

Las mujeres en la Historia de la Ciencia y su ingreso en el aula de Matemática

Presentación de un ejemplo con enfoque CTS

por Victoria Guerci¹

Recibido : marzo de 2016. Aceptado : Marzo 2017

Resumen

Este artículo presenta una Secuencia Didáctica de Matemática con enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) destinada a estudiantes del último año de la Educación Secundaria. Concebida teniendo en cuenta que, para que la integración de las perspectivas CTS en las clases de matemática sea posible, es necesario elaborar materiales que se adecuen a las ideas y procedimientos básicos de la ciencia y que propongan actividades centradas en el planteamiento de problemas y en su resolución mediante procedimientos de indagación por parte de los estudiantes. Se propone utilizar la Historia de la Matemática como instrumento didáctico, de modo que esta permita comprender y enriquecer los saberes. Paralelamente, se desea mostrar cómo puede realizarse una enseñanza de la matemática más acorde con las nuevas propuestas didácticas reivindicando desde la propia Historia de la Ciencia el rol de la mujer en la Historia de la Matemática.

Palabras clave: Historia de las Ciencias, Historia de la Matemática, CTS.

Abstract

This article presents a Didactic Sequence of Mathematics with approach Science, Technology and Society (STS) destined for students of last year of the Secondary Education. Bearing in mind that in order that the integration of the perspectives STS in the classes of mathematics be possible, is necessary develop the appropriate materials to the ideas and basic procedures of the science and that propose activities be centered on the exposition of problems and his resolution by means of procedures of investigation on the part of the students. It proposes to use the History of the Mathematics as didactic instrument, considering that this one allows to understand and to enrich the wisdoms. Parallel, one wants to show how there can be realized an education of the mathematics most according to the new offers.

Keywords: History of Science, History of Mathematics, STS.

¹ Doctoranda en Educación (UNTREF - UNSAM - UNLA). Especialista en Educación y TIC (INFD). Especialista en Enseñanza de las Ciencias Experimentales y Matemática (UNSAM). Licenciada en Enseñanza de las Ciencias con orientación en Didáctica de la Matemática (UNSAM). Profesora en Disciplinas Industriales, especialidad: Matemática y Matemática Aplicada (INSPT - UTN). Docente de nivel secundario, superior no universitario y universitario. Integrante del Centro en Didácticas Específicas Grupo Matemática (CEDE UNSAM). Profesional especialista de Matemática de la Dirección Nacional de Coordinación Pedagógica (Ministerio de Educación y Deportes de la Nación).

Introducción

La ciencia y la tecnología atraviesan, en nuestra sociedad, todos los aspectos: desde los hábitos cotidianos de los ciudadanos, relacionados con cuestiones como la salud, las comunicaciones, la alimentación y la educación; hasta los desarrollos científicos y tecnológicos más sofisticados, relegados en manos de expertos. A partir de las primeras décadas del siglo XX la ciencia intentó desmarcarse de toda influencia subjetiva, delimitando para ello un contexto de justificación, fenómeno que se dio con mayor ahínco en las ciencias duras (Kreimer, 2009), donde la legitimación de la verdad estaba contenida en un ámbito jerarquizado y estrictamente normado, lo que se entiende por ciencia positivista/empirista. En contraposición, hacia fines de ese siglo y principios del XXI, autores como Latour (1992, 2007), Latour y Woolgar (1995), Restivo (1994) y Bloor (2003) coincidieron en afirmar que los actores que producen conocimiento, y los lugares dónde esto ocurre, forman parte de un denso entramado de relaciones sociales, tanto intra como extracientíficas, que los atraviesan. Esta sociología del conocimiento propuso repensar las ciencias llamadas “duras”, corriéndolas del lugar de indiscutibles y acabadas en el que los ubicó la cultura de los últimos cuatro siglos, hacia una visión que entiende que la ciencia, y por tanto, también la Matemática, es una construcción social. Es decir que, el conocimiento matemático encuentra en su esencia factores históricos.

En la década del 70 los efectos del desarrollo científico y tecnológico de la época dieron inicio a una conciencia crítica con respecto a las interrelaciones entre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS)². En ese contexto y junto a la creciente idea de la ciencia y la tecnología como construcción social y cultural surgió, en el marco del campo académico, el movimiento CTS. Entre sus propuestas, la corriente CTS plantea una renovación educativa, que incluya una revisión de los contenidos curriculares y de las metodologías y técnicas didácticas (Solomon, 1999). Martín Gordillo (2003) resume en pocas palabras los propósitos del campo CTS en el ámbito educativo: poner de manifiesto que la ciencia y la tecnología son accesibles e importantes para todos los ciudadanos, y posibilitar la participación pública en las decisiones tecnocientíficas mediante el aprendizaje social. Por lo tanto, son necesarias la educación para la participación en ciencia y tecnología, y la alfabetización tecnocientífica.

El campo CTS, promovido por académicos estadounidenses y europeos, presenta en América Latina un desarrollo incipiente, ante esto es deseable no extrapolar propuestas *norteuropocéntricas* hacia Latinoamérica, sino que a partir de las aproximaciones críticas vigentes comencemos a revisar e indagar sobre las concepciones acerca de la Ciencia, la Tecnología y su enseñanza en el contexto específico de nuestra región (Massarini y Schneck, 2015). Para ello resulta interesante comenzar a plantearnos algunos de los siguientes interrogantes.

