

La historia de la ciencia en contexto escolar: un ejemplo de uso didáctico de biografías científicas

Núria Solsona Pairó, Departament d'Ensenyament, Catalunya, España, nsolsona@xtec.cat

Mario Quintanilla Gatica. Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile, mquintag@puc.cl

Resumen

Esta comunicación, sigue las orientaciones epistemológicas y metodológicas del proyecto de FONDECYT 1095149 y AKA-04, que dirige el segundo autor. Tiene como finalidad explorar el uso de biografías de la Historia de la Ciencia, en contexto escolar. Y para ello se utiliza como ejemplo el uso de las aportaciones científicas de Marie Sklodowska Curie. Dado que coexisten representaciones positivas sobre el uso didáctico de la historia de la ciencia con nociones ingenuas en relación a la naturaleza del componente histórico de la ciencia, nos proponemos profundizar en la relevancia del uso escolar de las biografías científicas históricas contextualizadas social y culturalmente. Y extraemos algunas directrices, recomendaciones o dimensiones de análisis que favorecen el uso didáctico de biografías científicas en contexto escolar.

Palabras Claves: Historia de la ciencia, enfoque didáctico, contexto escolar

The history of Science in the school context: an example of school use of scientific biographies

Abstract

This communication follows the epistemological and methodological orientations of the project FONDECYT 1095149 and AKA-04, which directs the second author. It aims to explore the use of biographies in the History of Science in the school context. And it is used as an example the use of the scientific contributions of Marie Sklodowska Curie. Since positive representations coexist on the didactic use of history of science with naive notions regarding the nature of the historical component of science, we intend to deepen the relevance of school use of scientific biographies socially and culturally contextualized historical. And draw some guidelines, recommendations or analysis dimensions that promote educational use of scientific biographies in the school context.

Keywords: history of science, science education, scholar context

Directrices Teóricas y objetivos

La idea de una educación científica de calidad para todo el mundo, resulta hoy la premisa fundamental declarada por diversos organismos educativos en todo el mundo. Desde la didáctica de las ciencias, se ha venido promoviendo integrar diversos saberes sobre la ciencia (meta científicos) como la historia y la filosofía de las ciencias en la educación científica (HPS) con la finalidad de formar sujetos competentes en ciencias. Desde esta perspectiva, la ciudadanía no debería considerarse competente en ciencias si no llega a superar una imagen ingenua de la misma, basada fundamentalmente en una concepción aproblemática y descontextualizada de la naturaleza de la ciencia. En relación a ello se ha constatado que de manera recurrente se ha ignorado la dimensión histórica de la ciencia o bien solo se destaca una visión inadecuada de ella (Quintanilla, M.; Izquierdo,

M. & Adúriz-Bravo, A., 2005). El conocimiento científico, se ha ido construyendo a través de los siglos de manera transcultural, sobre cimientos que han estado determinados (y muchas veces condicionados) por la coexistencia y simultaneidad de múltiples creencias acerca de la estructura de la materia, conflictos de poder derivados de la necesidad de ‘controlar el conocimiento’, resabios mitológicos, influencias religiosas, crisis políticas y disputas valóricas que han generado las más increíbles controversias. De ahí que, en las últimas décadas, la idea de historicidad de la química admite interpretaciones encontradas en los análisis meta científicos: algunas de ellas, intentan explicar la evolución del conocimiento de nuestra disciplina desde una mirada reduccionista que valora la objetividad del dato mismo o visión anacrónica (Kragh, 1989); otras interpretaciones quisieran generar modelos explicativos de las teorías de la ciencia, que surgen de la valoración de la época y el contexto en que dicho conocimiento se ‘socializó’ e influyó en el desarrollo cultural de una comunidad científica determinada o visión diacrónica. Esta última forma de comprender la historia de la química, valiosa a nuestro juicio para los profesores de ciencias naturales, genera planteamientos que distinguen de manera sustancial entre los llamados hechos del pasado y los hechos históricos tal cual lo han planteado diversos investigadores (Quintanilla,2010)

