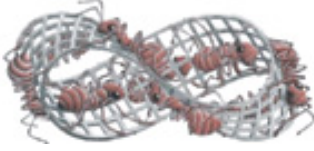


Cinta de Moebio



Cinta de Moebio
Universidad de Chile
fosorio@uchile.cl
ISSN Electrónico: 0717-554X
CHILE

2004

Luis G. Jaramillo / Juan C. Aguirre

LA CONTROVERSI A KUHN – POPPER EN TORNO AL PROGRESO CIENTÍFICO Y
SUS POSIBLES APORTES A LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Cinta de Moebio, septiembre, número 020

Universidad de Chile
Santiago, Chile

La Controversia Kuhn – Popper en torno al Progreso Científico y sus posibles aportes a la Enseñanza de las Ciencias

Luis Guillermo Jaramillo Echeverri. Magíster en Educación y Desarrollo Humano. Profesor de Investigación, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación, Universidad del Cauca, Popayán (Colombia).

Juan Carlos Aguirre García. Filósofo. Maestría en Filosofía de la Ciencia, Universidad de Caldas, Manizales (Colombia).

Abstract

The present article, more than to deepen in the polemic classic Popper - Kuhn regarding the progress of the science, seeks to indicate some fundamental pillars that should be kept in mind as possibility for the elaboration of a curriculum in the teaching of the sciences. It is rescued of this discussion the popperian position around the formation of a critical spirit that in our opinion, it is a possible road for the scientific practice.

Key words: falsacionism, paradigm, normal science, extraordinary science, critical rationalism.

Resumen (1)

El presente artículo, más que ahondar en la clásica polémica Popper - Kuhn en lo referente al progreso de la ciencia, pretende indicar algunos pilares fundamentales que deben tenerse en cuenta como posibilidad para la elaboración de un currículo en la enseñanza de las ciencias. Se rescata de esta discusión el planteamiento popperiano en torno a la formación de un espíritu crítico, que a nuestro juicio, es un camino posible para la práctica científica.

Palabras claves: Falsación, verosimilitud, paradigma, ciencia normal, ciencia extraordinaria, racionalismo crítico.

Recibido el 26-03-2004.

1. Introducción

La filosofía de la ciencia, en 1965, fue testigo de una de las más acérrimas controversias epistemológicas de su historia. El marco de discusión fue el Coloquio Internacional sobre Filosofía de la Ciencia celebrado en Londres, con la participación de los más destacados representantes de esta nascente disciplina; y que fue conservado para la posteridad, gracias a los esfuerzos de Lakatos y Musgrave quienes, cinco años más tarde, editaron las memorias del mismo. Dentro de este coloquio, una de las confrontaciones que más llamó la atención fue la sostenida por Karl Popper y Thomas S. Kuhn, connotados filósofos, salidos de los más estrictos ámbitos científicos.

El presente artículo antes que agotar los variados tópicos abordados en debate, los cuales abarcan desde el concepto de verdad, la imposibilidad del progreso científico, hasta la primacía de la lógica de la investigación sobre la psicología del descubrimiento; buscará extraer de él, argumentos que permitan construir una sólida imagen de lo que debe ser la práctica científica y su consecuente progreso, así como perfilar una propuesta pedagógica que permita mejorar la manera como los estudiantes asimilan y transforman el conocimiento científico.

2. KUHN – POPPER: Raíces de la Discusión y posible aplicación a la Enseñanza de las Ciencias

2.1 Concepción Popperiana sobre el Progreso de la Ciencia

Para Popper, el desarrollo de la ciencia es algo innegable, es más, es "esencial para el carácter racional y empírico del conocimiento científico, si la ciencia deja de desarrollarse pierde este carácter" (2). Popper en el prefacio a la edición inglesa de 1959 de la "*Lógica de la Investigación Científica*" expone que "el problema central de la epistemología ha sido siempre, y sigue siéndolo, el problema del conocimiento. Y el *mejor modo de estudiar el aumento del conocimiento es estudiar el del conocimiento científico*" (3).

Para este autor, la ciencia es independiente de los sujetos cognoscentes (campo de la psicología); por tanto, el conocimiento científico nace de los problemas y no de la verificabilidad de hechos empíricos; cualquier pretensión de usarla como principio de sentido, conduciría la ciencia a su aniquilamiento.

Desde esta perspectiva, Popper considera el progreso científico no como la acumulación de observaciones, sino como "el repetido derrocamiento de teorías científicas y su reemplazo por otras mejores o más satisfactorias" (4) (carácter permanentemente revolucionario de la ciencia). Tal derrocamiento no acaece de súbito, sino gracias a los esfuerzos de los científicos por diseñar experimentos y observaciones interesantes con el fin de *testar* (corroborar) las teorías, especialmente las teorías nuevas. En tal sentido, Popper propone un método alternativo al inductivismo: la interpretación deductivista, denominada **falsación**, método que sirve no sólo como criterio de demarcación, sino también como mecanismo para poner a prueba teorías buscándoles falsadores potenciales y facilitar, en últimas, el crecimiento de la ciencia (5).

