

## Enseñanza de la química: desafíos y retos desde una perspectiva de los estudios feministas de la filosofía de las ciencias

*Chemistry Teaching: challenges from a feminist studies perspective on the philosophy of sciences*

Xenia A. Rueda Romero<sup>1</sup> y Juan Carlos García-Cruz<sup>2</sup>

### Resumen

En este trabajo se analizan los retos de la enseñanza de la química desde los estudios feministas de la filosofía de las ciencias, vinculado a los desafíos provenientes de los estudios sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Para ello, partimos de la concepción del conocimiento y en particular para la química, el concepto de práctica, el cual ha contribuido a una mejor comprensión de la propia química. Sin embargo, recurrimos a la epistemología feminista para comprender cómo la ciencia se ha consolidado bajo un supuesto androcéntrico, excluyendo otros sujetos epistémicos y se ha enseñado una visión homogénea. Por tanto, se propone una reflexión de la enseñanza de la química y los retos a los que se enfrenta en el S. XXI, que va más allá del aprendizaje de conceptos químicos, sino analizar e involucrar aspectos que se habían dejado fuera y apostar por visión del mundo más amplia, es decir, maximizar la comprensión de los fenómenos que intentamos describir y comprender; ello sin duda enriquecerá el panorama científico, sobre todo en cuanto a problemas de investigación y aplicaciones a la ciencia que atiendan a una sociedad plural, no androcéntrica ni universal.

**Palabras clave:** enseñanza; filosofía de la ciencia; estudios feministas; práctica; epistemología

### Abstract

This paper analyzes the challenges of teaching chemistry from the perspective of feminist studies in the philosophy of science, linked to the obstacles arising from Science, Technology, and Society (STS) studies. We begin by considering the conception of knowledge and, specifically for chemistry, the concept of practice, which has contributed to a better understanding of the field itself. However, we turn to feminist epistemology to understand how science has been shaped by androcentric assumptions, excluding other epistemic subjects, and promoting a homogeneous vision. Therefore, we propose a reflection on the teaching of chemistry and the challenges it faces in the 21st century. This reflection goes beyond the learning of chemical concepts, aiming to analyze and include previously overlooked aspects and to advocate for a broader worldview—one that maximizes the understanding of the phenomena we seek to describe and comprehend. This, without a doubt, will enrich the scientific landscape, particularly in terms of research problems and applications that address a plural society, free from androcentric and universal biases.

**Keywords:** teaching; philosophy of science; feminist studies; practice; epistemology.

### CÓMO CITAR:

Rueda Romero, X. A. y García-Cruz, J. C. (2024, septiembre). Enseñanza de la química: desafíos y retos desde una perspectiva de los estudios feministas de la filosofía de las ciencias. *Educación Química*, 35(Número especial). <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2024.4.88905e>

<sup>1</sup> Facultad de Filosofía y Letras UNAM.

<sup>2</sup> IIXM, CONACYT/ Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Xochimilco.

## Introducción

En los últimos años se ha incentivado la filosofía y la historia de las ciencias como elementos fundamentales en la enseñanza de la química; sin embargo, la incorporación de la filosofía de la ciencia feminista ha quedado relegada de manera sustancial. La paulatina incorporación de conceptos y elementos filosóficos ha sido útil para la enseñanza de la química. A partir de la distinción entre “contexto de descubrimiento” y “contexto de justificación” trazada por primera vez por Hans Reichenbach en su obra *Experience and Prediction* de 1938, hemos comprendido dos aspectos fundamentales en el desarrollo de la ciencia.

Según Reichenbach, en el contexto de descubrimiento se aluden a cuestiones relacionadas con la forma en que generamos nuevas ideas o hipótesis en ciencia; mientras que el contexto de justificación tiene que ver con el tipo de criterios que dichas hipótesis *deben* satisfacer para ser aceptadas en el *corpus* científico. Así, en el caso del contexto de descubrimiento se trata de exhibir los procesos psicológicos y sociales que tienen lugar *durante el proceso* en que los científicos generan nuevas ideas o hipótesis. Es decir, se interesa por explicar la manera en que los científicos concibieron inicialmente una teoría.

En esta vertiente, Thomas Kuhn amplió los aspectos no solo a los aspectos psicológicos y sociales en la actividad científica, sino también a la importancia de la historia en la identificación de la matriz disciplinaria o “paradigma” en donde conviven otros aspectos fundamentales en el desarrollo de las comunidades científicas. En este trabajo, nos interesa sobre todo la importancia de la educación en la conformación de lo que él llamó ‘ciencia normal’ a partir de la historia de la ciencia.

Para Thomas Kuhn los libros de texto son vehículos pedagógicos para la perpetuación de la ciencia normal, siempre que cambien el lenguaje, la estructura de los problemas, o las normas de la ciencia normal tienen, íntegramente, o en parte, que volver a escribirse (Kuhn 1971, p. 214). Es evidente que esta posición es parte fundamental de la herencia positivista que tiene como objetivo la iniciación y preparación de los futuros químicos profesionales. Reconocer esta estrecha posición dominante coincide con lo dicho por el mismo Kuhn: “... los libros de texto no abordan los problemas que los científicos profesionales enfrentan o la variedad de técnicas que la experiencia les ha mostrado son capaces de para resolverlos” (Chamizo y García, 2020, p. 1602-2)

En su lugar, los libros de texto, exhiben una colección de problemas-solución que los científicos profesionales han aceptado como paradigmáticos, pidiéndosele a los alumnos que, ya sea con lápiz y papel o en el laboratorio, los resuelvan utilizando los métodos y/o sustancias que han mostrado con anterioridad en sus páginas (Kuhn, 1963, p. 350-351). Por tanto, la ciencia normal privilegia el trabajo técnicamente preciso y lógicamente riguroso y es alrededor del cual, ignorándolo, se forman los docentes y los alumnos en la mejor tradición del positivismo lógico (Van Aalsvort, 2004).<sup>1</sup> Paulatinamente, esta posición de la educación química aislada de la sociedad y de su contexto socio-histórico ha sido redefinida por la insistente petición de incorporar la historia y la filosofía de las ciencias en los currículos escolares y en los de formación de docentes (Hodson, 2008; Höttecke, 2011;

<sup>1</sup> De acuerdo con Chamizo et al. (2020) se puede interpretar el currículo de química como educación científica normal con las siguientes características: 1) La educación científica normal prepara a los estudiantes para hacer ciencia normal, 2) La educación científica normal es la forma dominante y normal en la que se enseñan las ciencias en prácticamente todos los niveles, lo cual la hace paradigmática, 3) La educación científica normal contiene, de manera implícita, normas respecto a la ciencia, la filosofía y la pedagogía.