² Problemas como el deterioro del medio ambiente, la carrera armamentística, el progreso de la energía y de las armas nucleares, la guerra de Vietnam que conllevó a la guerra química, son algunos de los hechos más sobresalientes en los que se circunscribe la corriente CTS.

Las mujeres en la Historia de la Ciencia

En primer lugar, vale la pena establecer con claridad *¿Qué es la Ciencia?* Diversos investigadores, científicos, filósofos, sociólogos, e historiadores del siglo XX y XXI han intentado dar respuesta a esta pregunta, pudiendo clasificarlas en dos grupos: una ciencia hecha por y para científicos absolutamente independiente del contexto social, que puede tomar características positivistas, empiristas y científicistas; y en contraposición, una ciencia determinada por la sociedad en la que se practica. Es interesante destacar la idea de que lo que hoy conocemos como ciencia es el producto de la historia anterior, de la historia de la humanidad durante miles de años (Duran, 1982). *Esa cosa* llamada ciencia (*sic*, Chalmers, 2013) es una actividad específica, con particularidades y reglas propias, en el que se relacionan componentes: teorías, metodologías, creencias, instituciones y relaciones de poder. Desde el campo CTS, la ciencia y sus resultados son un producto social, por lo que resulta evidente que no es la ciencia una verdad excluyente y definitiva, no es la única posible, ni es neutral. Las teorías y modelos científicos están estrechamente vinculados a su construcción histórica, por lo que adquieren el carácter de constructos provisionales sujetos a acuerdos de consenso (Kuhn, 1992).

En este punto, y posicionados desde la enseñanza, la profesionalización de la práctica docente y la cultura tecnocientífica para todos los ciudadanos, es interesante detenernos a pensar: *¿Para qué enseñamos Ciencias?* La finalidad de la enseñanza de las ciencias ha ido variando a lo largo de las últimas décadas, diversos autores (Martín Díaz, 2002; Massarini y Schneck, 2015; Sábado y Botana, 1994) señalan que, en este momento, la importancia de la formación científica de las sociedades latinoamericanas radica en conseguir una *alfabetización científica y tecnológica* para todos los ciudadanos.

Cabe destacar que, en los últimos 60 años, el concepto y la práctica alfabetizadora en el mundo se han ido ampliando y complejizando en consonancia con las transformaciones contemporáneas, de modo que el término *alfabetización* renueva su alcance y sentido haciendo necesario explicitar qué se entiende por él. La *alfabetización* comprendida en forma *integral* es el continuum de habilidades y herramientas que, en el contexto contemporáneo, permiten asumir la palabra, expresar y comunicar con distintos lenguajes, escribir, y desarrollar la capacidad interpretativa para leer el mundo en su complejidad, y actuar críticamente en él (Muiños de Britos, Güerci, Provenzano, 2017). De modo que, la alfabetización tiene, además de un fin formador, una misión de inclusión: a través de ella, las personas construyen con otros, espacios de participación, por lo que desarrollan pertenencia social y autoestima personal. Logrando individuos más críticos, más responsables y más comprometidos con el mundo y sus problemas, sosteniendo un accionar consciente del devenir de las generaciones presentes y futuras.

Dentro del proceso de alfabetización integral encontramos múltiples alfabetizaciones en juego: lógico matemático, informacional, artística, científica y tecnológica, etc. La *alfabetización científica y tecnológica* es además promovida y favorecida para todos los habitantes por el campo CTS (García de Ricart, 1995). Fundada en un pensamiento de base constructivista, considerado dentro del campo de la

didáctica específica, tiene como fin la democratización de la ciencia y que, para ello, se plantea:

- La preparación de los estudiantes para el empleo de la ciencia y la tecnología en el mejoramiento de su vida diaria.
- La aplicación del conocimiento científico en la vida cotidiana, y comprensión de las implicaciones socioambientales del desarrollo científico y tecnológico.
- El énfasis de la relevancia social de la investigación científica en todos los niveles de enseñanza.
- La ampliación del conjunto de habitantes que se benefician directamente con el avance de la investigación científica y tecnológica.
- El control social de la ciencia y la tecnología a partir de opciones morales y políticas colectivas.

Si deseamos desarrollar una ciencia y tecnología propias, vinculadas a los problemas productivos y sociales de la región en la construcción de sociedades más igualitarias, con autonomía de los países centrales tanto a nivel metodológico como en la definición de las temáticas de agenda (Kreimer, 2006), su inclusión en la educación obligatoria es un componente clave para la transformación de una sociedad consumidora de ciencia y tecnología a una sociedad que ejerza participación ciudadana con cultura científica (López Cerezo, 2005).

Cabe destacar que, para que esto sea posible, se requiere la voluntad social, política y cultural de las naciones latinoamericanas de mejorar su infraestructura científica y tecnológica. Estructura conformada, según Sábato y Botana (1994), por: el sistema educativo en su totalidad, los espacios en dónde se hace investigación, el sistema institucional de investigación, los mecanismos jurídicos y administrativos, y los recursos económicos y financieros.

