestión, los de Toulmin y de Segura, en el apartado de comentarios o aportes, retoma y resume principalmente los de este último, respecto a la importancia

¹⁵ Indaga cuestiones de orden ontológico y epistemológico.

¹⁶ “Las ciencias nos explican cómo son las cosas realmente y cómo funcionan”.

de reconocer el "...carácter relacional de las propiedades de los objetos" y las consecuencias de este reconocimiento, al decir que "... en este sentido, lo que se logra no es la explicación del mundo, sino la explicación de las representaciones que se elaboran de lo que está afuera o la 'realidad externa'".

En dicho escrito Azucena, p. 32, en forma sustentada anota "... Como consecuencia de las múltiples formas de explicación y representación surge la ciencia, que sobra decir, no es la única estructura válida de explicación...". Un planteamiento que completa resaltando componentes de subjetividad en la construcción de conocimiento.

Desde un reconocimiento al carácter representacional del conocimiento y a la importancia del lenguaje y de la argumentación en su construcción, los estudiantes comparten no sólo discusiones en torno a posturas epistemológicas, también expresan sus valoraciones en relación con las cuestiones de las que se ocupa el Seminario y especialmente respecto al trabajo con el MAT.

Estos asuntos son comentados por los seminaristas en enunciados en los cuales se hallan fuertemente imbricados componentes cognitivos y valorativos del la ecología compartida por el grupo. En lo que sigue presentamos apreciaciones de los seminaristas sobre su acercamiento a la argumentación con el uso del modelo argumental de Toulmin.

D.2 Valoración del MAT como estrategia para la regulación aprendizaje y como estrategia para la enseñanza

En relación con la razonabilidad, punto nodal de nuestro trabajo, conviene recordar que es un propósito del Seminario incentivar y promover la flexibilidad intelectual como actitud positiva y deseable, especialmente en el ámbito de la formación de maestros.

Así, con la pretensión de aproximar a los estudiantes al uso intencional de la argumentación sustantiva, el trabajo en el Seminario de lógica se centra en el Modelo Argumental de Toulmin y, para el caso de estudio al que se refiere este escrito, después un proceso de "familiarización" de los estudiantes con la utilización del MAT en asuntos de diversos campos, este uso se centra en cuestiones de la Química; específicamente a la construcción de argumentos en torno al concepto sustancia.

Los análisis a los MAT nos permiten identificar componentes del dominio disciplinar; cuestión que aquí no presentamos, pero que se encuentra fuertemente relacionada con las valoraciones que hacen los participantes sobre el trabajo y los debates realizado en torno a las implicaciones del uso de este modelo. Resaltamos aquí, que estas implicaciones aluden principalmente a su valor potencial como estrategia metacognitiva y como estrategia pedagógica, es decir para la enseñanza y la formación.

Para introducir estas cuestiones presentamos lo que dice Melisa, p. 58, en protocolo 7 sobre el MAT: "El modelo argumental de Toulmin se nos presenta para sustentar o argumentar nuestras opiniones o ideas, la importancia radica en la identificación de los componentes de dicha

argumentación, para dar cuenta de lo que se quiere expresar", frase que repite en el protocolo 8 y a la que agrega, refiriéndose a dichos componentes "uno de ellos son las garantías, importantes pues son las que sirven de enlace entre datos y conclusión. Así una buena argumentación va a depender de las bases teóricas y conceptuales que tengamos para apoyar una conclusión determinada".

Más allá de hacer una referencia al MAT, a los elementos del MAT y a la debida coherencia, Margarita, p. 24, arriesga una autocrítica al decir que "...una de las mayores dificultades que se nos presentan cuando tenemos que argumentar un planteamiento o una situación problema, es que no establecemos una relación adecuada entre los datos y pruebas, y sus conclusiones".

Por su parte, Jazmín en el protocolo 7, p. 56, en sus "aportes personales" dice que "Este Modelo argumental, me parece que además de novedoso es doblemente útil, en primera instancia porque puede servir a los docentes como herramienta a tener en cuenta a la hora de preparar la clase, esto permitirá un clase bien fundamentada, con elementos de credibilidad, certeza, verificabilidad y justificación"; un enunciado en el cual la valoración positiva se sustenta en conceptos como "credibilidad" que tienen que ver con una lógica sustantiva y otros como "certeza" y "verificabilidad" que están más relacionadas con una perspectiva racionalista o de la lógica formal.