Mathews 2014) y en particular en los de química (Wandersee, 2002; Erduran, 2007, 2013; Gallego, 2009; Tolvanen, 2014; Justi, 2016; Moreno y Calvo, 2019). No obstante, todavía quedan lejanos algunos aspectos sociales, pero sobre todo inclusivos que la filosofía de la ciencia desde una óptica feminista puede ayudar a dilucidar. Por lo tanto, el objetivo de este artículo es mostrar la relevancia de la filosofía de la ciencia feminista y los desafíos y retos que implican esta concepción de la ciencia para la enseñanza de la química. En primera instancia abordaremos las aportaciones de la filosofía de la ciencia desde la óptica epistémica del concepto de “práctica”; posteriormente describiremos la importancia de la enseñanza de la química desde una perspectiva CTS. Ello nos permite discutir la filosofía de la ciencia bajo una perspectiva feminista, para posteriormente dilucidar los retos y desafíos de la enseñanza química para el S.XXI, para una comprensión de la práctica científica desde conocimientos situados (Haraway, 1995).

## Filosofía de la ciencia y de la química

Es evidente que la reflexión filosófica sobre la ciencia dejó en un lugar secundario a la química, disciplina de la mayor importancia, tanto por su origen como disciplina científica como por su impacto actual en la sociedad y en el ambiente. Sus consecuencias transformadoras del mundo incluyen muchos de los más relevantes logros de la humanidad, y muchas de las conspicuas consecuencias negativas, como la contaminación ambiental (Olivé, 2010). Esta fue una injusta actitud hacia la química, y resulta interesante analizar hasta dónde ese olvido fue responsabilidad de las comunidades de filósofos de la ciencia, quienes tomaron otras disciplinas y analizaron ejemplos paradigmáticos, sino también de las comunidades científicas, no sólo de las que han competido con los químicos -notablemente la comunidad de los físicos- incluso de la propia comunidad de químicos. De acuerdo con Olivé “es probable que esto se deba a una subestimación de la reflexión humanística sobre su disciplina, sobre los problemas filosóficos que plantea”. Sobre los problemas de su enseñanza considerando su importante lugar en la sociedad y sobre la problemática de su propio desarrollo. En esta vertiente, la utilización del concepto “práctica” ha sido fundamental para comprender lo que implica la química, pero sobre todo la enseñanza de la misma.

## La química y sus prácticas

El concepto de práctica surge originalmente como una crítica al positivismo por parte del filósofo y matemático Ludwig Wittgenstein. En sus *Investigaciones filosóficas* (1988) y luego en *Sobre la certeza* (1991), Wittgenstein hizo hincapié en la importancia de tomar en consideración las prácticas en distintas áreas de la filosofía y, en particular, para elucidar el problema en torno a su relación con el conocimiento. Estas críticas suscitaban varias preguntas básicas para la teoría del conocimiento, porque si aceptamos la idea de que las prácticas son relevantes para la reflexión epistemológica, entonces cabe preguntarse: ¿qué papel desempeñan las prácticas en conexión con la aceptabilidad epistémica?, específicamente para este trabajo podemos focalizar dos cuestiones, a saber: ¿qué papel tienen dentro de la enseñanza de la química? Y ¿cómo podemos comprender mejor la práctica de los químicos? Es decir, ir más allá de la imagen tradicional de la química como una práctica cercana a distintos desastres en lo que Vicente Talanquer ha denominado como ángel o demonio.

En esta vertiente, nosotros consideramos que partir de la noción de práctica nos permite delinear una imagen más acabada de la enseñanza de la química. En su libro *The Social Theory of Practices* (1994), Turner indica que una explicación en términos de prácticas

requiere que se justifique la inferencia de comportamiento coordinado —manifestada en regularidades observables— a su supuesto origen en presupuestos o prácticas compartidas. Para Turner, de acuerdo con Olivé (2008) las prácticas sólo podrían entenderse como “ocultas” y, por lo tanto, resulta imposible dar cuenta de cómo esas prácticas, *quaprácticas*, se transmiten de individuo a individuo; en lugar de prácticas, debería entonces hablarse de algún tipo de presuposición cognitiva, que es lo que sería compartido, y ésta sería la causa (y punto de acceso al entendimiento) de las manifestaciones compartidas que observamos.

Otra crítica de Turner es que el término práctica se utiliza para referirse a muchas cosas: “tradiciones”, “conocimiento tácito”, “paradigma”, “presuposición”, “competencias”, etc. Lo anterior concuerda con lo señalado por Chamizo (2022).

“La química es resultado de una multitud de herencias que, concretadas en oficios, influyeron en la vida cotidiana de todas las culturas. No deja de ser sorprendente que, entre los siglos XVIII y XIX, prácticas tan diferentes y antiguas como la del herrero y la metalurgia, el curandero y la farmacia, el alfarero y la cerámica, el panadero y la biotecnología hayan podido estar reunidas y terminar por fundirse en un campo común. Ese terreno que hoy conocemos como química es donde se estudia, se practica y se transmite cómo transformar las sustancias, en pequeñas y en muy grandes cantidades” (Chamizo, 2022).