Para analizar críticamente el sistema educativo, componente interior de la infraestructura científica y tecnológica, es preciso continuar el entramado de interrogantes planteando como cuestión si *¿es posible lograr individuos alfabetizados en forma integral cuando la Ciencia enseñada se basa en modelos de conocimiento androcéntricos donde el conocimiento llamado femenino ha sido normalmente deslegitimado, las científicas invisibilizadas y en general, la producción de las investigadoras mirada con reservas?*³ Claramente diré: ¡No!, eso no es posible. El fracaso de la enseñanza habitual de las ciencias y la tecnología se debe a "(...) que suele presentarse de forma cerrada, desactualizada y escasamente contextualizada (...)"

³ La imagen estereotipada de hombres y mujeres en la historia de la ciencia a la que se hace referencia es un hecho que puede verse, por ejemplo, en los libros de texto escolares, donde se nota: menor presencia o ausencia de mujeres en relación a los hombres; modelos pasivos y privados para los personajes femeninos y por el contrario, modelos activos y públicos en los personajes masculinos; los papeles tradicionales son atribuidos principalmente a mujeres; en relación al ejercicio profesional aparecen diferenciadas: cuando mujeres y varones realizan una misma profesión, los varones desempeñan las tareas más mecanizadas o tecnificadas y las mujeres más rudimentarias; y ausencia de actividades de relación (Rodríguez Martínez, 1998:39).

(OEI, 2001, p. 122), por lo que es imperante una mejora en las propuestas y en las prácticas de enseñanza.

Lograr una alfabetización científica requiere que tanto las mujeres como su rol en la historia de la ciencia sean pensadas socialmente. Esto implica ser pensadas en la formación obligatoria, en las escuelas, lugares que, por su tradición, no les han dado el espacio para ser conocidas y reconocidas como realidades existentes (Schiebinger, 2004). En el caso de la matemática, *todas* las personas que han transitado la escolarización han oído nombrar al Teorema de Pitágoras, la Geometría Euclidiana, el Teorema de Gauss, o el de Ruffini, aportes matemáticos atribuidos a destacados pensadores hombres, pero *pocos* han escuchado hablar en la escuela sobre los números primos de Germain y su aporte a la teoría de números, no es casual de Germain haya sido mujer.

La Historia de la Ciencia no puede quedar fuera de nuestras clases, principalmente porque para comprender la inclusión de tal o cual teoría en nuestro currículum, se hace preciso el conocimiento de las principales fases que atravesó la ciencia en su construcción. Además, conocer la historia de la ciencia tiene un potencial creador: a partir de ella se pueden generar problemas y discusiones que, en clases, resultan necesarios a la hora de abordar conceptos unificadores. En este sentido, el enfoque histórico para la incorporación de tópicos curriculares, metodologías y estrategias CTS, explica que en los procesos de enseñanza y de aprendizaje no se trata sólo de situar a los saberes espacial e históricamente, sino de facilitar la reflexión sobre el recorrido, desarrollo e interconexiones que construyen la identidad como memoria colectiva (Ziman, 1985; Santos, 2003).⁴ La propuesta es sumarle a este enfoque la legitimación del rol de las científicas. De este modo la memoria social recupera la historia científica de hombres y mujeres, constituyéndose en un referente fundamental para la cultura contemporánea. Le aporta a la ciencia la dimensión humana que muchas veces se mantiene oculta bajo la apariencia de un saber abstracto que se visualiza como desvinculado de la realidad social.

En relación con la Matemática, diversos autores (González Urbaneja, 1992; Fernández, 2001; Montesinos Sirera, 2000) señalan que deben desarrollarse secuencias didácticas con una metodología de la enseñanza mediante la Historia de la Matemática, esto es utilizar la historia específica de la disciplina como instrumento didáctico y no como un fin en sí misma, de modo que permita comprender y enriquecer los saberes generando nuevos materiales que ayudarán a nuestros estudiantes en la construcción de una mirada crítica de la ciencia. Poder pensar a la matemática como objeto de la cultura que fue evolucionando a lo largo de la historia permite a los estudiantes comprender en profundidad los ejes de esta disciplina y explicar, a partir de ellos, muchos de los fenómenos que ocurren a su alrededor. Problematizar la Historia de la Matemática en el aula supera su exposición teórica, exigiendo una investigación acerca de los acontecimientos que rodearon un

4 En relación a las propuestas de enseñanza, el enfoque CTS propone diversos ejes de contextualización de contenidos: tecnológico, ambiental, de relevancia de contenidos, histórico, etc. En este trabajo ha prevalecido la elección del enfoque histórico dado que permite un tratamiento de la ciencia en sentido amplio, que ha sido poco desarrollado.

descubrimiento, explicitando intencionalmente a las personalidades o personajes que intervinieron en los mismos, entendiendo por “explicitar intencionalmente” no una clase magistral, sino el concebirlo de forma planificada, con contenidos que se desarrollan en secuencias de actividades variadas y con una evaluación tanto de los procesos como de los resultados obtenidos.