Para llegar a una buena teoría, Popper propone una metodología que parte de la investigación de problemas que se esperan resolver. Frente a ellos se ofrece una solución tentativa a través de la formulación de teorías, hipótesis, conjeturas. Las diversas teorías competitivas son comparadas y discutidas críticamente con miras a detectar sus deficiencias. Finalmente, surgen los resultados de la discusión crítica, lo que para Popper se denominaría "ciencia del día" (6). Para Popper, por tanto, la ciencia es un conocimiento hipotético y conjetural.

Toda teoría debe someterse a tests; con todas las armas de nuestro arsenal lógico, matemático y técnico, tratamos de demostrar que nuestras hipótesis son falsas; la teoría que resista la mayor cantidad de tests cruciales, puede considerarse como una buena teoría científica; es decir, una "teoría que nos dice más, o sea, que contiene mayor cantidad de información o *contenido* empírico; que es lógicamente más fuerte; que tiene mayor poder explicativo y predictivo; y que, por ende, puede ser testada más severamente comparando los hechos predichos con las observaciones" (7).

Los científicos, al formular sus teorías, deben preocuparse menos por la probabilidad que por la **verosimilitud** (Vs). Obviamente, Popper tiene un concepto de verdad, a saber, el mismo que comparte Tarski: verdad como correspondencia con los hechos (8). El científico, siempre trata de hallar teorías verdaderas, o al menos, teorías que estén más cerca de la verdad que otras. La verdad, además de ser objetiva, absoluta e inalcanzable (debido a la infinita magnitud de nuestra ignorancia), se torna para el científico en un principio regulador, que si bien, no le permite saber que es poseedor de la verdad, al menos le sirve para comprender que aún no la ha alcanzado.

Ahora bien, si se comparan los contenidos de verdad (Ctv) y los contenidos de falsedad (Ctf) de dos teorías T1 y T2, ¿cómo se puede determinar que T2 es más semejante a la verdad o corresponde mejor a los hechos que T1? Para ello deben reunirse dos condiciones:

El contenido de verdad (Ctv), pero no el contenido de falsedad (Ctf), de una Teoría 2 (T2) es mayor que el de la Teoría 1 (T1);

El contenido de falsedad de T1, pero no su contenido de verdad, es mayor que el de T2.

Preferimos T2, que ha pasado ciertos tests severos, a T1, que ha fracasado en esos tests, puesto que una teoría falsa es ciertamente peor que otra que, de acuerdo con nuestro conocimiento, puede ser verdadera (9).

2.2 Planteamiento de Kuhn sobre la Práctica Científica

En *La Estructura de las Revoluciones Científicas*, Kuhn, físico teórico y distinguido historiador de la ciencia, expone sus tesis fundamentales de una manera sencilla y con abundancia de ejemplos extraídos de la historia de la ciencia. Entre estas tesis se hallan los conceptos de enigma, anomalía y revolución científica, los cuales dependen, para su aceptación, de los componentes psicológicos y sociológicos propios de la comunidad científica. También engloba su propuesta la diferencia entre *Ciencia Normal*, *Ciencia Extraordinaria* y la concepción de Paradigma, siendo esto último lo que iluminará las reflexiones posteriores.

En primer lugar, es preciso establecer la diferencia entre *Ciencia Normal* y *Ciencia Extraordinaria*. La *Ciencia Normal*, practicada por una comunidad científica madura, puede determinarse, en gran medida y con relativa facilidad a través de la inspección de los *paradigmas* que la conforman. Pese a las dificultades que el término *paradigma* encierra, en parte por incluir conceptos aparentemente heterogéneos, puede conservarse la siguiente definición: los paradigmas son "realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante mucho tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica" (10); puesto que "un paradigma es lo que comparten los miembros de una comunidad científica y, a la inversa, una comunidad científica consiste en unas personas que comparten un paradigma" (11). Los paradigmas, atraen durante un buen tiempo a un grupo de científicos y, además, son incompletos, al dejar muchos problemas para ser resueltos por la comunidad científica.

Respecto a lo que es *Ciencia Normal*, puede asimilarse como la resolución de enigmas instrumentales, conceptuales y matemáticos, considerándose un experto, quien después de ser preparado en el estudio de los paradigmas compartidos por la comunidad científica particular con la que trabajará más tarde, logre con éxito resolver los enigmas planteados; los científicos de la *Ciencia Normal*, apoyados en el paradigma, buscan, además, determinar los hechos significativos, acoplar los hechos con la teoría y articular la teoría. Dentro de dicho paradigma, las opiniones de los científicos seguidores de la teoría se manifiestan en los libros de texto, los artículos, las conferencias, etc., los cuales nos hacen partícipes, mediante su lectura, de una serie de conocimientos sobre los que parece no haber ninguna duda.