Lo anterior plantea un contraargumento genuino para Turner, con la idea de cierta clasificación de prácticas, es decir una práctica depende, siempre, de cierta clasificación de prácticas que da por sentado conocer otras prácticas y, más en general, una serie de presupuestos culturales que permiten distinguir una práctica de otra (Olivé, 2008). Por ejemplo, en la enseñanza de la química las prácticas experimentales son imprescindibles. Como parte de la clasificación podemos seguir a Hacking (1983), con la noción de intervención, pues la experimentación y la creación, son centrales en las prácticas de la química (Llored, 2013) aunque no son exclusivas de esta disciplina. Actualmente se reconoce que las comunidades científicas y tecnológicas son comunidades de prácticas (Pickering 1995; Soler et al. 2014), entendiendo por práctica la serie de actividades coordinadas y compartidas (procedimientos, propósitos, creencias) que se disciplinan mediante el cambio de normas o procedimientos “correctos” en una determinada comunidad, que es la que identifica y corrige los “errores” (Martínez y Huang, 2015).

Por tanto, aquí entendemos por práctica al conjunto de acciones coordinadas por ciertos “nexos” tales como: a) comprensión de qué hacer y qué decir; b) conjuntos de reglas, principios, preceptos e instrucciones; c) estructuras que incluyen fines, proyectos, tareas, propósitos, creencias, emociones y estados de ánimo (Schatzki, 1996). Más específicamente, nos situaremos en una práctica científica que incluyen: (1) formas de comprender tipos de acciones; (2) reglas explícitas, principios, preceptos e instrucciones; y (3) estructuras “teleoafectivas”, que contienen jerarquías de fines, tareas, propósitos, proyectos, creencias, emociones y estados de ánimo. Al conjunto de formas de comprensión, reglas y estructura teleoafectiva. Schatzki (1996) lo nombra la “organización” de la práctica.

En suma, podemos comprender la práctica en la enseñanza de la química vinculada a sistemas más amplios en cuatro grandes contextos de la práctica científica: a) académica-educativa, b) investigación, c) aplicación y d) evaluación, dentro de cada uno de los cuales y en la interacción entre ellos se producen distintas actividades científicas (Olivé, 2008).

“Las prácticas químicas utilizan principalmente modelos en lugar de teorías (Suckling, 1978; Schummer, 2010). Porque en química, los modelos también son mediadores entre el mundo real y nosotros, lo que significa que funcionan no sólo como representaciones, sino también como medios de intervención. Porque diferentes modelos para el mismo campo de aplicación pueden coexistir y complementarse de manera útil, por ejemplo en la diversa y compleja cantidad de reacciones ácido-base actuales (Jensen, 1980). Porque los modelos también se utilizan en la química industrial y tecnológica (Suckling et al., 1978). Todo lo anterior hay que situarlo en oposición a las teorías que se caracterizan principalmente como objetos conceptuales abstractos con una estructura lógica” (citado en Chamizo, 2024).

Así pues, la práctica en la enseñanza de la química se constituye como un complejo sistema de actividades (acciones, reacciones, interacciones, hábitos, operaciones, etc.) procedentes de una prolongada tradición cultural: la cultura científica, orientada al logro de conocimientos.

### Enseñar en CTS

La emergencia de los estudios CTS proviene de al menos cinco décadas atrás, con el surgimiento de nuevas corrientes de investigación en filosofía y sociología de la ciencia, así como el interés proveniente de la sociedad y de las instituciones sobre la necesidad de comprender y regular democráticamente el cambio científico-tecnológico. En este contexto, también surge el interés por estudiar y enseñar las ciencias y la tecnología con una dimensión social. Con este cambio, se identifica un interés significativo por comprender las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, dejando de lado la concepción triunfalista y unidireccional proveniente de la concepción clásica y del mundo académico (López Cerezo, 1998).

Bajo esta concepción clásica encontramos que a través de la aplicación del método científico (incluidos el razonamiento lógico y la cuidadosa observación), se espera que exista una acumulación de conocimiento objetivo acerca del mundo. Así pues, la evaluación de ese conocimiento se obtiene a través de la evaluación por pares, quienes se encargarían de velar por la integridad intelectual y profesional de la institución, es decir, realizar una correcta aplicación del método de trabajo y el buen funcionamiento (el positivismo lógico lo llamará: verificación). Este *sistema* de arbitraje por pares garantiza, además un *consenso* (T. Kuhn), la honestidad en ciencia prevendría la controversia y evitaría el fraude (López Cerezo, 1998).

Sin embargo, bajo esta noción, se despoja a la comprensión de las ciencias y las tecnologías de los aspectos políticos y sociales. Y ahí es justo la relevancia de los estudios sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad, pues se realiza una crítica al modelo tradicional y al quehacer científico que “propone entender la ciencia-tecnología, no como un proceso o actividad autónoma que sigue una lógica interna de desarrollo en su funcionamiento óptimo sino como un proceso o producto inherentemente social donde los elementos epidémicos o técnicos (por ejemplo valores morales, convicciones religiosas, intereses profesionales, presiones económicas, etc.) desempeñan un papel decisivo en la génesis y consolidación de las ideas científicas y los artefactos tecnológicos” (González García, López Cerezo y Luján, 1996, p. 126).

En este sentido, la concepción de los estudios y programas CTS se desarrollaron en tres grandes dimensiones, aquí destacaremos la referente al campo de la educación. Esta “nueva imagen de ciencia y tecnología” se cristalizó desde la década de los 90’s con la creación de programas y materias referentes, con el objetivo de “incentivar la

participación ciudadana en la toma de decisiones que pueden beneficiar o afectar por el uso de la ciencia y la tecnología” (López Cerezo, 1998, p. 5). Una de las vías para lograrlo es a través de una alfabetización científica que les permita analizar, evaluar y reflexionar sobre las implicaciones de las ciencias y las tecnologías de la vida moderna, que le permitan tomar decisiones al respecto, reconociendo que su propia decisión final está asimismo inherentemente basada en valores (Cutcliffe, 1990).