El conocimiento de la información histórica química modifica el modelo de ciencia del profesorado. La HPS permite conocer los azares y las dificultades que se encontraron para establecer los modelos y teorías científicas, quién intervino y cómo lo hizo, si fueron hombre o mujeres, de la misma o de diferentes comunidades científicas, con qué presupuestos, etc. Un enfoque historiográfico de actualidad debe contextualizar adecuadamente el recurso a la ciencia empírica en determinados momentos históricos, ya que no era la consecuencia lógica de la escasa disponibilidad de médicos universitarios o profesionales especializados, sino una práctica extendida en todas las personas que tenían algún tipo de acceso al conocimiento. Así las cosas, es evidente que la historia de la ciencia promueve una mejor comprensión de las nociones y métodos científicos; los enfoques históricos conectan y evalúan el desarrollo del pensamiento individual con el desarrollo de las ideas científicas en un momento particular o la consolidación de los pactos metateóricos de la comunidad; la historia de la ciencia es necesaria y útil para comprender la naturaleza de la ciencia; cuestiona el cientificismo y dogmatismo que es común de encontrar en nuestras clases y textos habituales de enseñanza de la química. Al examinar la vida y época de científicos(as) individuales, la historia de la ciencia humaniza los contenidos propios de la ciencia, haciéndola menos formal y más cercana al estudiantado y a la sociedad en general. Finalmente, la historia de la ciencia nos permite conectar la ciencia específica con tópicos y temas propios de cada disciplina y también conectar con otros saberes eruditos, integrando la natural interdependencia del conocimiento humano de una manera compleja, heurística y a la vez, más valiosa de enseñar y aprender.(Quintanilla,2011)

Del mismo modo, es bien conocido que para una gran mayoría de profesores y científicos, la historia de la ciencia aparece como un “conjunto de hechos linealmente ordenados” basados en algún contenido específico que poco o nada ofrece a la reflexión y al análisis de la construcción del conocimiento científico y menos de la vida de las personas. Esto ha favorecido actitudes persistentes que intentan “neutralizar” el desarrollo de la ciencia y la tecnología en diferentes momentos de la historia desconectándola de los procesos de enseñanza y aprendizaje, como si la ciencia fuera “ahistórica” y los descubrimientos o inventos científicos (y con ello sus responsables directos y su entorno inmediato)

se desarrollaran de manera invariable en el tiempo. Es por ello que en los últimos años ha resultado muy relevante instalar en la comunidad de didactólogos de la ciencia, la discusión sobre la necesidad de introducir la historia de la ciencia en la formación inicial y permanente del profesorado no sólo como un invariante curricular, sino como un factor de discusión teórica y epistemológica acerca de la naturaleza de la ciencia, sus métodos y objetos de estudio, lo que contribuiría a consolidar representaciones simbólicas muy diferentes al positivismo más ortodoxo. La hipótesis que sustentamos es que es posible utilizar aspectos concretos de la historia de la ciencia de manera que se plantee el origen histórico de las principales líneas de investigación, se muestre el proceso de creación y desarrollo de los principales conceptos y teorías, como fruto de un trabajo colectivo y de una construcción humana, en la que hay polémicas, tensiones y distensiones, y se analice la complejidad de las relaciones ciencia – tecnología – sociedad - comunicación (CTSC) a lo largo de la historia, con las implicaciones de transformación de los procesos sociales y de convivencia que ello ha generado para la humanidad en general y para la comunidad científica en particular. (Uribe, Quintanilla, Izquierdo, Solsona, 2010)

Dado que aún persisten deficiencias en la calidad de los aprendizajes, vinculadas a una escasa y/o inadecuada formación docente en relación con la historia de la ciencia. La historia de la ciencia HPS es un instrumento didáctico muy complejo, es decir como si fuera maquinaria pesada que debe dominar el profesorado. La HPS permite conocer los problemas epistemológicos que se ha planteado el pensamiento humano, pero no sirve para ilustrar el proceso histórico de los conceptos.

La HPS por sí sola no tiene valor didáctico, pero permite mostrar la complejidad de los conceptos científicos, enriquecer el trasfondo humano y la trascendencia de la modelización científica y es un instrumento poderoso para legitimar la situación actual de la ciencia y para redefender la legitimidad de los cambios en los modelos de conocimiento científico. La HPS con un enfoque historiográfico y didáctico permite ofrecer en contexto escolar narraciones sobre práctica científica de personas con sus propias motivaciones y expectativas en situaciones históricas, políticas y sociales. No se trata de tener una descripción detallada de las experiencias y hechos científicos, sino que interesan más los cambios cualitativos del pensamiento humano que contribuyeron a establecer lo que hoy denominamos ciencia. No se trata de establecer un paralelismo directo entre la evolución histórica de los conceptos y entidades con el desarrollo del conocimiento en el proceso de aprendizaje.