Jazmín continua la reflexión sobre lo que llama la utilidad del modelo, resaltando la posibilidad que tiene el MAT de incentivar procesos epistémicos "...al practicar este modelo en el aula, los estudiantes pueden aprender a razonar, o sea a evaluar críticamente las posturas en un determinado contexto, habilidad que necesariamente permite el desarrollo de capacidades como relacionar datos – lo factual– con resultados o conclusiones, a la luz de lo abstracto –modelos, teorías, leyes –, de formas pertinente...".

En relación con lo anterior, Jazmín señala el valor del modelo como estrategia que posibilita el aprendizaje significativo "...todo lo anterior permitirá la construcción de modelos teóricos más elaborados en la medida en que exige el conocimiento de las garantías y sus respaldos y estos a su vez están asociados a otros conocimientos ya establecidos en la estructura cognitiva del estudiante y esta interacción entre el nuevo conocimiento y el anteriormente establecido tiene como resultado un aprendizaje significativo".

En sus "aportes personales" al protocolo 8, p. 59, esta estudiante resalta el valor del MAT como estrategia metacognitiva, es decir como posibilidad para la evaluación del propio conocimiento: "El MAT es una herramienta que nos permite evaluar nuestro conocimiento, identificar nuestras falencias y nuestros vacíos, en cuanto no admite simple información sino que requiere del razonamiento de la misma...".

Un enunciado que complementa con un llamado a superar el dogmatismo: "...muchas veces damos por sentada una conclusión que parece obvia y no somos conscientes de ese conjunto de razones que la sustentan; esto hace que nuestros conocimientos sean más dogmas de

fe en las ciencias que una externalización del razonamiento que elaboramos”

Jazmín, relaciona dicha valoración con asuntos de la enseñanza y, en este sentido, desde nuestro punto de vista perfila el MAT como posible estrategia didáctica cuando dice, “...si nosotros como docentes en formación no nos evaluamos y nos concientizamos de lo que puede suceder, seguiremos multiplicando, en vez de razones, dogmas”, enunciado que pone en relación asuntos del ámbito epistemológico con los de la enseñanza y el aprendizaje.

En relación con el potencial uso didáctico del MAT, Azucena, p. 58, en sus “comentarios” del protocolo 7 dice que “El MAT podría ser utilizado en la clase por el profesor como herramienta didáctica que facilite el aprendizaje y la aplicación de leyes, principios y teorías... y el MAT, por su capacidad explicativa y su diseño permitiría un amplia visualización de su cuerpo y estructura; de la misma forma, en la resolución de los ejercicios y problemas planteados en las clases, constituyéndose en herramienta cotidiana para el aprendizaje de los estudiantes”.

Respecto a esta valoración Azucena, *op. cit.*, también resalta el carácter situacional y contextual del modelo “Considero que el MAT, además de ser herramienta didáctica para el aprendizaje de leyes, conceptos y teorías... brida la posibilidad de aplicarlos de acuerdo con los diferentes contextos; mostrando que no todos son aplicables a cualquier situación y que para hablar de algo con propiedad, debe hacerse tomado marcos de referencia...”.

En relación con el valor pedagógico de la argumentación, resulta también interesante la reflexión de Melisa, p. 86, respecto a los textos de apoyos que hablan del discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias, cuando anota, en tono crítico: “...disiento las ideas D. Kuhn en cuanto a que el diálogo argumentativo exterioriza el razonamiento argumentativo, pues para conseguir este objetivo es necesario primero fomentar dicho diálogo entre estudiantes ya que no para todos es fácil expresar, y más aún en forma verbal, lo que se está pensando... la cultura tiene mucha influencia en la manera como nos expresamos”.

Así, esta estudiante llama la atención respecto a la necesidad de fomentar en el aula el diálogo argumentativo como condición que hace posible aprender a razonar. Aunque puede señalarse una incompreensión a las ideas de D. Kuhn, resaltamos con Melisa las estrechas relaciones entre las representaciones internas y las externas, reivindicando el valor de lo sociocultural en los aprendizajes.