También, se trata de proporcionar una formación humanística a estudiantes de ciencias. El objetivo centrándose en desarrollar en los estudiantes una sensibilidad crítica acerca de los impactos sociales y ambientales derivados en las nuevas tecnologías transmitiendo a la vez una imagen más realista de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, así como el papel político de los expertos en la sociedad contemporánea.

Es de destacar que para las ciencias y, en este caso, para la química se desarrollaron metodologías CTS para implementarlo en el aula. Estas metodologías CTS sirven como herramienta para contextualizar los contenidos, realizar una enseñanza multidisciplinar (Pérez Reques, 2016). Algunas acciones realizadas han implicado, por ejemplo:

- Incorporación de temas CTS en un curso de ciencias sin cambiar el programa. Es decir, el currículum de la asignatura no varía, pero se incorporan temáticas CTS relacionadas con el mismo. Algunos ejemplos son los desarrollados en Harvard Project Physics, SATIS en UK, o Ciencia a través de Europa).
- Enseñar ciencias a través de un enfoque CTS. En el cual la metodología CTS adquiere una temática propia, bien con una asignatura obligatoria u optativa.
- Proyectos CTS. Se plantean una modificación de los contenidos de ciencias para tratarlos a través de una temática CTS.

La implementación de una metodología CTS en el aula nos permite en primer lugar ofrecer al estudiante una formación multidisciplinar, pues permite presentar la relación entre lo científico y lo histórico, filosófico o ético. En particular, ello contribuye a la educación en los siguientes aspectos:

- Alfabetización científico-tecnológica
- Mejora de la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje
- Desarrollo de actividades y valores
- Motivación por el aprendizaje

En la enseñanza de la química se pueden obtener mejores y específicas prácticas de formación respecto a:

- Mejorar la imagen negativa que tienen los alumnos sobre la química
- Contextualizar la química (historia)
- Fomentar el aprendizaje significativo frente a la repetición de patrones.



Por ejemplo, regularmente los contenidos para Educación Media Superior, los estudiantes y profesores hacen uso de innumerables conceptos, procedimientos y actitudes. Como ya mencionamos, podría comprenderse como práctica (*química*), la cual no puede abordarse de manera aislada, sino de manera integral, promoviendo contexto social y tecnológico de los contenidos científicos para que los estudiantes se apropien (Olivé, 2008) de conceptos básicos y construyan sus propios conocimientos, para que entiendan, expliquen e interactúen con el mundo cada vez más cambiante en que vivimos. Es decir, este cambio de la química, basado en CTS propicia que lo aprendido en la escuela incorpore las experiencias y los intereses personales de los estudiantes; preparando así a los estudiantes para usar la ciencia y la tecnología química en el entendimiento o mejoramiento de su vida diaria.

Cabe mencionar que estos esfuerzos también están relacionados con la crítica al desarrollo de las ciencias, prácticamente desde un análisis filosófico sobre los conceptos y características propias de las ciencias. Por lo que estos desafíos también se encuentran vinculados a la inclusión de otros actores “ajenos” a la práctica científica. Por tanto, el siguiente apartado se centrará en analizar ese posicionamiento filosófico.

### La filosofía de la ciencia desde una perspectiva feminista

A la ciencia se la ha considerado como una práctica con características y valores centrados en la objetividad, la racionalidad y la neutralidad. Así pues, la producción de conocimiento y el desarrollo de la ciencia ha sido una empresa casi exclusivamente masculina, el resultado de ello ha sido invariablemente una justificación para negar la capacidad de la mujer de pensar, y con ello, la generación y participación en los aspectos epistémicos, y coincidimos, tal como lo ha denominado Donna Haraway (1997), las mujeres son *testigos modestos* de la actividad científica, es decir, las mujeres podían mirar una demostración, pero no atestiguarla.

Para argumentar este fenómeno, Haraway retoma el famoso libro de Shapin y Schaffer (1985) titulado *Leviathan and the Air pump*, en el cual se evidencia que las demostraciones definitivas del funcionamiento de la bomba de vacío debían tener un espacio público civil adecuado, aunque esto significara realizar una demostración a altas horas de la noche, tal como lo hacía Boyle. Elizabeth Potter, leyendo *The New Experiments Psycho-Mechanicall, Touching the Spring of the Air and its Effects* de Boyle, describe los experimentos con la bomba de vacío y se relata la demostración con la asistencia de mujeres de la alta sociedad, en la que pájaros pequeños eran asfixiados por la evacuación del aire de la cámara en la que estaban encerrados. Se narra que las damas interrumpían el experimento, pidiendo que se soltara aire para “salvar” a los pájaros. Boyle afirmaba que, para ‘evitar’ este tipo de contratiempos, los hombres debían reunirse a altas horas de la noche para llevar a cabo el procedimiento y dar testimonio de los resultados (Haraway 1997, p. 50).

Bajo este contexto, Haraway señala que quiénes producen conocimiento es desde una idea del sujeto racional y no hay compatibilidad con la sensibilidad o empatía (rasgos identificados exclusivamente como femeninos), por lo que las mujeres son acalladas y excluidas del laboratorio. Entonces, bajo la constitución de los laboratorios, aseveramos que los límites físicos que implicó este hecho para las mujeres es que fueran relegadas fuera del espacio público y civil, aunada a la propuesta discursiva que se despliega sobre la prohibición de la expresión de los sentimientos, que parece implicar una particular opción cognitiva, marcando distancia como requerimiento para “conocer”, lo cual construye un tipo de conocimiento determinado, al que Evelyn Fox Keller (1985) denomina como *objetividad estática*.