En suma, al aceptar un paradigma, el científico normal intenta hacer encuadrar la naturaleza dentro de los moldes que el paradigma impone. "Esto posibilita el desarrollo del conocimiento dentro de la actividad científica normal, y obligar a la comunidad científica a resolver los problemas que el paradigma plantea" (12); así pues, la actividad científica normal, y su fundamento se basa en "la determinación del hecho significativo, el acoplamiento de los hechos con la teoría y la articulación de la teoría" (13). La *Ciencia Normal* no tiende hacia novedades fácticas y, cuando tiene éxito, no descubre ninguna.

Es precisamente esta última afirmación la que abre la grieta para la definición de *Ciencia Extraordinaria* o *Ciencia en Crisis*. Hay una serie de fenómenos que no se dejan asimilar por los paradigmas existentes, que a pesar de estar ahí, en ocasiones no son percibidos por los científicos de la *Ciencia Normal*; tales fenómenos son precisamente las *anomalías* que indican un no acoplamiento con el paradigma existente, como si fueran un enigma más de la ciencia normal; pero, su dificultad aglomera cada vez más un mayor número de científicos que intentan resolverlo, estableciendo hipótesis *ad hoc*, hasta hacerse confusas dentro de la *Ciencia Normal*, lo que lleva a desacuerdos entre los practicantes de la ciencia, quienes empiezan a dudar, incluso, de las anteriores soluciones dadas por el paradigma y, finalmente, culminan con la aparición de un nuevo candidato a paradigma y la lucha para que sea aceptado: cuanto más preciso sea un paradigma y mayor sea su alcance, más sensible será como indicador de la anomalía y, por consiguiente, de una ocasión para el cambio de paradigma (14). Sin embargo, es necesario aclarar que mientras no se disponga de un sustituto el paradigma en crisis deberá ser sostenido.

Por lo tanto, ese paso de un paradigma a otro no se da de manera gradual; son verdaderas revoluciones las que ocurren en esta transición. En tiempos de revolución, el científico de la ciencia normal debe reeducar su percepción, debe aprender a ver una forma (Gestalt) nueva, debe empezar a habitar un hogar distinto, a irrespetar a sus antiguos santos. De igual forma, la nueva ciencia, debe redefinirse; al cambiar los problemas, cambian las normas; así "la tradición científica normal que surge de una revolución científica es no sólo incompatible sino a menudo también realmente incomparable con la de antes" (15).

No está de más afirmar que, en clara oposición al falsacionismo, el hecho de rechazar un paradigma, conlleva inextricablemente el que otro lo remplace; "el rechazar un paradigma sin reemplazarlo por otro, es rechazar la ciencia misma" (16). Por tanto, hasta el grado en que se dedique a la ciencia normal, el investigador es un solucionador de enigmas, no alguien que ponga a prueba los paradigmas; puesto que, para Kuhn los fracasos no rechazan del todo las teorías, basta introducir hipótesis *ad hoc*.

2.3 Ejes de la Controversia y posible aplicación en la Enseñanza de las Ciencias

Cuando Popper y Kuhn se encontraron en el Coloquio Internacional de Filosofía de la Ciencia en 1965, las teorías arriba esbozadas, eran ya ampliamente conocidas y las simpatías por uno u otro autor eran claramente identificables; sin embargo, nunca como en ese escenario, cuyas conclusiones darían la vuelta al mundo, se habían enfrentado los dos renombrados epistemólogos.

El debate lo inicia Kuhn. En su intervención destaca que la diferencia de pensamientos con Popper, son menos que los puntos de contacto, entre los cuales señala: Ninguno de los dos concibe la ciencia como una empresa que progresa de forma acumulativa, ambos coinciden en afirmar que "el análisis del desarrollo del conocimiento científico debe tener en cuenta el modo como la ciencia trabaja en realidad" (17) y, finalmente, no existe, a decir de Kuhn, mayor diferencia con Popper respecto a la tesis de la falsación.

Existe, sin embargo, un aspecto fundamental que critica Kuhn de Popper. A decir de Kuhn, Sir Karl está convencido de que un científico construye hipótesis y las contrasta con la experiencia, las contrastaciones tienen la función de explorar las limitaciones de la teoría aceptada o de amenazar lo más posible a una teoría vigente; la ciencia, entonces, crece no a través de la acumulación de conocimiento, "sino por el "derrocamiento revolucionario" de una teoría aceptada y su reemplazamiento por otra mejor" (18).