De acuerdo con un modelo de historia de la ciencia social y cultural se busca la proximidad de la práctica química con el trabajo experimental del laboratorio escolar. Para ello es necesario trabajar con una conceptualización de química como la ciencia de la transformación de los materiales, que engloba en su origen a la tradición alquimista, metalúrgica o filosófica que volcó su mirada hacia lo que hoy llamamos transformaciones de los materiales. La memoria histórica femenina como toda memoria debe ser previamente construida, en un proceso de reconocimiento de la presencia activa de mujeres creadoras de vida y de conocimiento que la experiencia demuestra fundamental para el desarrollo humano y científico. La mayoría de mujeres que trabajaron en prácticas anteriores al establecimiento de la ciencia moderna fueron mujeres con autoridad científica en su época, de la misma forma que ocurrió con Marie Sklodowska Curie. Una autoridad que no entendieron como poder, sino como mediación con otras personas que deseaban aprender también como ellas. La investigación basada en la autoridad femenina, la transmisión de la memoria histórica femenina y los modelos históricos científicos femeninos permiten ofrecer modelos de

personas que practicaron la ciencia con valores y llenan un vacío que tenía la historia de la ciencia.

Además, la intervención didáctica coeducativa desmitifica la aparente neutralidad del sistema educativo que sobrevalora la participación masculina en la historia de la ciencia e infravalora la femenina.

La UNESCO, para el año 2011, con motivo del año Internacional de la química, ha establecido los principales objetivos del Año:

- Aumentar la concienciación y comprensión por parte del gran público de cómo la química puede responder a las necesidades del mundo.
- Fomentar el interés de los jóvenes en la química.
- Celebrar las contribuciones de las mujeres al mundo de la química así como los principales hitos históricos, especialmente el primer centenario de la concesión del Premio Nobel a Marie Curie y de la creación de la Asociación Internacional de Sociedades Químicas.

Nos basamos en la investigación histórica desarrollada, desde las primeras décadas del siglo XX por algunas filósofas y científicas con el objetivo de construir genealogías de práctica científica femenina. La investigación evalúa y significa en el presente las actividades y los saberes científicos históricos de las mujeres para construir una historia que valorara su experiencia científica. Para ello, es necesario interpretar de manera original pero siguiendo criterios históricos la amplia gama de actividades relacionadas con la ciencia que las mujeres han realizado en distintas épocas.

Actualmente podemos afirmar que las mujeres han ocupado un lugar diferente de los hombres en la historia de la ciencia, a veces se han situado en los márgenes de la ciencia considerada oficial. En varias culturas, las mujeres no disponían de modelos positivos de trasgresión de las normas y aquellas que en siglos anteriores recopilaban saberes científicos y escribieron libros han sido ignoradas sino descalificadas por la historia.

Los objetivos fundamentales de la introducción de la HPS en el contexto escolar son:

- Introducir y conceptualizar entidades básicas para la iniciación a la química, teniendo en cuenta la perspectiva histórica.
- Familiarizar la clase con instrumentos históricos y actuales y métodos sencillos de laboratorio.
- Presentar las aportaciones de las mujeres científicas en su dimensión histórica, con una diversidad de actividades.
- Relacionar el estudio de los saberes científicos en los diferentes momentos históricos con las diversas formas de transmisión de la memoria femenina.

El uso de la HPS en contexto escolar permite detectar las lagunas explícitas de los modelos científicos actuales. Un primer ejemplo se encuentra en el aprendizaje del concepto reacción química, donde el alumnado tiene dificultades para interpretar simultáneamente y correctamente cuando en un fenómeno coexisten un cambio químico y físico. A finales del siglo XVIII, Lavoisier interpretaba este fenómeno como una pérdida de calórico. El paradigma científico actual no da explicación a este fenómeno. No podemos abogar por la reintroducción del calórico, pero conocer la historia de la química ayuda a comprender estas dificultades de conceptualización.