Con este ejemplo, en oposición al análisis de Shapin y Schaffer (1985), Haraway argumenta que la ciencia experimental se constituyó desde un discurso fundado en una visión europea y masculina que para erigirse como universal, se invisibilizó a través de una serie compleja de estrategias que descorporizaban la producción de conocimiento. Es decir, se presentan características inherentes a la ciencia: universalidad y objetividad. El conocimiento que se erige como ese principal logro humano y como visión universal y objetiva del mundo, expresa un punto de vista específico, el androcéntrico, es decir el varón adulto, blanco, propietario y capaz. Las propias instituciones que estos varones crean, legitiman y justifican la falta de condiciones indispensables del resto de los sujetos para participar en ellas; entonces se niega la racionalidad, capacidad lógica, abstracción, universalización, objetividad y se les atribuye condiciones a las que restan cualquier valor epistémico (Maffia, 2005).

Bajo algunos cuestionamientos a la epistemología tradicional, surgen argumentos desde las epistemologías feministas<sup>2</sup> que cuestionan las formas androcéntricas y patriarcales presentes en la producción de conocimiento científico y se enfatiza en la necesidad del reconocer la importancia del sujeto que construye la ciencia, el carácter situado (Haraway, 1995). Es decir, frente a las nociones de objetividad que provienen de los cuerpos no marcados (hombre-blanco) en las sociedades científicas y tecnológicas, posindustriales, militarizadas, racistas y masculinas, se propone construir una visión “de la objetividad encarnada que acomode proyectos de ciencia feminista paradójicos y críticos: la objetividad feminista significa conocimientos situados” (Haraway, 1995, p. 324). Ello nos permite afirmar que el conocimiento científico no puede considerarse objetivo, en el sentido tradicional, sino que el conocimiento situado nos permitiría reconocer los puntos de vista y valores subjetivos que influyen en la investigación científica.

Bajo esta comprensión, describiremos lo que se entiende por puntos de vista y su relevancia para la comprensión de la objetividad en un sentido no tradicional.

### ***Teoría del punto de vista***

Este enfoque de la epistemología feminista, la teoría del punto de vista (standpoint theory), se desarrolla entre los 70's y 80's del siglo pasado, como una conceptualización crítica desde el feminismo a las relaciones entre saber y poder. En particular, se centra en analizar que las propias perspectivas de un individuo se encuentran determinadas por sus experiencias sociales y políticas. Así como en rechazar el supuesto de que una explicación general, universal y abstracta del conocimiento es posible, por el contrario, lo que defiende es la existencia de conocimientos situados, siguiendo a Haraway; y que son moderados por valores de otro tipo, como sociales, políticos, etc.

Dentro de esta corriente podemos identificar principalmente las obras de Sandra Harding, Nancy Hartsock, Patricia Hill Collins, Hilary Rose y Dorothy Smith, aunque sus antecedentes los identificamos en las obras de Hegel en la *Fenomenología del Espíritu* (1807) en donde analiza las diferentes perspectivas a lo que él llamó “la dialéctica del amo y el esclavo”. También, algunas de estas autoras, reconocen que las ideas por ejemplo de Karl Marx sobre la clase y el capitalismo les permite analizar cuestiones de sexo y género.

<sup>2</sup> Las epistemologías feministas son conscientes de que el género no es la única jerarquía que influye en la producción de conocimiento; reconocen que la autoridad cognitiva se asocia con un conjunto de marcas que involucran no únicamente al género sino también a la raza, la clase, la sexualidad, la cultural, la geopolítica o la edad. Bajo estas características, se comprende que el género no es una categoría aislada, sino que actúan en interrelación con el contexto y otras relaciones de poder (Alcoff y Potter 1993).



Tal es el caso de Nancy Hartsock quien publicó en 1983 *The Feminist Standpoint: Developing Ground for an Specifically Feminist Historical Materialism*.

Así pues, podríamos identificar que la teoría del punto de vista tiene su origen en la teoría marxista y también en G. Lukacs, bajo la noción del *punto de vista del proletariado*. Bajo este contexto, N. Hartsock desarrolla una serie de postulados para la teoría del punto de vista:

1. La vida material (posición de clase en la teoría marxista) no solo estructura, sino que establece límites a la comprensión de las relaciones sociales.
2. Si la vida material está estructurada de formas fundamentalmente opuestas para dos grupos diferentes, se puede esperar que la visión de cada uno represente una inversión de la otra, y en los sistemas de dominación la visión disponible para los gobernantes será tanto parcial como perversa.
3. La visión de la clase dominante (o género) estructura las relaciones materiales en las que todas las partes se ven obligadas a participar y, por tanto, no puede descartarse como simplemente falsa.
4. En consecuencia, la visión disponible para el grupo oprimido se obtiene a través de la lucha y constituye un logro que requiere tanto de la ciencia, para ver debajo de la superficie de las relaciones sociales en las que todos están obligados a participar, como de la educación para cambiar esas relaciones.
5. Como visión comprometida, la visión de los oprimidos, la adopción de un punto de vista expone las relaciones reales entre los seres humanos como inhumanas, apunta más allá del presente y tiene un papel históricamente liberador (Hartsock, 2019, p. 107).

Bajo estos postulados, podríamos seguir la propuesta de Hartsock respecto a que la posición de las mujeres en la sociedad es estructuralmente diferente a la de los hombres, al incorporar una perspectiva de género, es posible cumplir los postulados. En este sentido, respecto a las teorías científicas, se sostiene que hay ciertos hechos relevantes a la valoración de las teorías científicas que son detectables desde ciertos puntos de vista o posiciones; de ahí que se afirme que el punto de vista femenino y el de los excluidos (u oprimidos) tienen una perspectiva parcial y menos perversa que la del poder dominante y que por lo tanto debe privilegiarse (Arrieta, 2018).