Finalizamos la presentación de estas consideraciones de los seminarista con los planteamientos de Violeta en el protocolo 7, p. 11, en los que asume una postura crítica para señalar una cuestión de suma importancia: “...sin embargo, me sigue pareciendo que no es conveniente utilizar este modelo en todos los casos, ya que puede resultar algo complicado y algunas veces es limitante”.

Aunque no explicita el por qué los calificativos “complicado” y “limitante”, esta crítica es reiterada por Violeta, p. 50, en el escrito que elabora como avance del marco teórico para su trabajo final, en forma matizada dice “Con respecto al modelo argumentativo de Toulmin – MAT

– a pesar de que permite realizar procesos de razonamiento, no sé si sea conveniente seguir una serie de pasos para llegar a conclusión, ya que puede resultar limitante y no permitir el libre desarrollo de la ideas”. Cuestión con la que nos parece que esta estudiante llama la atención sobre el peligro de hacer del MAT una herramienta de tipo algorítmico.

Estas valoraciones de los seminaristas en articulación otros aspectos de nuestra investigación, nos permiten decir que más allá de ser estrategia metacognitiva, restringida a aspectos de cognición en el individual, el MAT puede ser considerado como una estrategia para la autorregulación de los aprendizajes y de la enseñanza. Hace posible explicitar procesos epistémicos como los implicados en las relaciones de unos elementos con otros, así como, respecto a sus contenidos en lo disciplinar; al tiempo que implica cuestiones de orden actitudinal como el respeto por las fuentes y la rigurosidad en el trabajo teórico y experimental.

En este orden de cuestiones y con base en nuestros hallazgos, nos atrevemos a decir que un estudio riguroso de los MAT construidos por los estudiantes, permite al profesor identificar problemas de comprensión respecto a las cuestiones disciplinares, así como, las relacionadas con el uso de los lenguajes y otras representaciones, lo que implica la posibilidad de orientar y definir nuevas estrategias pedagógicas para potenciar las oportunidad de aprendizaje. Esto es, autorregulación de la enseñanza¹⁷.

V. A MODO DE CONCLUSIONES: ENTRE OBSTÁCULOS Y HORIZONTES DE POSIBILIDAD

Vale aquí recordar que los seminaristas construyen como trabajo final, propuestas de enseñanza en las que es posible identificar que la búsqueda de fuentes bibliográficas diferentes a los libros de textos y, sobre todo, la posibilidad de recurrir a investigaciones que tiene que ver con la enseñanza de la Química desde una perspectiva epistemológica, les permiten una mejor aproximación a las cuestiones de orden disciplinar.

Es posible aludir a que en las propuestas de enseñanza elaboradas por los seminaristas, hay logros interesantes en el uso y significados del concepto sustancia, respecto a lo hallado en nuestros análisis de los MAT y otros productos académicos objeto de estudio. No obstante, en algunas de estas propuestas persisten o permanecen inamovibles, significados químicamente no adecuados.

En relación con ello, resaltamos que la presencia de esos aspectos inadecuados coinciden con la presencia de rasgos de perspectiva positivista y con el privilegio que muestran esas propuestas por fuentes del tipo libros de texto e internet, en las que se presentan definiciones ancladas en

¹⁷ Arriesgamos estas consideraciones con base en nuestros análisis a los MAT; así como, a las propuestas de enseñanza que en torno al concepto sustancia y enmarcadas en una opción por la argumentación en el aula, son elaboradas por los seminaristas a modo de trabajo final. Análisis que triangulamos con los de las otras fuentes.

información que además de ser poco apropiada, ofrecen exigua posibilidad de mostrar la Química como saber cambiante, con pluralidad de representaciones y explicaciones.

Reiteramos que estas propuestas prevalecen cuestiones en las que es posible identificar el deseo y la voluntad de trabajar hacia la construcción de la enseñanza para la argumentación; no obstante, más allá de la puesta en papel, nos interesa el paso hacia la puesta en práctica.

Al respecto, desde las reflexiones y debates suscitados en el Seminario y en relación con experiencia pedagógica posterior al mismo, retomamos aquí los aportes de Margarita y Jazmín, quienes nos hacen un llamado a considerar las dificultades y posibles obstáculos al posicionamiento de la enseñanza como argumentación.