Según Kuhn, Popper está tomando una sola cara de la moneda y la razón de esto es que no considera la diferencia crucial (claramente definida por Kuhn) entre Ciencia Normal y Ciencia Extraordinaria. De esta distinción, Popper sólo analiza lo que ocurre a la ciencia en tiempos de crisis, pero olvida la práctica "normal" de la ciencia.

Ante esta inculpación de Kuhn, Popper inicia su defensa argumentando que en modo alguno desconoce el hecho de que "los científicos desarrollan necesariamente sus ideas dentro de un marco general teórico definido" (19); es más, cita *in extenso* el primer párrafo del prefacio a la primera edición (1934) de la *Lógica de la Investigación Científica*, donde de manera clara evidencia la situación "normal" de un científico, semejante a lo planteado por Kuhn.

Ahora bien, lo que diferencia a Popper de Kuhn, es que a aquel no le parece tan radical la escisión entre ciencia normal y ciencia extraordinaria, sino que se encuentran varios matices entre estas y no es tan tajante la escisión como la hace ver Kuhn. Popper reconoce que la "ciencia normal", en el sentido de Kuhn, existe, y la define como "la actividad de los profesionales no revolucionarios, o, dicho con más precisión, no demasiado críticos; del estudioso de la ciencia que acepta el dogma dominante del momento; que no desea desafiarlo; y que acepta una teoría revolucionaria nueva sólo si casi todos los demás están dispuestos a aceptarla, si se pone de moda" (20).

De acuerdo con la anterior definición, no lejana al planteamiento de Kuhn, puede advertirse con Popper, que si esa es la forma "normal" con la que los científicos asumen su trabajo, ésta actitud es en modo sumo perjudicial a la ciencia misma en tanto producto humano, toda vez que condena al científico a un adoctrinamiento tal que le impide ir más allá de su práctica, cuestionar el paradigma que defiende, ser creativo. Para Popper por tanto, la labor que ejerce el científico dentro de la "ciencia normal", es de alguien que desarrolla una ciencia poco crítica y reflexiva; es decir, petrificada y agonizante; que asume los paradigmas de forma ingenua sin someterlos a procesos de conjetura y refutación permanente (21), inclusive, Popper anuncia que quien construye este tipo de conocimiento científico es digno de compasión.

En tal sentido, Popper no es ciego a la realidad descrita por Kuhn, más aún, sostiene que esta clase de actitud existe, no solamente entre los ingenieros, sino también entre las personas formadas para ser científicos. El hecho es que no se queda en el mero enunciar lo que está sucediendo, sino que además de criticar, con ejemplos de la historia de la ciencia, la definición Kuhniana de Ciencia Normal, intenta formular una salida a este fenómeno que pone en peligro no solo la ciencia misma, sino también, la civilización.

Frente al concepto de "Ciencia Normal" enunciado por Kuhn, Popper asegura que ninguno de los científicos registrados en los anales de la historia de la ciencia, fueron "científicos normales". Popper menciona un ejemplo claro para ilustrar su postura: Charles Darwin, no es precisamente un ejemplo de revolucionario, pero, tal vez a pesar suyo, su obra está inundada de problemas genuinos que continuamente compiten buscando posibles soluciones. No basta entonces a un científico dedicarse a resolver enigmas o rompecabezas, a lo que se enfrenta es a problemas reales (22).

Además, Popper considera que no se puede ser tajante a la hora de decir "este es un científico normal y este un científico extraordinario", debe haber gradaciones como se dijo anteriormente. Es impreciso decir que los períodos "normales" de la historia de la ciencia están bajo el imperio de una teoría dominante; frente a esta pretensión, Popper enuncia el problema de la materia, el cual desde la antigüedad ha aglutinado tres teorías dominantes en competencia (23).

Como se había afirmado, Popper no sólo critica el concepto de "Ciencia Normal", tachándolo de impreciso, sino que además, propone una alternativa a él. Popper centra su argumento en la educación del científico. Si es cierto que hay científicos normales, ello se debe a que su entrenamiento se fundamentó en aprender un paradigma, sus leyes y la manera de resolver problemas (enigmas), a partir de modelos; es decir, se les ha enseñado a armar rompecabezas. Lo que debe hacerse, frente a esta enseñanza "normal", es aprehender a los científicos en la formación de un pensamiento crítico.

3. Enseñanza de las Ciencias desde la Concepción Popperiana: Hacia una Pedagogía Crítica

"La única forma de acceder a un pensamiento universal es producir un pensamiento genuino sobre nuestra particularidad" (24); esto es alcanzable en la medida en que seamos críticos respecto a corrientes científicas dogmáticas que con frecuencia se aceptan ciegamente. En tal sentido, los currículos de enseñanza de las ciencias (naturales o sociales), deben partir de una pedagogía que sea capaz de poner sobre la balanza las diferentes concepciones de "*ciencia normal*" en el mundo actual.

