

Actividades en Física de secundaria y elección de carreras CTIM, en visión de género

Class activities in High School Physics and the choice of STEM careers, from a gender perspective

Silvia García de Cajén^{1*} y Cristian F. Fiorenza²

¹Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Avda. Del Valle 5737. CP. 7400 Olavarría. Argentina.

²Instituto Superior de Formación Docente N.º 156 "Palmiro Bogliano". Avda. 25 de Mayo 777. CP. 7300 Azul. Argentina.

*E-mail: garciadecajen@gmail.com

Resumen

El presente trabajo pone de manifiesto la visión que tienen las estudiantes del último año de secundaria respecto a las características de las actividades que vivencian en la clase de Física y su relación con la elección de carreras. La caracterización brinda indicios de las fortalezas o debilidades que consideran tener frente a la elección de carreras CTIM.

Palabras clave: Actividades de clase; Física; Elección de carreras; CTIM; Género.

Abstract

This paper highlights the vision that students in the last year of High School have regarding the characteristics of the activities they experience in Physics class and its relationship with the election of their future careers. The characterization highlights the strengths and weaknesses they consider to have in the choice of STEM careers.

Keywords: Class activities; Physics; Career choices; STEM; Gender.

I. INTRODUCCIÓN

La investigación que se comunica, se realiza en el marco de una experiencia de formación en competencias investigativas de profesorado de ciencias en ejercicio (García de Cajén y Moccearo, 2021), en el curso de Metodología de la Investigación Didáctica (MID) de la Licenciatura en Enseñanza de la Ciencia Naturales, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (FIO-UNICEN). La línea de investigación responde a los desafíos de la enseñanza de las ciencias para formar y promover la participación de las mujeres en ámbitos de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (CTIM, por las iniciales), en correspondencia con la necesidad de generar conocimiento acerca de factores que influyen o promueven vocaciones por las carreras CTIM, en niñas y jóvenes en América Latina y el Caribe, según señala la Cátedra Abierta Latinoamericana "Matilda y las Mujeres en Ingeniería" (CAL-Matilda, 2020) creada por el Consejo Federal de Decanos de Facultades de Ingeniería de la Argentina (CONFEDI) y asociaciones pares de Latinoamérica.

La temática tiene relevancia creciente. Voces como Unesco (2019, p. 14) mencionan la vigencia de la brecha de género en el sector CTIM y coloca la equidad en las disciplinas CTIM en la agenda 2030 de Desarrollo Sostenible. Según Calvo Iglesias y Aguayo Lorenzo (2019), la escasa participación de mujeres en CTIM es un problema que las perjudica reduciendo sus oportunidades de trabajo y de participación en los avances y las decisiones del futuro tecnológico,

como así también dicho perjuicio afecta a los resultados de las investigaciones, a la innovación y, en consecuencia, a toda la sociedad. Impactando negativamente en las posibilidades de cambio económico y social de las mujeres y en la suma de visiones que requiere la resolución de problemas científicos-tecnológicos de este tiempo.

La minoritaria participación de las mujeres en carreras CTIM es una problemática de alcance global y que reviste una complejidad propia de lo humano (Morin, 1999). Articulando una impronta cultural y un paradigma contextual donde múltiples dimensiones y factores sostienen la persistencia de la situación, entre ellas el factor educativo. Resulta pertinente avanzar en el conocimiento del contexto de aula de ciencias, dada la advertencia que realiza Unesco (2019, p. 58) acerca que los estereotipos de género y los prejuicios comprometen la calidad de la experiencia del aprendizaje de las alumnas, limitando sus opciones educativas justamente cuando están en proceso de toma de decisión de sus futuros estudios o trabajos. Existe coincidencia en afirmar que en el Ciclo Superior de Secundaria se acentúa la brecha.

Las carreras CTIM, en su mayoría, se asocian con la presencia de la Física y la Matemática. En educación secundaria de la Provincia de Buenos Aires, la Física se enseña en el Ciclo Superior (CS), justo cuando las estudiantes están definiendo su elección de carreras. Surge interés por conocer la visión que tienen las estudiantes del último año de secundaria, respecto a las características de las actividades y situaciones vivenciadas en la clase de Física y su posible relación en la elección de carreras CTIM, por parte de las mismas.

II. MARCO TEÓRICO

La participación de la mujer en el ámbito CTIM evidencia una marcada brecha de género. El interés de las jóvenes en ese ámbito parece disminuir en la adolescencia, especialmente a final del Secundario, reflejándose en la matrícula de las carreras CTIM donde solo el 35 % son estudiantes mujeres (Unesco, 2019, p. 23). En la Argentina, aunque seis de cada diez universitarias son mujeres, representan solo el 25 % del total del estudiantado de Ingeniería y ciencias aplicadas (Szenkman y Lotitto, 2020). Sin embargo, los valores promedios a nivel mundial y nacional, ocultan que la matrícula en especialidades como electromecánica, sistemas o ciencias físicas, la presencia de mujeres baja notablemente. Las estadísticas también evidencian la existencia de brecha en la carrera docente, en la investigación, en la gestión de instituciones y en el desempeño profesional en el sector CTIM.

Ese diagnóstico, crea conciencia y moviliza estudios que avanzan en el conocimiento de los factores que influyen en la desigual participación de las mujeres en CTIM. Unesco (2019, pp. 39-58) identifica factores a nivel individual, familiar y de pares, escolar y social. Estos factores interactúan en una trama que envuelve a las estudiantes próximas a egresar de secundaria e influye en su elección de carreras CTIM y en el progreso de sus estudios superiores.