A modo de ejemplo, aluden a los “afanes” cotidianos del aula por abordar contenidos y al respecto dicen “estas propuestas de enseñanza demandan mucho tiempo y dedicación para su preparación e implementación”. Cuestión que contraponen, en primer lugar, con las demandas implicadas en por ejemplo, las evaluaciones externas que, desde su punto de vista, están “obligando a entrenar a los estudiantes para un examen”.

Afán que relacionan con otra problemática hallada en nuestras indagaciones y señalada explícitamente por los seminaristas. Se trata del reconocimiento al uso frecuente y acrítico de los libros de texto; un reconocimiento que explicita Margarita en un escrito que elabora, a modo de “validación” de nuestras interpretaciones y análisis, parte de los participantes.

Sobre el asunto dice “Es muy pertinente la forma como se identifica en el colectivo una concepción dogmática en los libros de texto, reconocemos en nuestra práctica docente dicha concepción...ya que muchas veces sin darnos cuenta resultamos haciendo una transmisión de aquello que está consignado en los libros. Esta actitud puede darse en la mayoría de veces por el miedo que tenemos a equivocarnos, muchas veces creemos que nuestros conocimientos en Química son menos profundos que los que nos presenta el texto y esto no nos permite elaborar un análisis sobre la pertinencia de temas y conceptos, a lo que se suma la falta de tiempo para la preparación y el análisis”.

En relación con lo anterior consideramos que la posibilidad de visibilizar y explicitar cuestiones a superar es un avance muy importante respecto a la construcción y puesta en práctica de las perspectivas pedagógicas que aquí privilegiamos, las relacionadas con la argumentación en el aula. No obstante, también reconocemos que cuestiones como la presencia de rasgos de racionalidad dogmática y posturas epistemológicas que con estos están relacionados, también se constituyen en posibles obstáculos para nuestras pretensiones.

En relación con estos asuntos, consideramos que es importante continuar con un trabajo que permita privilegiar la perspectiva de la enseñanza como Argumentación, en tanto condición de posibilidad para un aprendizaje crítico, en el sentido que lo propone Moreira [25], con la pretensión de movilizar aspectos clave de la ecología representacional y, fundamentalmente, considerando las implicaciones que

esto tiene en términos de su papel como formadores de niños(as) y jóvenes.

Así, reiteramos, es necesario fortalecer una formación del profesorado que privilegie una perspectiva epistemológica contemporánea, una permanente actualización de los saberes implicados e inherentes a la construcción de propuestas para la enseñanza de las ciencias y, especialmente, una sólida preparación como personas en quienes la sociedad ha delegado la formación de ciudadanos(as), en la llamada era del conocimiento, que es también escenario de enormes inequidades, pobreza, guerras y destrucción.

REFERENCIAS

- [1] Toulmin, S., *La comprensión humana: el uso colectivo y la evolución de los conceptos*, (Alianza Editorial, Madrid, 1977).
- [2] Feyerabend, P. K., *Contra el método*, (Ariel, Barcelona, 1989).
- [3] Kuhn, T., *La tensión esencial: estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia*, (Fondo de Cultura Económica, México, 1982).
- [4] Kuhn, T. *La estructura de las revoluciones científicas*, (Fondo de Cultura Económica, Santa Fe de Bogotá, 1992).
- [5] Lakatos, I., *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales* (Tecnos, 2^{da} Edición, Madrid, 1987).
- [6] Laudan, L., *El progreso y sus problemas. Hacia una teoría del progreso científico*, (Ediciones Encuentro, Madrid, 1986).
- [7] Maturana, H., *El sentido de lo humano*, (Dolmen Ediciones, 8^{va} Edición, Santiago de Chile, 1996).
- [8] Toulmin, S., *Regreso a la razón*, (Ediciones Península Barcelona, 2003).
- [9] Toulmin, S., *La filosofía de la ciencia*, (Fabril Editora, Buenos Aires, 1964).
- [10] Duval, R., *Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizaje intelectual*, (Peter Lang/Universidad del Valle, Cali, 2004).
- [11] Duval, R., *Los problemas fundamentales en el aprendizaje de las matemáticas y las formas superiores en el desarrollo cognitivo* (Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía, Cali, 2004).
- [12] Kelly, G. & Green, J., The social nature of knowing: Toward a sociocultural perspective on conceptual change and knowledge construction. En B. Guzzetti & C. Hynd (Eds.), *Perspectives on conceptual change: multiple ways to understand knowing and learning in a complex world* (Lawrence Erlbaum Associates. Mahwah, NJ, 1998) pp. 145-181.
- [13] Adúriz-Bravo, A., Conferencia: ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación en didáctica. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 2º Congreso sobre Formación de Profesores de Ciencias del 25 al 28 de Mayo. Número Extra, 23-33 (2005).
- [14] Henao, B. L., *Hacia la construcción de una ecología representacional: Aproximación al aprendizaje como*