Finalmente, cabe interrogarnos: ¿de qué forma podemos desarrollar prácticas de enseñanza tendientes a una alfabetización integral que revalorice el rol de la mujer en la ciencia? Así como no existe un único modo de hacer ciencia, ni modelos acabados que aseguren el éxito científico y tecnológico, no hay una guía práctica de pasos didácticos para la enseñanza y el aprendizaje exitosos. Sin embargo, las orientaciones CTS brindan un marco teórico posible para el desarrollo de prácticas de enseñanza motivadoras en contextos de alfabetización integral. Este texto es una invitación a volver (o iniciar) la lectura de los lineamientos CTS para, a partir de los propios procesos de práctica docente, diferentes en cada una de las personas que ejercen la labor de enseñar, resignificarlos en pos de una mejora de la enseñanza de las ciencias. Asumir la provisionalidad de los conocimientos y retornar a observar y analizar la construcción y evolución de la enseñanza de las ciencias, puede ser el primer paso para desnaturalizar las prácticas docentes y desterrar concepciones acabadas producto de un proceso de darwinismo curricular en ciencia y tecnología. Entendiendo con esta analogía al modo en que la ciencia positivista/empirista evolucionó, prevaleciendo, hasta la actualidad, en las prácticas de enseñanza:

1. El *transformismo* de los contenidos seleccionados para formar parte de la ciencia a enseñar, que de forma gradual fueron modificando sus características, llegando a valer una visión cerrada y reducida de la ciencia con prevalencia de ciertas figuras, en su mayoría masculinas, como las propietarias de teorías y metodologías.
2. La *ramificación* de la ciencia en campos específicos: física, química, geología matemática, etc., aunque todas con un *antepasado* común: un único método de investigación empirista para *hacer* ciencia: “El método científico”.
3. Una *selección natural curricular* que determinó el predominio de concepciones de una ciencia jerarquizada y estrictamente normada por sobre una ciencia determinada por el contexto histórico y cultural.

La escuela no puede naturalizar el *darwinismo curricular* esperando decir la verdad como una construcción única e inamovible, por el contrario, lo que debe ofrecer a sus estudiantes es algo parecido a lo que Virginia Woolf (1929) planteaba para su auditorio: “la oportunidad de sacar sus propias conclusiones observando las limitaciones, los prejuicios, las idiosincrasias del conferenciante”. En ocasiones, los docentes que están de acuerdo con estos planteamientos no encuentran herramientas y/o textos en los cuales los contenidos se planteen abiertos o que desenmascaren postulados sacralizados en la cultura escolar. Es fundamental en esos casos dar rienda suelta a la creatividad y producir secuencias de enseñanza en las que la historia de la ciencia entre al aula, especialmente al aula de matemática que tradicionalmente ha olvidado su devenir histórico.

Secuencias de Enseñanza: ingreso al aula de Matemática

La Ingeniería Didáctica (Artigue, 1995; Artigue, 2004) es un modelo investigativo ligado a la Teoría de Situaciones Didácticas (Brousseau, 2007; Brousseau, 1986) que invita a analizar los procesos de elaboración de conocimientos en clase en el marco de las situaciones propuestas para tratar de comprender y explicar los fenómenos que se producen en el aula. Para ello toma a la actividad matemática como base del estudio de las relaciones entre la enseñanza y el aprendizaje a la vez que introduce en la relación docente, alumno/a y saber al aula como centro de realización de la actividad de enseñar y aprender matemática. De este modo los resultados producidos son herramientas para entender y mejorar las prácticas de enseñanza.

La Ingeniería Didáctica se caracteriza por ser un esquema experimental basado en la concepción, realización, observación y análisis de secuencias de enseñanza. Para la elaboración de secuencias los docentes revisan, seleccionan, adaptan y reorganizan varios *recursos* materiales y no materiales (Lupinacci, 2017). Dentro del conjunto de los recursos docentes, comprendidos según Rabardel (1995) como artefactos producidos por la acción humana para formar parte de una actividad preestablecida, se encuentra la propia Historia de la Matemática. Se brinda a continuación un ejemplo de cómo pueden diseñarse secuencias didácticas con un enfoque CTS que manifiesten la presencia de las mujeres en la construcción del conocimiento matemático.

Desde esta metodología, para comenzar el diseño de una secuencia de enseñanza es necesario realizar un análisis a priori, que contemple las características del grupo de estudiantes al que se va a proponer el recorrido didáctico y las especificidades propias de lo matemático y de lo didáctico del contenido, lo que permitirá delinear una estrategia para la concepción de las actividades. Como resultado de los análisis presentados en el apartado anterior, y la toma en consideración de la construcción histórica del concepto, los estudios en el campo de la psicología, la visión de los didactas referentes en el eje y los lineamientos de los documentos curriculares, se diseñó la secuencia didáctica que se presenta en el siguiente apartado.

Presentación de un ejemplo con enfoque CTS

- Título de la Secuencia Didáctica: Matemática, brujas y rayos x
- Destinatarios: estudiantes de 6° año de la Educación Secundaria de la República Argentina.

Leé con atención y luego resolvé:

De Bosses, un viajero francés, describió una reunión, que se celebró el 16 de julio de 1739 en la casa de una adinerada familia italiana, del siguiente modo:

"En la habitación había unas treinta personas de todos los países de Europa, colocados en círculo, y María Agnesi, sola, con su hermana pequeña, sentada en un sofá. Es una joven de unos veinte años, ni fea ni bonita, con maneras sencillas,

dulces y afables... El conde Belloni... hizo una hermosa arenga en latín a la dama, con la formalidad de una declamación universitaria. Ella contestó con presteza y habilidad en el mismo idioma; luego discutieron, todavía en el mismo idioma, sobre los orígenes de las fuentes y sobre las causas del flujo y reflujo que en algunas de ellas se observa, similar a las mareas del mar. Habló como un ángel sobre este tema; yo nunca lo había oído tratar de una manera que me produjera mayor satisfacción. Luego el conde Belloni quiso que yo discutiera con ella sobre cualquier otro tema elegido por mí, con tal que estuviera relacionado con la Matemática o la Filosofía Natural... y discutimos sobre la propagación de la luz y los colores del prisma. Habló sobre la filosofía de Newton y es maravilloso ver a una persona de su edad conversando sobre temas tan abstractos. Pero todavía estoy más asombrado de sus conocimientos, y quizás más sorprendido de oírla hablar en latín con tanto rigor, naturalidad y precisión. Loppin conversó luego con ella sobre los cuerpos transparentes, y sobre las curvas geométricas tema, este último, del que no entendí una palabra... Después la conversación se hizo general, hablándole cada uno en su propio idioma, y contestando ella en ese mismo idioma: pues su conocimiento de las lenguas es prodigioso. Luego me dijo que lamentaba que la conversación en esa visita hubiera adoptado la forma de la defensa de una tesis, y que a ella no le agradaba hablar en público sobre esos temas, en los que, por cada persona que se divertía, veinte se aburrían".

Investigá quienes fueron cada uno de los personajes intervinientes en el relato del viajero. Tomá nota de los aspectos que consideres más relevantes.

María Agnesi escribió diversos libros, entre los cuales se destaca *Instituzioni Analitiche*, un libro de texto publicado en 1748 en italiano luego de diez años de trabajo. Se trataba de una recopilación en dos volúmenes y un total de unas mil páginas del conocimiento contemporáneo en álgebra y geometría analítica, y en cálculo diferencial e integral. Gracias a esta obra ganó el reconocimiento de toda la comunidad matemática, incluso el papa Benedicto XIV escribió a Agnesi diciéndole que él había estudiado matemáticas en su juventud por lo que podía apreciar que esta obra otorgaría crédito al país y a la Academia de Bolonia y le concedió a Agnesi una medalla de oro y una corona de piedras preciosas. Sin embargo, la reputación histórica de Agnesi fue distorsionada dado que en ese libro trabajaba con la "Curva de Agnesi". Investigá en distintas fuentes y explicá en qué consistió dicha distorsión histórica.

Agnesi describió a su curva del siguiente modo:

Para definir la curva se considera la circunferencia de centro O y radio a . Sea AB igual a un diámetro de dicha circunferencia, r la recta que contiene al diámetro AB , u la recta perpendicular a r que pasa por A , t la recta perpendicular a r que pasa por B , M un punto que recorre la circunferencia y s la recta que pasa por M y A . Sea N el punto de intersección de las rectas s y t . Entonces: *la curva de Agnesi es el lugar geométrico de los puntos P que están a igual distancia de la recta u que el punto M , y a la misma distancia de la recta r que el punto N , cuando M recorre la circunferencia.*

Releé la descripción realizada por Agnesi y explicá qué sucede con el rastro de P a medida que el punto M recorre la circunferencia. ¿Qué procedimientos hiciste para responder la pregunta?

Deducí la ecuación cartesiana de la curva. ¿Qué tuviste en cuenta para hacerlo?

Analizá la siguiente oración e indicá si estás o no de acuerdo con ella. Justificá matemáticamente tu decisión.

La curva de Agnesi es una función impar, creciente para $x < 0$ y decreciente para $x > 0$, por lo que tiene un máximo en el punto $(0, a)$. Su asíntota horizontal es $y = 0$.

Investigá qué relación hay entre la curva de Agnesi y los rayos X. Explicá con tus palabras dicha relación.

Educar matemáticamente no consiste en enseñar a partir de exposiciones teóricas, para luego solicitar a los estudiantes la resolución de ejercicios y problemas en forma mecánica y repetitiva. Para que ellos tomen un rol activo es necesario generar un clima de confianza en su propia capacidad y de respeto por la producción grupal, y esta idea sobre el quehacer matemático es la que prima en la secuencia didáctica.

La secuencia didáctica presenta tres propuestas de trabajo identificadas con las letras a, b y c. Las etapas de trabajo, logradas con el desarrollo de las tres propuestas, comprenden que los estudiantes:

4. Analicen históricamente.
5. Construyan y manipulen geometría.
6. Observen las variaciones del punto dinámico y realicen su análisis funcional.
7. Relacionen la ciencia matemática, la tecnología y la sociedad en el devenir histórico.

Es la propia Historia de la Matemática la que inspira la actividad, no sólo por propiciar el trabajo matemático a partir de las narraciones de Agnesi y De Bosses, sino porque conocer la evolución histórica del concepto de función, es lo que permite la elaboración de la secuencia.

Un recorrido por la Historia de la Matemática permite identificar dos modos de entender el concepto de función: como fenómeno estático, proveniente de la definición de correspondencia aportada por Hankel; y como fenómeno dinámico, surgida a partir de la concepción de covariación de cantidades de Euler. La prevalencia del primer modo en la educación obligatoria obstaculiza en los estudiantes percibir la idea de variación y dependencia, dado que carecen de sentido en la concepción estática (Bifano, 2017). La secuencia de actividades propuesta rompe con este esquema haciendo prevalecer una concepción dinámica, donde la función de la curva “aparece” como modelizadora de la variación del punto P cuando M recorre la circunferencia.