Así, Harding propone una “objetividad fuerte”, la cual “requiere que el sujeto de conocimiento sea colocado en el mismo plano crítico, causal de los objetos de conocimiento” (Harding, 1993, p. 69). Con esta afirmación, contradice a quienes piensan que la epistemología del punto de vista se opone a la aspiración de la ciencia a lograr un conocimiento objetivo afirma que, por el contrario, “su teoría aumentará y fortalecerá nuestra habilidad para lograr objetividad” (Arrieta, 2018).

En tal sentido sostiene que los investigadores, aun siguiendo con máximo rigor las reglas de los métodos tradicionales de investigación, no son capaces de lograr una objetividad fuerte porque tales métodos no han examinado el contexto de descubrimiento, que se considera no racional; de esta forma, no han identificado los deseos sociales, los intereses y los valores que han formado las ciencias. Así, en la ciencia se omite el sujeto y ella se constituye en un reporte descorporizado, libre de valores, de hechos independientes del contexto. Siguiendo a Harding, menciona que la ciencia tiene un sujeto, identificado en

la comunidad occidental como un grupo de machos dominantes con un punto de vista que envuelve asunciones y valores basados en actividades masculinas y, dado que la ciencia tradicional no examina este punto de vista, se empobrece la objetividad que la ciencia podría lograr (Arrieta, 2018). Sin duda, este punto de vista del grupo dominante es limitado epistémicamente con respecto del punto de vista de varios grupos marginalizados. Debido a la homogeneidad del grupo dominante es poco probable que se identifiquen las asunciones que comparten, menos incluso si al grupo le beneficia mantenerlas. De esta manera, lo que recomienda es una metodología que tenga como punto de partida el pensamiento desde las vidas de las personas marginalizadas, afirmando que esto tendrá un mayor poder revelador sobre las asunciones que influyen en la ciencia, creará problemas a ser explicados o agendas de investigación particularmente significativas; en suma, generará más cuestiones críticas y, por lo tanto, menos explicaciones parciales y distorsionadas (Arrieta, 2018).

Hasta aquí podemos detenernos un momento y analizar con mayor detenimiento que para la enseñanza en química y la comprensión de la práctica científica, es necesario tener una visión del mundo más amplia, es decir, maximizar la comprensión de los fenómenos que intentamos describir y comprender. Aquí apelamos al postulado 4: “la visión disponible para el grupo oprimido se obtiene a través de la lucha y constituye un logro que requiere tanto de la ciencia, para ver debajo de la superficie de las relaciones sociales en las que todos están obligados a participar, como de la educación para cambiar esas relaciones”.

Esto, de acuerdo con Harding, es un comienzo epistemológicamente aventajado para maximizar la objetividad en su explicación, pues se integra el pensamiento del grupo oprimido y permite en la enseñanza de la química observar de manera diferente un mismo fenómeno. El punto de vista epistemológicamente privilegiado de los marginalizados puede aplicarse al contexto del descubrimiento y debe aplicarse al de la investigación, así nuestra comprensión de las ciencias enriquecerá el panorama científico, sobre todo en cuanto a problemas de investigación que pueden ser investigados y aplicaciones de la ciencia (Arrieta, 2018).

## **Enseñanza de la química en el S. XXI**

Como hemos analizado hasta aquí, desde la educación deben transformarse las prácticas y la manera en cómo aprendemos la química. En el campo de la ciencia y de la filosofía de la ciencia, desde una epistemología feminista, se comprende que ambos campos son desarrollados por “hombres-blancos”, y aunque en el S. XXI las mujeres van ganando presencia y sus aportes son reconocidos poco a poco, debemos comprender los desafíos que se nos presentan para, más allá de la lucha de géneros, incrementar la comprensión de los problemas y retos que tenemos como sociedad.

De acuerdo con la UNESCO, en el mundo las mujeres representan el 35% de quienes cursan estudios de enseñanza superior en el campo de STEAM (Science, Technology, Engineer, Arts, and Mathematics) y las mujeres representan menos de 30% de los investigadores científicos. Esto es un problema social pues las brechas de género reducen las posibilidades de innovación y de nuevas perspectivas para abordar los desafíos actuales y futuros. En el contexto en México, 3 de cada 10 personas dedicadas al campo STEAM son mujeres. En edades tempranas, solo el 9% de las jóvenes manifiesta interés en estudiar alguna carrera científica (IMCO, 2022). Ello no únicamente es consecuencia de los estándares establecidos sobre quiénes pueden realizar actividades científicas, sino que se tienen muy pocos referentes a mujeres que tengan logros en la ciencia.

En principio, un reto es hacer una historia de la química en la que se destaquen también los referentes femeninos para promover vocaciones científicas. Es decir, a pesar de las barreras académicas a las que se han enfrentado, habrá que dotar a esa historia con mujeres que contribuyeron al avance del conocimiento, por ejemplo, podríamos integrar a<sup>3</sup>:

- Marie-Anne Pierrette Paulze-Lavoisier a quien podríamos nombrar junto con Antoine Lavoisier como los “padres de la química moderna”, por sus contribuciones a la consolidación de la química moderna.
- Sin lugar a duda, Maria Salomea Sklodowska-Curie quien, en colaboración con su esposo, Pierre Curie, identificaron el polonio y el radio. Además de ser la primera mujer en recibir el Premio Nobel en Física, en 1903 y el Premio Nobel de Química, ocho años después.
- Lise Meitner. Junto con el físico Otto Hahn, descubrieron la fisión nuclear. El mérito fue atribuido únicamente a Hahn a quien se le otorgó el Premio Nobel de Química en 1944. A este fenómeno se le conoce como efecto Matilda<sup>4</sup>, en el cual se pone de manifiesto no sólo la discriminación sufrida por las mujeres, también refleja la negación de las aportaciones, descubrimientos y el trabajo de muchas mujeres científicas, dando la autoría de los mismos a compañeros de investigación.
- Nettie Stevens. Genetista quien realizó hallazgos fundamentales en la comprensión de los cromosomas X e Y, su contribución permitió demostrar que los cromosomas eran los responsables de determinar el sexo de los organismos.
- Rosalind Franklin. La contribución de Franklin es relevante porque gracias a las imágenes capturadas, se determinó por primera vez la estructura de ADN, como un polímero de doble hélice, en 1952. Similar al caso de Lise Meitner, el mérito fue atribuido a su jefe y compañeros de laboratorio. Las imágenes capturadas por Franklin se publicaron en un artículo en 1953 cuyos autores fueron Watson y Crick, el resto de este caso es historia bien conocida por todos.