argumentación. Tesis para optar el título de Doctora de la Universidad de Burgos. En proceso de publicación (2010).

[15] Henao, B. L. & Stipcich, M. S., *Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **1**(7), Artículo3. (2008).http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen7/ART3_Vol7_N1.pdf. Consultado el 23 Julio, 2008.

[16] Henao, B. y Stipcich, S. y Moreira, M. A., *Sustancia en el devenir de la Química: Dime Cómo Te Buscan Y Te Diré Quién Eres*, Revista Ciência & Educação **3**, 497 – 514 (2009).

[17] Lüdke, M y André, M., *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*, (Editora Pedagógica e Universitaria, Sao Paulo, 1986).

[18] Piñuel, J. L., *Epistemología, metodología y técnicas de análisis de contenido*, Estudios de Sociolingüística **3**, 1-42 (2002). <http://web.jet.es/pinuel.raigada/A.Contenido.pdf>. Consultado el 16 de Enero de 2006

[19] Latour, B. & Woolgar, S., *La vida en el laboratorio: la construcción de los hechos científicos*, (Alianza Editorial, Madrid, 1995).

[20] Foucault, M., *La arqueología del saber*, (Siglo Veintiuno, México, 2007).

[21] Toulmin, S., *El Puesto de la Razón en la Ética*, (Revista de Occidente, Madrid, 1964).

[22] Toulmin, S., *Os usos do Argumento*, (Martins Fontes, Sao Paulo, 2006)

[23] Nadeau, R. y Desautels, J., *Epistemology and Teaching of Science*, (Conseil des Sciences du Canada, Ottawa, 1984).

[24] Segura, D., *Constructivismo: ¿cambio de mirada o cambio de realidad?* En XVII Congreso Nacional de Física: Enseñanza de la Física (pp. 61-79), Sociedad Colombiana de Física Medellín: Imprenta Universidad de Antioquia (1997).

[25] Moreira, M. A., *Aprendizaje significativo crítico*, [Versión electrónica]. Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación **6**, 83-102 (2005).

ANEXO 1

CONSIDERACIONES SOBRE LAS CIENCIAS

Para cada uno de los siguientes enunciados, manifieste su acuerdo o desacuerdo y justifique concordancia o discordancia.

1. "La ciencia es un conocimiento demostrado y por tanto, está por encima de cualquier crítica".

2. "Las ciencias nos explican cómo son las cosas realmente y cómo funcionan".

3. "La ciencia es la búsqueda de la verdad a través de la observación, la experimentación y el análisis de los fenómenos naturales"

4. "La ciencia busca probar hipótesis utilizando el método científico"

"La ciencia se basa en los hechos comprobados a través de la experimentación".

1. "La ciencia es objetiva"

2. "La ciencia busca resolver problemas que se plantean a la humanidad"

3. "La ciencia está al margen de las ideologías".

4. "La ciencia avanza constantemente.

5. "Cada vez se sabe mejor sobre cómo funcionan las cosas, cada vez nos aproximamos mas a la verdad"

6. "La ciencia es la clave del progreso de la humanidad".

Adaptado de:

Nadeau, R. y Desautels, J. (1984) *Epistemology and Teaching of Science*. Ottawa: Conseil des Sciences du Canada.

ANEXO 2

EL MODELO ARGUMENTAL DE TOULMIN

Para ilustrar la dinámica metodológica implicada en los análisis a los MAT construidos por los seminaristas, ejemplificamos con el ejercicio que denominamos MAT1.1 V 66 – Violeta, p: 66 –, modelo que explicita la sustentación que hace esta seminarista a la afirmación "El agua de la llave es una mezcla", cuestión que fue planteada al grupo a modo de discusión sobre si, desde el punto de vista químico, el agua de la llave o grifo es una mezcla o una sustancia pura. Violeta elabora el modelo de la Figura 4.