Las dos primeras consignas, introductorias a la curva de Agnesi, pretenden que la Historia de la Matemática además de ser el eje que acompañe el trabajo en torno a lo algebraico, haga explícito a los estudiantes la construcción de un concepto, con miras a evitar la idea de una “matemática dada”. De las investigaciones a cargo de

los estudiantes se podrá desprender por qué motivo la reputación histórica de esta mujer matemática fue distorsionada,⁵ se propone realizar en el aula una puesta en común de las investigaciones realizadas *insitu* (que pueden verse favorecidas por los medios tecnológicos presentes en las aulas), y debatir sobre el modo en que se construyen los personajes científicos y cómo eso impacta en la matemática actual.

La actividad c, subdividida en ítems, propone releer la descripción realizada por Agnesi de su curva y a partir de ello analizar, construir, justificar, validar y modelar matemáticamente el comportamiento funcional de un punto dinámico. Es importante notar que en ningún momento las consignas, tanto las puramente matemáticas como las metacognitivas, le indican al estudiante qué procedimientos debe seguir para resolver el problema, esto es así dado que, si es deseable la formación de ciudadanos críticos, las decisiones sobre los modos de resolver y las herramientas a utilizar (usar lápiz y papel o algún *software* matemático, por ejemplo) deben estar a cargo de ellos. Análogamente, las intervenciones del docente no deben ser pasos de recetas matemáticas, sino que su propuesta debe orientarse a guiar las resoluciones mediante interrogantes que lleven a validaciones matemáticas.

En relación a las herramientas mencionadas: lápiz y papel y *ambiente de álgebra por computadora* (Artigue, 2002), cabe mencionar que el disponer de recursos tecnológicos ofrece a los estudiantes un laboratorio virtual en donde pueden investigar, representar, transformar, generar, comunicar, documentar, y reflejar una información visual (Arcavi y Hadas, 2000). Así mismo, la visualización de la presente secuencia en un entorno dinámico le agrega a esas características la posibilidad de transformar en tiempo real lo que facilita las bases intuitivas para dar justificaciones formales a las conjeturas y proposiciones matemáticas planteadas. Teniendo en cuenta que el desarrollo de la matemática históricamente ha dependido del material y de las herramientas simbólicas disponibles, es recomendable que la propuesta anterior se desarrolle combinando los dos tipos de técnicas: de papel y lápiz e instrumentadas, siendo los estudiantes quienes tomen decisiones respecto de cuándo es conveniente recurrir a una u otra, donde la voz docente puede sugerir, en caso de ser necesario, el uso del entorno dinámico justificando su potencial, y no imponiéndolo desde la consigna.

Para comprender y explicar qué sucede con el rastro de P a medida que el punto M recorre la circunferencia es útil recurrir a un entorno dinámico. La construcción puede realizarse a través de la lectura del relato narrado por Agnesi, donde se pone en juego la interpretación geométrica y algebraica de los estudiantes. Si esto se realiza en GeoGebra⁶ al activar el rastro en el punto P y desplazar M por la

5 Los estudios realizados por Agnesi sobre la curva propuesta fueron traducidos al inglés por el profesor John Colson, de la Universidad de Cambridge, y dado su pobre conocimiento sobre el idioma italiano confundió *versiera* (curva en italiano) con *avversiera* (demonia en italiano), por lo que en su traducción del trabajo de Agnesi colocó el término *witch* (bruja en inglés), error que se popularizó, llegando en la actualidad a hablar de “la bruja de Agnesi” en lugar de “la curva de Agnesi”.

6 GeoGebra es un utilitario de matemática y ciencia para enseñar y aprender de libre copia, distribución y transmisión con fines no comerciales. Fue desarrollado con fines educativos por lo que posibilita el trabajo simultáneo de diversos registros (geométrico, algebraico, simbólico y hoja de cálculo)

circunferencia podrán observar la formación de la curva:

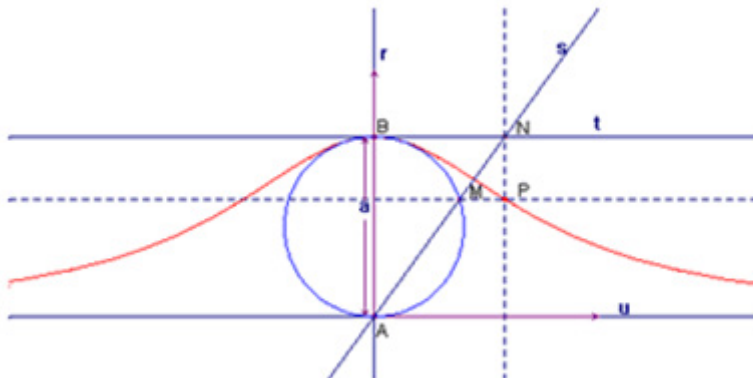


Figura 1. Curva de Agnesi en GeoGebra.

La pregunta sobre los modos en que lograron esto pretende una reconstrucción de los propios procesos de construcción matemática, en este caso el uso de las opciones de revisión de protocolos de construcción presente en los softwares permite a los estudiantes poner en evidencia las decisiones tomadas e incluso detectar errores permitiendo su corrección.