Si bien nos apoyamos en Popper para reconocer en su teoría las bondades del crecimiento crítico de las ciencias, asumimos que la adopción de una perspectiva *crítica* no es exclusividad de determinadas ciencias, sino de todas las ciencias en su generalidad (naturales o sociales), en tanto las ciencias intentan comprender y explicar el mundo vivido y construido por los otros—nosotros.

La gran misión de los educadores actuales en la enseñanza de las ciencias, es formar en sus estudiantes un espíritu de pesquisa; un espíritu cuestionador de lo dado científicamente como saber absoluto. Hoy, más que nunca, debemos preguntarnos si nos atrevemos a crear una pedagogía crítica que sea capaz de proporcionar en los estudiantes las condiciones necesarias para rechazar lo que ellos experimentan como algo dado, y si nos atrevemos a transformar las modalidades de enseñanza de nuestras escuelas en actos de disonancia y en intervenciones de inscripción ritual de nuestros estudiantes en los códigos de la cultura dominante (25). Preguntas de MacLaren dirigidas a un mundo global que, parece otorgar prioridad, a una teoría empobrecida alejada cada vez más de la realidad. Lo que se sugiere entonces, es que "los estudiantes necesitan hacer juicios críticos sobre lo que la sociedad puede significar; y sobre lo que es posible o deseable fuera de las configuraciones de poder y privilegio existentes" (26).

Con base en el anterior reto pedagógico, e intentando responder en algo los cuestionamientos del MacLaren, y apoyados en el Racionalismo Crítico popperiano, nos atrevemos a lanzar, a manera de propuesta, cuatro posibles cimientos sobre los cuales se debe educar y reeducar a los científicos actuales en la enseñanza de las ciencias desde un pensamiento crítico; estos son:

3.1 Permanente Vigilancia de los Modelos Existentes en las Ciencias

Como bien lo planteó Kuhn, las comunidades científicas se agrupan en torno a paradigmas difíciles de abandonar. Todo paradigma implica seguridad, terreno firme, alto grado de certeza. En este sentido, los investigadores normalmente se apoyan en los paradigmas para desarrollar su práctica científica, sin necesidad de preguntarse por las cuestiones más profundas que llevaron a su adopción. Las revoluciones científicas nacen de mentes que, no conformes con las respuestas admitidas, buscan nuevas formas de explicar los hechos, puesto que las viejas explicaciones no les satisfacen. Este primer cimiento, entonces, tiene que ver con la urgencia de cuestionar los paradigmas, las verdades importadas, las teorías acabadas, los dogmas. Pero: ¿Cómo se explica desde la misma filosofía de la ciencia la adopción de tales "dogmas"?

El primer esfuerzo serio por explicar estos fenómenos lo hizo la llamada Concepción Heredada, que, aunque no debe confundirse con el positivismo lógico, no puede ser entendida separada de las tesis de dicho movimiento; según los positivistas: "Cuando una teoría se propone inicialmente y se considera si es adecuada, sus fallos predictivos se traducirán en un rechazo o disconfirmación de la misma; pero si la teoría logra pasar con éxito una variedad suficiente de experimentos relativos a su alcance inicial, la teoría pasa a disfrutar de un alto grado de confirmación en relación con dicho alcance. Una vez que disfruta de un alto grado de confirmación es muy poco probable que la teoría pueda verse disconfirmada" (27).

Es precisamente este planteamiento que ha hecho carrera a lo largo de la historia de la ciencia, el que hay que reevaluar. Popper propone entender los sistemas teóricos como escalones, más que como fines. El concepto de verdad que aquí se maneja es importante pues no se está hablando de una verdad absoluta e incontrovertible, sino de una verdad aproximada, verosimilitud. Cada una de las etapas por las que transcurre el conocimiento científico son importantes, en tanto conducen a un saber más rico y más testable.

Así pues, lo que interesa en ciencia no es tanto evitar a toda costa la disconfirmación, por el contrario, es preciso encontrar falsadores posibles. La crítica juega un papel fundamental puesto que "es este procedimiento crítico el que contiene tanto los elementos racionales como los empíricos de la ciencia. Contiene las elecciones, los rechazos y las decisiones que muestran que hemos aprendido de nuestros errores y, con ello, hemos aumentado nuestro conocimiento científico" (28).

No hay que tener pues temor de cuestionar las verdades preestablecidas, máxime sabiendo que cada vez que consigue falsarse una teoría, "hacemos un descubrimiento importante... [las falsaciones] nos enseñan lo inesperado. Y nos tranquilizan respecto a nuestras teorías que, aunque son hechas por nosotros, aunque son invenciones nuestras, no por ello dejan de ser auténticas aserciones sobre el mundo; porque pueden chocar con algo que nosotros no hemos hecho" (29).