Un segundo ejemplo se localiza en el paso histórico del atomismo mecanicista al atomismo químico, que coincide con algunos de los problemas que plantea el alumnado en el cambio químico, donde todas las combinaciones entre átomos y todas las

moléculas son posibles. Y un tercer ejemplo está relacionado con la sustancialización de las propiedades. En el siglo XV, la yatroquímica y Paracelso asignaron forma material a las cualidades abstractas, y asignaron el principio de la combustibilidad al S, el principio de la fragilidad o rigidez a la sal y el principio de la fluidez al Hg. Dado que el alumnado a veces sustancializa propiedades es conveniente para la formación del profesorado conocer los momentos históricos de este proceso.

Marie Sklodowska Curie (1867- 1937) y la genealogía científica femenina

Para la introducción de biografías científicas en contexto escolar, tal como se había hecho en ocasiones anteriores (Solsona, 2005; Solsona, 2010) se redactó un texto que se utilizó en tres centros escolares de Secundaria del entorno urbano de Barcelona (España).

La biografía de Marie Sklodowska Curie se elaboró con la intención de dar a conocer el trabajo científico realizado por añadiendo algunos aspectos que no han sido recogidos por la historiografía científica tradicional: la autoría de la interpretaciones de los experimentos relacionados con la radioactividad, el liderazgo en la investigación, la honradez científica y los valores humanos que le permitieron ponerse al servicio de los soldados heridos en la I Guerra Mundial. Además, como todas las biografías, su narrativa permite conocer las condiciones concretas del trabajo de laboratorio en la época, los instrumentos y materiales utilizados, la colaboración entre los distintos investigadores que trabajaban sobre el tema y el funcionamiento de instituciones científicas, como l'Académie des Ciencis y la Royal Institution.

Desde un enfoque de la enseñanza de química, que tiene en cuenta el desarrollo de una idea científica en relación a su contexto histórico y cultural, se valoran las aportaciones de Marie Sklodowska, y para ello es preciso recordar el contexto de su trayectoria vital.

"A finales del siglo XIX, los inventos científicos son cada día más importantes en todos los terrenos. Wilhelm Röntgen, descubre los rayos X y Henri Becquerel identifica las radiaciones del uranio. Marie Sklodowska Curie, licenciada en física y matemáticas había tenido que irse de Polonia porque las Universidades, bajo dominio de las autoridades rusas no permitían estudiar a las chicas.

Marie Curie es la primera mujer que realiza el doctorado en Europa sobre las radiaciones de U, y se plantea el problema del origen de la energía del compuesto de U para oscurecer las placas. Sólo Elsa Nuemann, en Alemania lo había hecho sobre electroquímica. Marie trabaja en unas condiciones penosas en un laboratorio subterráneo húmedo de la Escuela de Física i Química de París. Rápidamente identifica las radiaciones del Torio y sus sales. Emprende el estudio cuantitativo de los fenómenos observados por Roentgen y Becquerel, con un electrómetro que Pierre ya no utilizaba. Marie verifica que todas las muestras de U emiten radiaciones y a mayor pureza más radiaciones emitidas. La actividad radiactiva solo depende de la cantidad de U presente, no de su forma de presentación. Una interpretación muy importante de los fenómenos observados de la que sólo más tarde comprendería su valor. Las radiaciones no son el resultado de la interacción entre las moléculas, es decir de la formación de nuevas moléculas, como ocurre en una reacción química, sino que la radiación es una propiedad atómica. Y la energía de radiación proviene del propio átomo. Es sabido que la conceptualización de la radioactividad tuvo consecuencias para proseguir en el desarrollo de los modelos atómicos, la estructura atómica y sus aplicaciones.

La metodología de trabajo de Marie Curie se caracterizó por ser meticulosa, cuidadosa, precisa y sistemática en las medidas: observa, deduce y realiza previsiones para seguir

avanzando en la investigación. Realiza las mismas medidas veinte veces, y a pesar de que los minerales de pechblenda sólo tienen trazas de U emiten radiaciones más importantes que el U puro. El electrómetro muestra que la pechblenda es cuatro veces más activa que el U. Pierre Curie abandona sus investigaciones para ayudar a Marie y se plantean la pregunta ¿Qué pasaría si hubiera otro elemento?