De manera inicial, como propuestas concretas para coadyuvar a transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje de la química, es necesario visibilizar las mujeres científicas, sus saberes y aportes a la disciplina, como bien puede ser la indagación sobre las mujeres científicas, para que se reconozcan modelos de personas más cercanos y menos estereotipados, vinculados a la discusión del contexto socio-político y aspectos culturales para reflexionar sobre cómo se construye el conocimiento; también es importante identificar sus errores, obstáculos, controversias, para evitar el triunfalismo e individualismo metodológico en la construcción de conocimiento. Es deseable que en las secuencias didácticas se incluyan textos o artículos con investigaciones que den a conocer los aportes de las mujeres.

Con la inclusión de nombrar a otras científicas, desde la historia (y la filosofía) de mujeres en la ciencia, reivindicamos sus contribuciones científicas que han sido negadas

<sup>3</sup> El listado de mujeres químicas-científicas que aquí se nombran, es muy reducido; así como la descripción histórico social. Solamente se comparte en vías de que el lector profundice e indague de manera autodidacta las historias y relevancia de cada una de estas mujeres, y que poco a poco la lista sea más larga.

<sup>4</sup> Recurso videográfico sobre el Efecto Matilda: <https://www.youtube.com/watch?v=uV9SN-Dkbuw>

por las corrientes dominantes de la historia de la química. Un segundo ámbito para abordar desde la enseñanza de la química, analizando la historia de la participación de las mujeres en las instituciones de ciencia, especialmente enfocando el limitado acceso de los grupos sistemáticamente excluidos (no únicamente de mujeres) a los medios de producción científica y el estatus dentro de las profesiones. El tercero, es analizar la actividad científica que, como hemos argumentado antes, carece de neutralidad y objetividad, en particular aquellas ciencias (sobre todo médicas y biológicas), que han definido la naturaleza de las mujeres. Y, relacionado a este último, analizar la naturaleza masculina de la ciencia misma, que procura develar las distorsiones en las mismas normas y métodos de la ciencia que ha producido la ausencia histórica de mujeres de cualquier rol significativo en la construcción de la ciencia moderna (Maffia, 2007).

La enseñanza de la química, como vemos, tiene muchos retos por cumplir; aunado al relacionado con la integración de una perspectiva de género que reconozca la formación integral de las personas y que asuman que las categorías asociadas a los sexos no son binarias, ni homogéneas en tanto que incluyen elementos de la cultura y, en consecuencia, no se interpreta el mundo de la misma manera, así como la comprensión de la ciencia como un conocimiento situado, pues todas las historias contienen funciones de política y la contextualización de la persona que realiza la investigación. Bajo esta visión, el o la estudiante comprende que los hechos científicos pueden ser parcialmente definidos y limitados pues requiere de otros aspectos sociales.

El papel de la/el docente también debe reconfigurarse, no olvidemos que es un sujeto que trae consigo al aula una compleja red de experiencias, habilidades, conocimientos, perspectivas e intereses, así como su propia identidad de género y las expectativas frente al estudiantado. Desde allí, se posiciona frente a las relaciones ciencia-género y establece modos de interacción y comunicación con sus estudiantes (Gray y Leith, 2004).

## **A modo de conclusión**

Hemos comprendido que las prácticas científicas son un conjunto de acciones coordinadas, en las que destacan las formas de comprensión, reglas y estructura teleoafectiva. En el mismo sentido, comprendemos que la práctica en la enseñanza de la química se encuentra vinculada a sistemas más amplios procedentes de una tradición cultural. Si bien, hasta aquí, podemos comprender que la práctica en la enseñanza química es un sistema complejo de actividades, aún falta incorporar el punto de vista (Harding) y los conocimientos situados (Haraway), con la finalidad de dar cuenta de que la subjetividad no debe ser comprendida como un obstáculo en el desarrollo de las ciencias, sino como un recurso para la producción de conocimiento. En este sentido, al tener una mayor interacción con la subjetividad, la objetividad se maximiza, es decir, la objetividad se alcanza reconociendo el aspecto situado de todo conocimiento, adoptando una perspectiva localizada, encarnada y parcial, capaz de generar valiosas conexiones.

Como podemos observar, la enseñanza de la química no puede ser estática, sino que debe ser concurrente con otras metodologías en el que se incluya un enfoque CTS, relacionadas con situaciones cotidianas. Tal como se indicó antes, como propuestas para transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química, y la consolidación del pensamiento crítico y reflexivo, es importante analizar los obstáculos, controversias, errores en el desarrollo de la química, para evitar el triunfalismo e individualismo metodológico en la construcción de conocimiento. Cabe mencionar, que este enfoque CTS también debería

incorporar a las epistemologías feministas, con la finalidad de identificar que la producción de conocimiento no puede ser reconocida únicamente desde una visión androcéntrica; sino que las mujeres también son sujetos epistémicos, capaces de producir conocimientos y contribuir a la práctica química. Por tanto, es importante brindar contenidos significativos, con metodologías empleadas en el proceso enseñanza-aprendizaje, competencias que se trabajan, interdisciplinariedad y adaptadas a contextos diferentes a aquel para el que se han diseñado. El nivel de éxito o fracaso en su aplicación deberá estar guiado no por la evaluación sumativa, sino por el interés del alumno y la comprensión de conceptos, que le permita explicar el mundo y pueda contemplarse como protagonista en la construcción de su futuro.