Para deducir la ecuación de la curva los estudiantes deberán tener en cuenta, tanto a partir del relato de Agnesi como de la construcción realizada en el ítem anterior, evidenciando que el punto P tiene como coordenadas (x; y) y su abscisa x coincide con la del punto N= (x; a) y su ordenada con la del punto M, mediante semejanza de triángulos y sustituciones, que pueden realizarse de manera sencilla en lápiz y papel (e invito al lector a realizarlas) llegan a que la curva de Agnesi está definida por la ecuación: $y = \frac{8a^3}{x^2 + 4a^2}$, es importante recordar que “a” es el radio de la circunferencia por lo que si se sustituye por el diámetro, d, se obtiene una ecuación equivalente más sencilla: $y = \frac{d^3}{x^2 + d^2}$.

Analizar el valor de verdad de la afirmación propuesta en el ítem III justificando matemáticamente evidencia, a los estudiantes, que no basta con recurrir a un ejemplo particular para afirmar un modelo, por lo que se debe realizar el estudio completo de la función. Lo que implica, que analicen su dominio, condiciones de simetría, asíntotas mediante el cálculo de límites, y puntos de inflexión mediante los criterios de signo de las derivadas. Cabe destacar, que es tarea del estudiante reconocer cuáles son los recursos matemáticos aprendidos que debe utilizar en su justificación, dado que estos, intencionalmente, no se encuentran explicitados en la consigna.

Finalmente, comprender a la ciencia como el producto de la historia anterior requiere de conocer qué de los conocimientos construidos impactan en la ciencia, la tecnología y la sociedad actual, y el modo en que lo hacen. En el caso propuesto, la curva de

permitiendo su interacción, lo que propicia un análisis global del concepto de función. Puede descargarse desde el sitio web: <https://www.geogebra.org/?lang=es>

Agnesi se aplica en la descripción física de los fenómenos de resonancia. Este tipo de propuestas con enfoque CTS visibiliza las interrelaciones entre los campos del saber.

El planteamiento de las actividades del ejemplo supone una revisión de las prácticas en la enseñanza de la matemática en pos de:

- Un aprendizaje de los contenidos matemáticos en contexto social e histórico.
- La percepción de la presencia de aspectos androcéntricos en el desarrollo de la matemática, donde el conocimiento llamado femenino ha sido normalmente deslegitimado.
- La conciencia de que existe una interrelación entre los desarrollos matemáticos (en apariencia teóricos) y la evolución científica y tecnológica, impactando en la sociedad.
- El reconocimiento de la noción de función como variación de un punto dinámico.
- La incorporación de la dimensión creativa en el aprendizaje de los contenidos matemáticos.

A modo de cierre

Pensar la enseñanza de la ciencia y la tecnología es reflexionar no sólo sobre aquellas cosas que suceden en las aulas, sino, sobre todo, plantearnos interrogantes sobre lo que no se hace y podría hacerse modificando las visiones positivistas por posturas que integren los procesos históricos y sociales que determinan los desarrollos científicos y tecnológicos. Planificar secuencias de actividades donde se promuevan la comprensión del carácter social de la ciencia y la tecnología relacionando el conocimiento científico con el medio exterior y con los problemas que el desarrollo genera o resuelve, promete atraer la atención de los estudiantes y, en consecuencia, permitirles *aprender* y *aprehender* más sobre este ámbito.

La enseñanza de la Matemática en pos de una alfabetización integral no puede ignorar que el conocimiento matemático es una elaboración histórica como cualquier otra forma de conocimiento. La historia fue y es erigida y transformada por mujeres y hombres. Es momento que desde las escuelas dejemos de ocultar a las mujeres y comencemos a transitar un camino donde propongamos a nuestros estudiantes secuencias de actividades que revisen en forma crítica la construcción histórica de los saberes en cada disciplina. En ese camino, el campo CTS es la luz que ayuda a encontrar recursos y lineamientos estratégicos para formar jóvenes que aprenden a ser intérpretes críticos de su sociedad. El paso por la educación obligatoria debe alentarlos consiente y sistemáticamente a que, cuando se enfrenten a algún conocimiento o punto de vista, planteen preguntas como: ¿quién dijo esto?, ¿por qué lo dijeron?, ¿por qué deberíamos creerlo? y ¿quién se beneficia de que lo creamos y nos guíemos por ello? (Apple y Beane, 1997).

La matemática y la historia de la matemática no pueden dissociarse, dado que

sino la primera estaría vacía y la segunda ciega⁷. Así, en un futuro próximo, en los pasillos de las escuelas y universidades retumbarán los nombres de Hipatía junto al de Arquímedes, de María Gaetana Agnesi junto al de Leibnitz, L´Hopital y Euler, de Sophie Germain junto al de Gauss y Lagrange, de Emmy Amalie Noether junto al de Hilbert y Klein, de Julia Robinson junto al de Diofanto y Yuri Matiyasevich, entre tantas otras que existieron y vendrán.