El 1898, Marie publica los resultados de sus cuadernos de trabajo dado su gran interés científico, en la Academia de Ciencias de París. Como no son miembros de la Academia lo hace su amigo Gabriel Lippmann. En los cuadernos se indica: “Este es un hecho muy importante y lleva a creer que estos minerales pueden contener un elemento más activo que el U.” Marie continúa con sus medidas e identifica dos nuevos elementos a los que llama Polonio i Radio. Unos meses más tarde, el gobierno austriaco envía gratuitamente 1000 k de residuos de pechblenda para sus experiencias, que en abril de 1899 llegan en un carro tirado por cuatro caballos. Algunas tablas de madera, dos o tres sillas, hornillos y un perol son los instrumentos de su laboratorio. Durante 4 años tratan 8 toneladas de pechblenda. Todavía hoy con 10.000 k sólo se obtienen 3 g de Ra.

Marie limpiaba el mineral, lo atacaba con ácidos, para aislar sus componentes, anotando que el Bi era el más difícil de separar. El residuo mezclado con carbonato se fundía en el perol. Después la mezcla era tratada con alcohol y la disolución depositaba sales de Ra, fosforescentes, azulonas, que brillaban en la oscuridad. A una solución de nitrato de Bi que creía que contenía el nuevo elemento le añadió H_2S , midió la actividad del precipitado y apuntó en su cuaderno “150 veces más activo que el U”. Marie Curie llamó radioelementos a este tipo de elementos y al fenómeno radioactividad. Y la química ha conservado este vocabulario. La radioactividad es la propiedad de algunos elementos químicos que se transforman de manera natural en otros, emitiendo al mismo tiempo radiaciones.

En tres cuadernos de notas se conservan tres años de investigación de Marie Curie, del 1897 al 1899 que se puede consultar en el Instituto Curie de París. El Radio se había identificado pero nadie había podido verlo, era necesario aislarlo de la roca de pechblenda. Y para ello eran necesarios centenares de kilos de pechblenda. Y necesitaba otro instrumento, el espectrómetro que suministra el tipo de prueba que exige la ciencia química para afirmar que el Ra es un elemento químico. Wilhelm Ostwald visitó el laboratorio de los Curies y dijo: “Yo preguntaba con insistencia por el laboratorio de los Curie donde acababan de descubrir el Ra. Ellos se encontraban de viaje. El lugar parecía un almacén de patatas o una cuadra, y si no hubiera visto la mesa de trabajo con el material de química, habría creído que se trataba de una broma pesada”.

En sus cuadernos de trabajo continúa haciendo cálculo y atribuyendo al Radio una masa atómica de 174, un valor imposible. Verifiquen los cálculos y tienen que volver a empezar. Y obtienen una nueva masa atómica 225,93. Finalmente la identificación del Ra es oficial y Marie Curie envía muestras de Ra protegidas con Pb por todo el mundo para que tosa la comunidad científica lo pueda verificar y se empiece a utilizar en medicina.

En 1903 Marie Curie defiende su tesis doctoral: Investigaciones sobre sustancias radioactivas. Es la primera mujer doctora en Ciencias físicas, otras podrán serlo después de ella. Su fama no va acompañada del apoyo económico y material en sus investigaciones por las autoridades científicas. Pierre se convierte en profesor de la Universidad de la Sorbonne, y por fin tienen un laboratorio. Y Marie enseña en la Escuela Normal de Chicas de Sèvres desde 1900. Marie sigue trabajando en la desviación de las emisiones de Ra y llega a la conclusión que hay de dos tipos: unas que se pueden desviar, con carga negativa y otras que son insensibles a la acción magnética.

Enerst Rutherford desde Canadá trabaja con los mismos datos que Curie y llama rayos β a los que se pueden parar con una hoja de papel, rayos α a los que atraviesan espesores más considerables. Y más tarde, en 1914 identifica un tercer grupo: los rayos γ .

Marie trabajó con la hipótesis de que el Ra para emitir radiaciones extrae la energía de sí mismo. Y con la radioactividad inducida, es decir que si se dispone de una fuente de radioactividad de sales de Ra o de Po al lado de una placa de metal, esta se convierte en radioactiva.

Rutherford había aislado el To, y con Soddy probaron que los elementos radioactivos cuando emiten radiaciones α y β se transforman en una serie de elementos radioactivos intermedios, a un ritmo preciso. En 1906, Pierre muere atropellado por un carro y la Universidad de la Sorbonne propone que Marie ocupe su lugar. Es la primera mujer que accede a ser profesora de Universidad en Francia.