3.2 Estructuración de Núcleos Temáticos y Problemáticos Reales como Facilitadores de un Conocimiento Crítico

Hay que tomar en serio la necesidad de estructurar todo conocimiento a partir de núcleos temáticos y problemáticos; el estudiante no sólo debe enfrentarse a los problemas que tienen una respuesta determinada en un manual, sino que debe enfrentarse a problemas reales y llegar a descubrir nuevos problemas.

Desde las ciencias de la educación, los núcleos temáticos y problemáticos como estrategia curricular interdisciplinaria, se entienden como "el conjunto de conocimientos afines que posibilitan definir prácticas y procesos de investigación en torno a un objeto/problema. Esto implica la construcción de estrategias que garanticen la relación teoría práctica y la construcción de acciones participativas entre individuos y grupos en la diversidad de soluciones propuestas" (30). Por tanto, los núcleos temáticos y problemáticos son una estrategia que permite integrar un campo de problemas en un plus de conocimientos en la formación de un futuro profesional.

Desde el racionalismo crítico, el esquema básico que a este propósito expone Popper es el siguiente:

P1 TT EE P2

Siendo esto que "toda discusión comienza con un problema (P1), al que ofrecemos algún tipo de solución tentativa – una *teoría* tentativa (TT); ésta teoría es entonces sometida a crítica, en un intento de *eliminación de error* (EE); y, como en el caso de la dialéctica, éste proceso se renueva a sí mismo: la teoría y su revisión crítica dan lugar a nuevos *problemas* (P2)" (31).

Desde el anterior esquema y la propuesta educativa, se puede inferir que el papel que tienen los núcleos problemáticos en torno a una pedagogía crítica, es preponderante, no sólo para el futuro del científico mismo, sino primordialmente, para la ciencia. Popper, en varios escritos sostiene la idea de que "es el problema el que nos acicatea a aprender, a hacer avanzar nuestro conocimiento, a experimentar y observar" (32); más aún, una teoría es realmente valiosa, en la medida en que plantee nuevos problemas. Teorías reales con problemas que trascienden la especificidad de nuestras disciplinas (transdisciplinariedad) y que pueden servirnos para orientar nuestra acción en el mundo. Posibilidad de acción que nos puede orientar hacia la enseñanza "en la solución de problemas reales, en vez de atosigar a los estudiantes con un curso detrás de otro poco o nada vinculado con la realidad" (33).

Además, la oportunidad de construir núcleos en torno a problemas reales y específicos, nos ayuda al "trabajo en equipo, a la acción colectiva y a la divergencia argumentada como impronta esencial de su dinámica, lo cual permite mirar de manera optimista la posibilidad de construir comunidades académicas, base esencial de la constitución de auténticas y legítimas comunidades científicas" (34) en tanto un problema común exige mucho más que su resolución metodológica.

Podría decirse que la labor de la gran mayoría de nuestros científicos latinoamericanos, consiste en aceptar el dogma predominante del momento y sólo lo abandonan si aparece un nuevo paradigma capaz de aglutinar los más reconocidos personajes. No hay ni herramientas ni interés por desafiar algún paradigma; los científicos se confinan a un adoctrinamiento que les impide ir más allá de su práctica.

3.3 Ser Críticos implica Ser Creativos

Este pilar se debe tener en cuenta en una pedagogía crítica de las ciencias, el cual radica precisamente en el uso de la creatividad. Hoy, cuando todas las corrientes de aprendizaje pretenden impulsar el desarrollo del espíritu creativo, las ciencias, máxima creación del mundo occidental, no pueden seguir siendo homologadas con charlatanería o discursos pasajeros. "Antes estábamos acostumbrados a la docilidad en la aceptación de teorías científicas y matemáticas que exponíamos, y de respuestas a preguntas y problemas que habíamos leído en los libros de texto, hoy en día la creatividad nos impulsa a la capacidad de invención, de expresión y de comunicación" (35). Creatividad en la solución de problemas reales y concretos que tienen que ver con nuestro quehacer social y cultural, unido a los adelantos científicos del momento.

En efecto, Weisberg en sus estudios sobre creatividad, llega a la conclusión de que en la mente del sujeto creador, "no sucede nada diferente a lo que pasa en cualquier proceso de producción intelectual, siendo entonces el producto creativo una consecuencia del examen detallado de preconceptos (...) la naturaleza incremental implica que las soluciones se van construyendo progresivamente, adjuntando poco a poco la información recopilada y procesándola en pequeños pasos y no mediante grandes saltos de intuición como lo proponen las teorías gestálticas" (36). Esto nos permite comprender que la creatividad se encuentra fuertemente asociada con la riqueza cultural y social de los sujetos, los cuales pueden llegar a desbordar el conocimiento instituido y pensado del momento e inventar o crear otras posibilidades de acción, de comprensión y de pensamiento jamás imaginadas.