Aunado a lo anterior, no solamente hay un cambio en la enseñanza de la química, sino también al interior de la propia filosofía de las ciencias. Como vemos, la epistemología feminista no únicamente se refiere a una posición frente al género, sino a las consecuencias epistemológicas de la hegemonía del varón (blanco, occidental, de clase media-alta) en la ciencia, y cómo la imposición de una postura androcéntrica en el desarrollo de la ciencia ha arraigado en el imaginario una supuesta universalidad y abstracción del sujeto cognoscente.

Por tanto, el reto para la enseñanza de la química en este siglo, además de la comprensión de conceptos y modelos, se tiene que incorporar significativamente otras voces distintas a las hegemónicas, en el que las y los estudiantes sean capaces de identificarse con referentes que no les sean ajenos, para también promover vocaciones científicas.

## Referencias

- Arrieta de Guzmán, T. (2018). Sobre el pensamiento feminista y la ciencia. *Letras-Lima*, 89(130), 51-78.
- Chamizo Guerrero, J. A. (2022). Las prácticas químicas a través de sus transformaciones. *Crítica, Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 54(162), 57-82.
- Chamizo, J. A., y García-Cruz, J. C. (2020). Experiencia en la formación de docentes a partir de la historia y la filosofía de la química. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 17(1). [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2020.v17.i1.1601](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i1.1601)
- Cutcliffe, S. H. (1990). Ciencia, tecnología y sociedad: un campo interdisciplinar. En M. Medina y J. Sanmartín (Eds.), *Ciencia, Tecnología y Sociedad* (pp. 20-41). Anthropos.
- Erduran, S. (2013). Philosophy, Chemistry and Education: An Introduction. *Science & Education*, 7, 1559-1562.
- Erduran, S., Arduriz, A., y Naaman, M. (2007). Developing epistemologically empowered teachers examining the role of philosophy of chemistry in teacher education. *Science & Education*, 16, 975-989.
- Gallego, A. P., Gallego, R., y Pérez, R. (2009). El contexto histórico didáctico de la institucionalización de la química como ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6, 247-263.
- González García, M., López Cerezo, J. A., y Luján, J. L. (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Tecnos.



- Gray, C., y Leith, H. (2004). Perpetuating gender stereotypes in the classroom: A teacher perspective. *Educational Studies*, 30(1), 3-17. <https://doi.org/10.1080/0305569032000159705>
- Hacking, I. (1983). *Representing and Intervening*. Cambridge University Press.
- Haraway, D. (1995). *Simios, cyborgs y mujeres. La reinención de la naturaleza*. Ediciones Cátedra.
- Harding, S. (1986). *The science question in feminism*. Cornell University Press.
- Harding, S. (1987). Is there a feminist method? En S. Harding (Ed.), *Feminism and Methodology*. Indiana University Press.
- Harding, S. (1991). *Whose Science? Whose Knowledge? Thinking from Women's Lives*. Cornell University Press.
- Harding, S. (1992). After the neutrality ideal: Science, politics, and "strong objectivity". *Social Research*, 59(3), 567-587.
- Harding, S. (1993). Rethinking standpoint epistemology: What is 'strong objectivity'? En L. Alcoff & E. Potter (Eds.), *Feminist Epistemologies* (pp. 49-82). Routledge.
- Hartsock, N. (2019). *The feminist standpoint revisited and other essays*. Routledge.
- Hodson, D. (2008). *Towards scientific literacy: A teachers' guide to the history, philosophy and sociology of science*. Sense Publishers.
- Höttecke, D., y Silva, C. C. (2011). Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: An analysis of obstacles. *Science & Education*, 20, 293-316.
- Justi, R., y Cardoso, P. C. (2016). Discussion of the controversy concerning a historical event among pre-service teachers. *Science & Education*, 25, 795-822.
- Kuhn, T. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica.
- Maffia, D. (2007). Epistemología feminista: La subversión semiótica de las mujeres en la ciencia. *Revista Venezolana de Estudios de la Mujer*, 12(28), 63-98.
- Matthews, M. (Ed.). (2014). *International handbook of research in history, philosophy and science teaching*. Springer.
- Moreno, L., y Calvo, M. A. (2019). ¿Cómo presentan la historia de la química los libros de texto de Educación Secundaria? Un análisis desde la didáctica y los estudios históricos de la ciencia. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16, 1101.
- Olivé, L. (2008). Representaciones, producción de conocimiento y normatividad: Un enfoque naturalizado. En J. Esteban & J. Martínez (Comps.), *Normas y prácticas en la ciencia* (pp. 50-72). UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas.
- Olivé, L. (2010). Prólogo. En J. A. Chamizo (Coord.), *Historia y filosofía de la química. Aportes para la enseñanza* (pp. 1-10). Siglo XXI.

- Reichenbach, H. (1938). *Experience and prediction: An analysis of the foundations and the structure of knowledge*. The University of Chicago Press.
- Schatzki, T. (1996). *Social practices: A Wittgensteinian approach to human activity and the social*. Cambridge University Press.
- Tolvanen, S., Jansson, J., Vesterinen, V., y Aksela, M. (2014). How to use historical approach to teach nature of science in chemistry education? *Science & Education*, 23, 1605-1636.
- Turner, S. (1994). *The social theory of practices*. The University of Chicago Press.
- Van Aalsvort, J. (2004). Logical positivism as a tool to analyze the problem of chemistry's lack of relevance in secondary school chemical education. *International Journal of Science Education*, 26, 1151-1168.
- Wandersee, J. H. (1990). Concept mapping and the cartography of cognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 923-936.