En 1906, en la reunión de la British Association a pesar de que todos los colegas estaban de acuerdo con la idea de Curie sobre la radioactividad como propiedad de los átomos, Lord Kelvin sigue defendiendo la indestructibilidad del átomo. Y dice: "Que el Ra, lejos de constituir un nuevo elemento, probablemente no es más que un compuesto molecular de Pb quizás y de 5 átomos de He". Rutherford apoya a Marie Curie, que ha medido la T de fusión del Ra de 700° C.

En 1910 Marie deposita una muestra de Ra en la oficina de Pesos i Medidas de París y espera ser nombrada miembro de la Academia de Ciencias de París. Pero la Acadèmia la rechaza por un voto de diferencia, siguiendo la idea de No queremos mujeres! A continuación le conceden el segundo Premio Nobel por la preparación del Ra puro. Y publica el *Tractado sobre la radioactividad*.

El químico sueco Arrhenius señala al Comitè del Nobel: "El Ra es el descubrimiento más importante del siglo". Marie Curie hace un discurso recepción del Nobel de autoafirmación utilizando la primera persona y dice: "los cuerpos que yo he llamado radioactivos..." que combina con otras frases en las que describe el trabajo conjunto con Pierre Curie "en las investigaciones que Pierre y yo hemos realizado...".

Desde 1897 Marie Curie había tenido problemas de salud en el pulmón Y en 1911 cae gravemente enferma, por la irradiación de Ra recibida en sus investigaciones. En aquella época no se conocía el peligro de la radioactividad y no había sistemas de radioprotección. Se recupera durante un año y vuelve a trabajar. En 1912 escribe a Rutherford quien la mantenía informada del progreso de las discusiones sobre el patrón internacional del Ra.

"Vos quizás habéis visto que M. Ramsay (Sir William Ramsay) ha publicado un trabajo sobre el peso atómico del radio. Ha obtenido exactamente el mismo resultado que yo i sus medidas son menos concordantes que las mías. A pesar de ello concluye que el suyo es el primer buen trabajo sobre el tema!!! Reconozco que estoy muy sorprendida. Por otro lado hay otras advertencias malévolas e inexactas cuando cita mis experiencias sobre el peso atómico."

En cuanto al patrón internacional del Radio, Stefan Meyer y Marie Sklodowska habían preparado por separado. Si no hubieran coincidido los dos patrones habría habido discusiones en el Comité Internacional, pero afortunadamente los dos coincidieron.

El 1914 se inauguró el Pabellón Curie donde seguirían sus investigaciones. Estalla la I Guerra Mundial y Marie Curie crea los vehículos radiográficos para atender a los heridos de guerra, en los hospitales del frente, con 150 enfermeras formadas por el instituto Curie. Su hija mayor Irene Curie, con 17 años juega un papel importante. En 1915, El gas Rn, obtenido de la descomposición del Ra entra en acción y es una fuente de radiaciones para el tratamiento del cáncer. Un vez finalizada la guerra, en 1918, el

Instituto Curie adquiere fama mundial y es dirigido por Marie Curie 15 años más, obteniendo otras tierras raras radioactivas.

A partir de 1921, Marie Curie viaja a New York y por todo el mundo, pesar de que el cansancio aumenta día a día. En 1928 escribe en una carta a su hija Irene y Frederic Joliot, que acaben de tener una niña:

“Espero que la pequeña tendrá una manta caliente para el cochecito, tal como hemos quedado. Me encuentro mejor pero conservo un residuo de fiebre que no se va.

La expresión $x \cdot \frac{dP}{dx}$ es la tangente a la curva $P = \text{función log } x$, ya que $x \cdot \frac{dP}{dx} = \frac{dP}{d \log^e x}$, y hay que señalarlo en una nota si fuera posible.

Un abrazo para los tres.” Finalmente, en 1929 se agrava la enfermedad de Marie Curie y se queda ciega. Muere con 70 años.

Conclusiones

En anteriores publicaciones hemos comprobado el interés del alumnado en las figuras históricas como María la Judía, inventora del baño María, de la receta alquímica de Isabella Cortese y Marie Meurdrac, de las aportaciones de Emilie du Chatêlet (Autora, 1997, 2007, 2010) y de los textos de Jane Marcet para el estudio de la electroquímica (Camacho, 2010). Durante el año 2011 los trabajos y las intervenciones en centros educativos de Secundaria han permitido estimular la curiosidad científica por Marie Curie con resultados interesantes dada la curiosidad mostrada por los alumnos y alumnas.