Para el mundo científico, la creatividad no es extraña; se puede decir que desde sus inicios, las ciencias han involucrado altos niveles de creatividad, basta recordar las ideas de Copérnico, desafiantes del mundo hasta ese momento pensado; los experimentos mentales de Galileo y la cantidad de increíbles pasajes que nos relata la historia de la ciencia. Triste es la imagen del científico *normal* que presenta Kuhn, un hombre que aprende unas teorías y lo único que debe hacer es resolver una serie de problemas con esas herramientas; el científico normal, *more* Kuhn, es un simple individuo que soluciona rompecabezas (puzzles), olvidando que los científicos destacados no fueron simples "científicos normales". En este punto, Popper menciona el caso de Darwin, quien sin ser "revolucionario", adelantó un trabajo inundado de problemas genuinos que continuamente buscan soluciones creativas (37).

3.4 Enseñanza de un Pensamiento Crítico

Finalmente, aparece una de las ideas más bien tratadas por el filósofo vienés y, tal vez, el mayor aspecto a tener en cuenta a la hora de formar científicos en el desarrollo de un pensamiento crítico. En el Prefacio de la edición inglesa de *La Lógica de la Investigación Científica*, Popper da a conocer algo que llama el único método no sólo de la filosofía, sino también de las ciencias de la naturaleza, en tanto racionales; el método consiste en "enunciar claramente los propios problemas y de examinar *críticamente* las diversas soluciones propuestas" (38). En este mismo texto, Popper homologa la concepción de actitud racional con actitud crítica, dando a entender que sólo se actualiza la razón cuando se discuten racionalmente los problemas y las teorías tentativas.

Ampliando el panorama hacia las distintas ciencias, un estudiante de filosofía, de ciencia o de cualquier saber, que asuma la crítica como uno de sus métodos para hallar la verdad, sólo encontrará resultados satisfactorios cuando sea capaz de enunciar sus problemas lo más claramente que pueda y presente la solución en una forma suficientemente definida, o sea, que pueda discutirse racionalmente (39).

4. Conclusión

Las discusiones epistemológicas, tradicionalmente han servido para aumentar los estantes de libros o para engrosar las páginas de las revistas especializadas en la materia; por tanto, es preciso que los textos de los grandes pensadores de la ciencia se salgan de su contexto meramente especulativo e iluminen la cotidianidad de los estudiantes de las diferentes áreas del saber. Los cuatro pilares para un posible currículum de ciencias aquí expuestos, ameritan un desarrollo individual y con la profundidad que cada uno de ellos merece. El racionalismo crítico puede ser un faro que ilumine próximas reflexiones, no sólo por sus tesis, sino también porque hoy es imperante pensar las ciencias de forma reflexiva para no hundirnos en el relativismo conceptual que parece caracterizar a nuestras naciones deprimidas. La irrupción de los pobres en nuestros pueblos y ciudades durante los últimos años, exige la conversión de la enseñanza en una praxis de solidaridad donde lo individual y lo personal se sitúa siempre en relación con lo colectivo y lo comunitario (40); ésta conversión es posible, si nos pensamos *críticamente* desde nuestra especificidad identitaria en un mundo universal.

No olvidemos que nuestra mirada Latinoamericana es más colectiva, más de «hermanos de sangre» que cantan a la vida, al sol, a la luna, al agua; esencias que nos llaman a vivir en comunidad y no en masa. Esto se nos ha olvidado en tanto el foco está centrado ciegamente en la forma de vida de otros que no son nuestros, o si lo son, ya se encuentran adoctrinados (41). En tal sentido, se hace necesario empezar a ser críticos de las ciencias heredadas que nos han marcado con el lastre de hacer "*ciencia normal*", sino pensar que venimos de una cultura "que se forja en el crisol de las luchas, sueños, frustraciones y victorias" (42); por tanto, somos distintos.

Notas

(1) El presente Artículo lo puede encontrar también en la revista Unicauca Ciencia. Publicación impresa y seriada de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación. Universidad del Cauca. Popayán – Colombia.

(2) Popper, Karl R. Conjeturas y refutaciones; el desarrollo del conocimiento científico. Barcelona: Paidós, 1994. p. 264.

(3) Popper, Karl R. La lógica de la investigación científica. México: Rei, 1996. p. 16

(4) Popper, Karl R. Conjeturas y refutaciones... Op. Cit. p. 264.

(5) Cf. García Duque, Carlos Emilio. Introducción a la lectura de Popper. Revista Cuadernos filosóficos literarios. No. 11, 2002.

(6) Cf. Popper, Karl R. Búsqueda sin término; una autobiografía intelectual. 3 ed. Madrid: Tecnos, 1994. pp. 115 – 116.