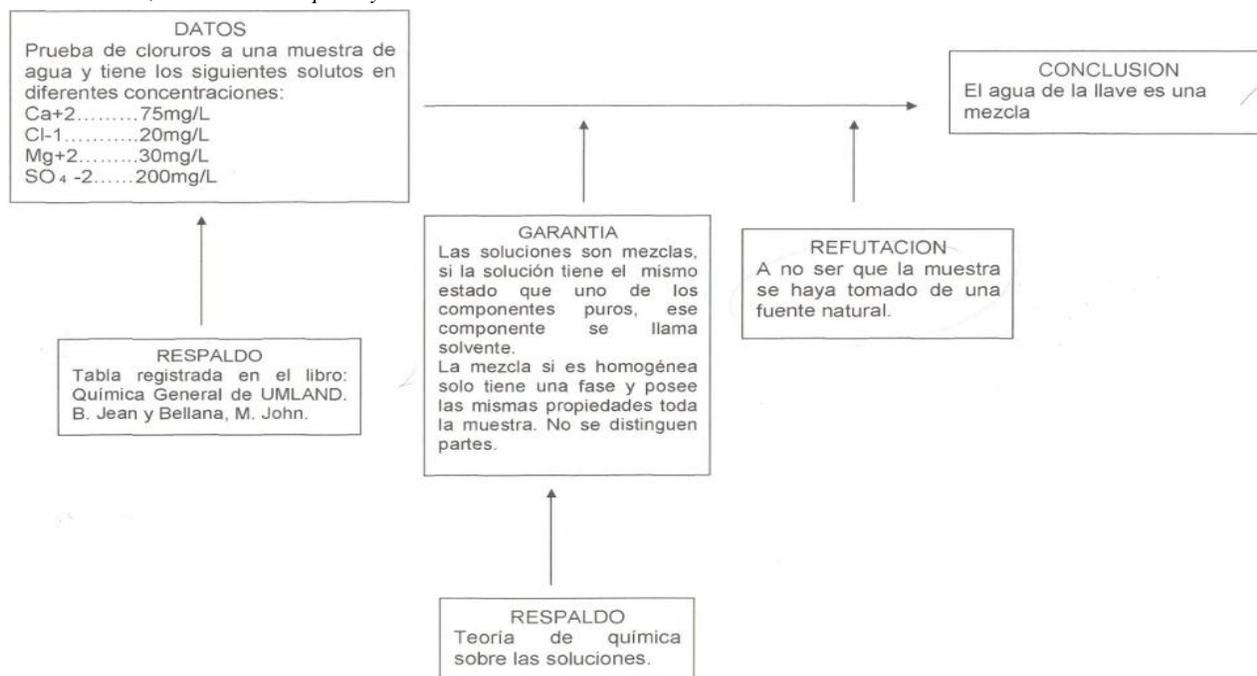


FIGURA 4 Modelo argumental elaborado por Violeta para sustentar que el agua de la llave es una mezcla.

En relación con las cuestiones estructurales, es posible decir que éste es un argumento que atiende requisitos mínimos de la argumentación sustantiva, en tanto la tesis es sustentada con base en datos alusivos a un caso particular que está inscrito o contenido en una cuestión general, la garantía; componentes que a su vez están respaldados; así mismo, el argumento explicita las restricciones o limitaciones de la aseveración con una refutación. Más allá de estas cuestiones, nos interesa identificar la presencia de algunos factores de calidad en el argumento analizado.

Como lo anotamos, en el argumento en cuestión los datos aluden a la descripción de un caso particular respecto a la garantía ya que se enuncia, a modo de descripción cualitativa y cuantitativa, que el agua de la llave es una solución química que contiene varios solutos; un enunciado debidamente articulado con la primera parte de la garantía – “las soluciones son mezclas”– y, por lo tanto, conducente a la conclusión.