Referencias bibliográficas

- Apple, Michael y Beane, James (1997), *Escuelas democráticas*. Madrid, Morata.
- Arcavi, Abraham y Hadas, Nurit (2003), El computador como medio de aprendizaje: ejemplo de un enfoque. Documento de Trabajo del Grupo EMyNT. Área de Educación Matemática, Instituto de Educación y Pedagogía. Universidad del Valle.
- Bifano, Fernando Jorge. (2017). ¿Cómo evolucionan los recursos para la enseñanza? Análisis del caso de un recurso para enseñar funciones con GeoGebra, a partir de la identificación de incidentes documentales, en Fioriti, Gema (comp.): *Recursos tecnológicos en la enseñanza de la matemática*, Buenos Aires, Miño y Davila – Unsam Edita, pp. 61-68.
- Bloor, David (2003), *Conocimiento e imaginario social*. Barcelona, Gedisa.
- Brousseau, Guy (1986), Fondements et méthodes de la didactiques des mathématiques. *Recherches en Didactique de Mathématiques*, Vol. 7 N° 2, pp. 33 - 115.
- Brousseau, Guy (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas*. Buenos Aires: Libros del Zorzal.
- Chalmers, Alan. (2013), *What Is This Thing Called Science?* St Lucia: University of Queensland Press.
- Díaz, María Jesús Martín (2002), Enseñanza de las ciencias, ¿para qué? *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, Vol. 1, N° 2.
- Fernández, Santiago (2001), La historia de las matemáticas en el aula. *Uno: Revista de didáctica de las matemáticas*, N°26, pp. 9 - 27.
- García de Ricart, Mirta (1995), La orientación CTS como posible eje organizador de contenidos del Área de Ciencias Naturales en los primeros ciclos de la escolaridad. En *Cátedra CTS+I Argentina – Uruguay*. Documento electrónico: <http://www.oei.es/salactsi/garcia.htm>
- González Urbaneja, Pedro Miguel (1991), Historia de la Matemática: Integración cultural de las Matemáticas, génesis de los conceptos y orientación de su enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 9, N° 3, pp. 281–289.
- Kuhn, Thomas (1962), *La estructura de las revoluciones científicas*. Buenos Aires – México: Fondo de Cultura Económica.
- Kreimer, Pablo (2006), ¿Dependientes o Integrados? La ciencia latinoamericana y la nueva división internacional del trabajo. *Revista Nómadas*. N° 24, pp. 199-212.
- Kreimer, Pablo (2009), *El científico también es un ser humano: la ciencia bajo la lupa*. Buenos Aires, Siglo Veintiuno Editores.

⁷ Nótese la analogía con Lakatos quien, inspirado en Kant, afirmó que “la filosofía de la ciencia sin la historia de la ciencia es vacía; la historia de la ciencia sin la filosofía de la ciencia es ciega” (1982, p. 11).

Latour, Bruno (1992) [1987], *Ciencia en acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad*. Barcelona, Labor.

Latour, Bruno (2007) [1991], *Nunca fuimos modernos. Ensayo de antropología simétrica*. Madrid, Siglo XXI.

Latour, Bruno y Woolgar Steve (1995) [1979], *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Madrid, Alianza.

López Cerezo, José Antonio (2005), Participación Ciudadana y cultura científica. *Revista Arbor, ciencia pensamiento y cultura*. Ed. 715. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, pp. 351-362.

Lupinacci, Leonardo José (2017), La función como modelizadora de la variación. Producciones de alumnos y recursos docentes, en Fioriti, Gema (comp.): *Recursos tecnológicos en la enseñanza de la matemática*. Buenos Aires, Miño y Davila – Unsam Edita, pp. 15-40.

Martín Díaz, María Jesús (2002), Enseñanza de las ciencias ¿para qué? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 1. N° 2.

Martín Gordillo, Mariano (2003), Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 2. N°3.

Massarini, Alicia y Adriana Schneck (coords.) (2015), *Ciencia entre todxs. Tecnociencia en contexto social. Una propuesta de enseñanza*. Ciudad autónoma de Buenos Aires: Paidós.

Montesinos Sirera, José Luis (2000), *Historia de las matemáticas en la enseñanza secundaria*. Madrid: Síntesis.

Muiños de Britos, Stella Maris; Güerci, Victoria Pamela y Provenzano, Florencia (2017). “La alfabetización informacional como puente hacia la alfabetización integral”, en 6to Foro Iberoamericano de Literacidad y Aprendizaje. Madrid, Universidad Complutense de Madrid.

OEI (2001). *Memoria de la programación 1999-2000*. Madrid: OEI. En <http://www.oei.es/> Pp. 121-134.

Rabardel, Pierre (1995), *Les hommes & [et] les technologies: approche cognitive des instruments contemporains*. Paris, A. Colin.

Restivo, Sal (1994), The Social Life of Pure Mathematics, en Ernest, Paul (ed.): *Mathematics, Education and Philosophy: an international perspective*. London, Falmer. Pp. 209-220.

Rodríguez Martínez, Carmen (2003), *La ausencia de las mujeres en los contenidos escolares*. Madrid: Miño y Dávila.

Schiebinger, Londa (2004) *¿Tiene sexo la Mente?* Madrid, Ediciones Cátedra.

Sábato, Jorge y Botana, Natalio. (1994). La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina. *Redes 2*. Universidad Nacional de Quilmes.

Santos, Soledad Esteban (2003), *La ausencia de las mujeres en los contenidos escolares*. REEC: *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, Vol. 2. N° 3, pp. 12.

Solomon, Joan. (1999). Las críticas Meta científicas, la innovación curricular y la difusión de la cultura científica. *Journal of Curriculum Studies*. Vol. 31, Pp. 1-15.

Wolf, Virginia. (1997). *Una habitación propia*. Barcelona: Seix Barral.

Ziman, John (1985), *Enseñanza y aprendizaje sobre la ciencia y la sociedad*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.