(7) Popper, Karl R. Conjeturas y refutaciones... Op. Cit. p. 266 – 267.

(8) No pretende ignorarse con esta breve definición que Tarski integra la concepción de verdad en lenguajes formalizados; según él, "la verdad y la falsedad se consideran esencialmente como propiedades –o clases– de enunciados, es decir, de teorías o proposiciones formuladas sin ambigüedad en cierto lenguaje L1 sobre el que podemos hablar con toda libertad en otro lenguaje Lm llamado también metalenguaje". Popper, Karl. Conocimiento objetivo. 4 ed. Madrid: Tecnos, 1992. p. 51.

(9) Cf. Popper, Karl R. Conjeturas y refutaciones... Op. Cit. p. 287.

(10) Kuhn, T.S. La estructura de las revoluciones científicas. México: Fondo de Cultura Económica, 2001. p. 13.

(11) *Ibid.* p. 271.

(12) Introducción a la discusión Popper – Kuhn – Lakatos acerca del progreso científico "Ciencia normal" y "Revoluciones científicas", aspectos complementarios del desarrollo científico en la filosofía de la ciencia de Kuhn. CINDE – Universidad de Manizales. 2002.

(13) Kuhn, T.S. Op. Cit. p. 66.

(14) Cf. *Ibid.* pp. 136-139.

(15) Kuhn, T.S. Op. cit . p. 166.

(16) *Ibid.*, p. 131.

(17) Kuhn, T.S. ¿Lógica del descubrimiento o psicología de la investigación? En: Crítica y el crecimiento del conocimiento. Lakatos y Musgrave (eds.). Barcelona: Grijalbo, 1975. p. 81.

(18) *Ibid.*, p. 85.

(19) Popper, Karl. La ciencia normal y sus peligros. En: Crítica y el crecimiento del conocimiento. Op. cit. p. 149.

(20) *Ibíd.*, p. 151.

(21) Jaramillo Luis Guillermo. *Mi mirar epistemológico y el progreso de la ciencia*. Documento de trabajo. Universidad del Cauca. Facultad de educación. 2004.

(22) Cf. Popper, Karl. *La ciencia normal y sus peligros*. Op. Cit. p. 152.

(23) *Ibíd.* p. 153.

(24) Botero Uribe, Darío. *Manifiesto del pensamiento latinoamericano*. Bogotá: Magisterio, 2000. p. 11.

(25) MacLaren, Peter. *Pedagogía Crítica y Cultura Depredadora*. Políticas de oposición en la era posmoderna. Barcelona, Paidós. 1997. p.43.

(26) *Ibíd.* p. 41.

(27) Suppe, F. *La Estructura de las Teorías Científicas*. Madrid: Editora Nacional, 1979. p.74.

(28) Popper, K. *Conjeturas y refutaciones*. Op. Cit., p. 271.

(29) Popper, Karl R. *Realismo y el objetivo de la ciencia*. Madrid: Tecnos, 1985. p. 177.

(30) López, J, Nelson, E. *La de-construcción curricular*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio, 2001. p.140.

(31) Popper, Karl R. *Búsqueda sin término; una autobiografía intelectual*. 3 ed. Madrid: Tecnos, 1994. p. 178.

(32) Popper, Karl R. *Conjeturas y refutaciones...* Op. cit., p.272.

(33) Max Neef, Manfred. *Conferencia Saber y Comprender*. Universidad de Antioquia, Facultad de Educación, Medellín, 2003.

(34) López, Nelson. *La de-construcción curricular...* Op. Cit., p.149.

(35) Vasco Carlos, *El postmodernismo y los docentes de matemáticas y ciencias naturales: Contexto Global*. IV encuentro Nacional de epistemología y enseñanza de la ciencias Naturales y las Matemáticas. Pontificia Universidad Javeriana. Septiembre 1-2 de 2000.

(36) Weisberg citado por Murcia P, Napoleón. *Los condicionantes: concertación e imposición en el desarrollo de la creatividad motriz*. Apunts. No. 71. Barcelona. Generalitat de Catalunya. 2003. p. 30.

(37) Cf. Popper, Karl. *La Ciencia Normal y sus Peligros*. Op. Cit., p. 152.

(38) Popper, Karl R. *La lógica de la investigación científica*. Op. Cit., p. 17.

(39) *Ibíd.*

(40) Mac Laren. Peter. *Pedagogía Crítica y Cultura Depredadora* Op. Cit. 42

(41) Jaramillo Luis Guillermo. La tensión entre lo global y lo local. Cinta de Moebio. No. 12. Diciembre 2001. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Chile.
<http://www.moebio.uchile.cl/12/frames08.htm>

(42) Botero Uribe, Darío. Manifiesto del pensamiento latinoamericano. Op. Cit. p. 40.