Al enfocarnos en la información registrada como datos, esto es, en la descripción que se hace del sistema “agua de la llave” como solución, identificamos su pertinencia para catalogar dicho sistema como un mezcla y consideramos que es una información suficientemente ilustrativa para que mediante el enlace con la garantía, se llegue a la conclusión; así mismo, podemos decir que parte de esta información, especialmente la de tipo cuantitativo, se podría obviar sin afectar su valor como base o apoyo a la conclusión; parte de dicha información no es necesaria.

Desde el punto de vista disciplinar, es importante señalar en los datos, imprecisiones como la de aludir a la prueba de cloruros y pasar sin mediación alguna al reporte de iones diferentes a los identificados por medio de dicha prueba. Valoramos el uso de fórmulas químicas para aludir a los iones presentes, no obstante llamamos la atención en la

escritura de las mismas, si tenemos en cuenta las indicaciones de la IUPAC; de igual modo, hallamos no apropiados los símbolos usados para indicar la concentración.

En relación con el respaldo a los datos, si bien es clara su coherencia con estos, es de resaltar que la información incluida es necesaria pero no suficiente; en este caso, es deseable una cita bibliográfica completa que permita hallar en el texto citado, la tabla a la que se alude en los datos. Más allá de esto, consideramos importante llamar la atención sobre un asunto implícito respecto a la relación de los datos con su respaldo, es el que tiene que ver la descripción cuantitativa y el registro que a modo de “composición constante” se presenta en un libro de texto¹⁸, si tenemos en cuenta que no se hace alusión a una muestra particular de agua de la llave, a la que corresponda tal información.

Por su parte, lo enunciado como garantía es un puente que posibilita el paso de los datos a la conclusión, siendo entonces pertinente para el caso; además de coherente con estos mismos componentes. Sin embargo, es posible decir que una parte estos enunciados no son relevantes, por ejemplo, resultan innecesarias las anotaciones respecto al solvente. Destacamos como necesario el enunciado “las soluciones son mezclas”, aunque la información es insuficiente respecto a la posibilidad de comprender porque el sistema en cuestión es un mezcla y no una sustancia, asunto central a discutir.

Aunque la garantía hace un compendio de información que pone en relación mezclas y soluciones, es poco clara la

¹⁸ Conviene precisar que esta estudiante elabora un esta tabla quizás con base en otra del texto citado, en la que se presenta la composición de una muestra de agua de mar en términos de porcentaje en masa de soluto.

relación con el concepto sustancia pura y aunque éste se menciona, cuando anota "...si la solución tiene el mismo estado de uno de sus componentes puros...", la alusión se deja en un nivel de características macroscópicas tangibles como la "apariencia" de homogeneidad, lo que pone de relieve un conocimiento incompleto que no permite la comprensión mediante el uso de, por ejemplo, un modelo atómico-molecular para establecer diferencias en el ámbito microscópico y con mayor nivel de abstracción. Por lo anterior, la garantía nos parece sólo medianamente adecuada.

El respaldo a la garantía lo encontramos pertinente y coherente con la misma; no obstante, consideramos que hace falta hablar de los estudios sobre la composición de los materiales y en lo posible precisar algunas de las investigaciones que aluden a estos estudios. También es deseable que se anote alguna fuente bibliográfica que permita corroborar, ampliar o profundizar lo expuesto en la garantía. Por lo tanto este respaldo es necesario pero no suficiente.

En lo que se refiere a la refutación, es posible identificar su pertinencia y la coherencia con la conclusión, aunque alude a un caso en el que los datos no aplicarían. Llamamos la atención en la manera como esta refutación "A no ser que la muestra se haya tomado de una fuente natural" nos permite un hallazgo importante en relación con una posible confusión entre las "sustancias puras" y sistemas considerados "no contaminados" o "naturales".

En relación con lo anterior, adelantando los análisis de modelos presentados por los otros estudiante para esta misma conclusión, es posible decir que en general muestran una superación de la confusiones entre los conceptos "agua pura" y "agua potable", confusión común y frecuente, muy ligada a informaciones difundidas para acreditar la calidad del "agua" que distribuyen las empresas que presentan el servicio público de acueducto o que venden "agua empacada o embotellada". No obstante, como lo anotamos, en Violeta p: 66, hallamos una confusión entre la sustancia agua, pura desde el punto de vista químico, y el "agua natural".