A nivel del alumnado, la HC refuerza la idea que el conocimiento “se crea”, no “se descubre” y esto ayuda a mantener un sano escepticismo ante las afirmaciones científicas. A través de la HC puede tomar conciencia que aprende y reconstruye individualmente conocimientos elaborados socialmente. Hemos presentado en esta comunicación algunas ideas que nos parecen teórica y metodológicamente muy relevantes a la hora de pensar en cómo estamos potenciando el lenguaje de la química, y con ello el aprendizaje para una ‘nueva historia de la química’ (NHQ). Situamos el tema desde un análisis didáctico y epistemológico, puesto que estos referentes le dan consistencia a la toma de decisiones y a la gestión del conocimiento científico de los profesores en el aula, aún en contextos restrictivos de aprendizaje. Sin embargo, vemos en la realidad que poco o nada se conoce de estos elementos de análisis para superar las enormes dudas o contradicciones que, eventualmente, surgen en la reflexión del ‘enseñante de química’ y del propio estudiante que aprende química pese a su profesorado. El origen de estas dudas, contradicciones y acuerdos que hemos presentado está en aceptar que lo más importante de la química en la escuela y en la formación profesional del profesorado de ciencias y ‘de la persona que trabaja en química’, es actuar con un objetivo compartido entre estudiantado y docentes y en que es difícil que el objetivo de esta ciencia experimental por naturaleza (aprobar o ‘pasar de curso’), coincida con el objetivo del conocimiento científico, es decir, interpretar los fenómenos pensando y discutiendo en un entorno disciplinar donde se habla, escribe, comunica y divulga la ciencia. Es así como se ha construido la historia de la química, que sin duda alguna tiene el gran mérito de ayudarnos a pensar cada vez más sobre el mundo.

Referencias

CAMACHO, J.P. y AUTOR. Jane Marcet, un modelo didáctico de la electroquímica en el S.XIX. In: VIII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN

DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra*,
Barcelona, 2009, p. 1674-1679,
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1674-1679.pdf>

AUTOR; IZQUIERDO, M. & ADÚRIZ-BRAVO, A. *Discusión en torno a una propuesta para introducir la historia de la ciencia en la formación inicial del profesorado de ciencias*
In IZQUIERDO, M. CAAMAÑO, A. AUTOR. *Investigar en enseñanza de la Química. Nuevos horizontes: contextualizar y Modelizar*. Universidad Autònoma de Barcelona: Bellaterra. 2007

AUTOR La Historia de la Química (HQ) y su contribución a una ‘nueva cultura de la enseñanza de las ciencias’, In: CHAMIZO, J. (ed.). *Historia y filosofía de la química. Aportes para la enseñanza México*, UNAM, 2010

SCIEBINGER, L. *The Mind has no Sex?* London, Harvard Univ Press, 1989

AUTORA *Mujeres científicas de todos los tiempos*. Madrid, Talasa. 1997

AUTORA Las mujeres en la Historia de la Ciencia, In AUTOR (ed) *Historia de la ciencia y formación docente: aportes para su divulgación y enseñanza*. Santiago de Chile, PUC, 2007

AUTORA Reflexions i propostes per al debat educatiu – didàctic entorn a la història de la ciència. IN: ACTES DE LA II JORNADA SOBRE HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I L'ENSENYAMENT. Barcelona, Societat Catalana de la Història de la Ciència i de la Tècnica, 129 – 136. 2007

AUTORA. El uso didáctico de textos históricos en clase de química, In AUTOR (ed) *Unidades Didácticas en Química y Biología*. Edit. Conocimiento Santiago de Chile, p 181-206. 2009

AUTORA Diálogos con recetas alquímicas. *Enseñanza de las ciencias. Número extra*, 3670-3673. 2009 <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-3670-3673.pdf>

AUTORA. Seguint el fil de l'Obra d'Isabella Cortese. *Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, 3(1) 63-77. 2010

UNESCO <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/science-technology/basic-and-engineering-sciences/international-year-of-chemistry/>

URIBE,M,; AUTOR Aplicación del modelo de Sthepen Toulmin a la evolución conceptual del sistema circulatorio. Perspectivas didácticas. *Ciència & Educação*, 16, (1) 61-86. 2010