Los factores del nivel escolar se refieren a la formación y práctica del profesorado, al diseño curricular y su concreción, los materiales, actividades y recursos didácticos, la comunicación y las vivencias del contexto de aula. Este listado tiene similitud con el repertorio de las líneas de investigación en el campo de la enseñanza de las ciencias que Acevedo Díaz (2008) relaciona con la comprensión de la naturaleza de la ciencia (NdC). En cuanto inclusiva de aspectos epistemológicos, sociológicos, psicológicos y culturales de la ciencia, la enseñanza de la NdC aportaría al mayor involucramiento de las mujeres en CTIM. Las estudiantes tendrían la oportunidad de comprender que el conocimiento científico (Lederman, 2018) se genera desde la imaginación humana y el razonamiento lógico y que se practica en un contexto cultural, al que tiene derecho a pertenecer. Desde esa perspectiva, el diseño curricular de ciencias del CS (DGCyE, 2011, p. 11), propone avanzar en los aspectos culturales que involucran la comprensión de la NdC y su incidencia en la configuración social. Si así fuera, sería un avance para la superación del discurso y actividades del aula que fortalecen estereotipos o crea imaginarios que sostienen situaciones naturalizadas, como suponer que ninguna o pocas alumnas de la clase ciencias elegirán continuar estudios en áreas CTIM.

En la agenda de la investigación de la enseñanza de las ciencias toma relevancia la inclusión de la perspectiva de género. En especial, surgen estudios centrados en la línea de formación de profesorado. Cantero Rivero (2016) analiza la inclusión de género en la enseñanza de las ciencias y las visiones y buenas prácticas de la temática en el aula por parte del profesorado, Solís-Espallargas (2018) analiza biografías de científicas en vista a la formación de profesorado y Cruz-Guzmán (2017) analiza la evolución de las ideas del profesorado en formación inicial, cuando se involucra en un proyecto de investigación sobre mujeres relevantes por sus aportaciones en la ciencia. La centralidad puesta en la formación de profesorado, denota el papel que debería cumplir en el desarrollo positivo del auto-concepto académico y en la elección de carreras CTIM, por parte de las estudiantes (Ertl, Luttenberger y Paechter, 2017).

Si bien la temática es de creciente actualidad en investigaciones y en la agenda de eventos académicos y científicos, estudios de las últimas décadas sentaron precedentes. Manassero Más y Vázquez Alonso (2003), proponen dimensiones pertinentes a la inclusión de la perspectiva de género en el campo de la enseñanza de las ciencias, realizando un

llamamiento para que los contenidos y actividades escolares superen el sesgo androcéntrico, que concede protagonismo exclusivo a la experiencia masculina, y los estereotipos de género en la ciencia. Y desde tiempo anterior, se convoca a dejar de preguntar

¿Por qué tan pocas mujeres hacen ciencia? o ¿Qué hay que cambiar en las niñas para que se interesen en la ciencia?, y cambiar el planteo a ¿Qué debe cambiar en la forma de hacer ciencia? o ¿Qué funciona mal en la enseñanza de las ciencias? (Sahuquillo Balbuena, Jiménez Aleixandre, Domingo Ouvrard y Álvarez Lires, 1993, p. 51)

Este cambio en las preguntas reubica el problema de la inserción de la mujer en CTIM, en el campo de la ciencia y en su enseñanza, superando el reduccionismo de tomar al género femenino como centro del problema. Recoger este cambio de paradigma, es un desafío para la enseñanza de las ciencias y su investigación.

Ese reduccionismo se traslada a la elección de carrera (García, 1997), ya que se refiere al género como condicionante de las diferencias vocacionales. La relación entre elección de carrera y género encuentra sustento en las implicancias sociales, aún vigentes, que inciden en las decisiones vocacionales de las mujeres. Entre los factores sociales y los personales, la educación puede cumplir un papel de refuerzo de lo instalado o convertirse en promotora de cambios. En un sentido u otro, las actividades cumplen un papel de piedra angular, ya que es el medio por el que las estudiantes acceden al conocimiento de las ciencias y es de plena actualidad la implementación de programas que pretenden mejorar la actitud hacia la ciencia. Toma y Greca (2017, p. 392), proponen intervenciones en edades tempranas y con énfasis en la interdisciplina, basados en la relación existente entre la experiencia del alumnado en la ciencia escolar y la elección de carreras CTIM.

Según Rocha, García de Cajén, Domínguez Castiñeiras (2011, p. 16), las actividades, en cuanto medio para aprender, tienden a promover la evolución de los modelos iniciales, modos de razonar y manera de concebir los fenómenos hacia otras más cercanas a las ciencias. Las actividades pueden implicar tareas de lápiz y papel, experimentales, debates y otras, en trabajo individual o grupal, comprometiendo tanto a estudiantes como docente. Su contenido y organización explicita cómo el profesorado concibe el aprendizaje.

La Física representa una de las ciencias básicas de las carreras CTIM, y su enseñanza en secundaria es posible que influya en el interés y motivación para que las estudiantes realicen su elección de carrera. A la luz de datos académicos, la enseñanza de la Física en secundaria parece no inspirar vocación para carreras CTIM, ni siquiera para las ciencias físicas ya que pocos las eligen y mucho menos las mujeres. En el Instituto Balseiro, centro de excelencia científico-tecnológica en Argentina, donde se cursa la Licenciatura en Física, Ingeniería en especialidad Nuclear, Mecánica y Telecomunicaciones, las mujeres representan el 12,5 % del total de ingresantes 2019. De las 6 estudiantes ingresantes, solo una eligió la Licenciatura en Física y, entre 15 ingresantes a la carrera, es la única mujer (U238, 2019).

De acuerdo al diseño curricular de la educación secundaria (DGCyE, 2009), la Física se cursa en Ciclo Superior, prácticamente cuando el estudiantado se encuentra en proceso de elección de carrera. Ante la marcada brecha de género existente en la elección de carreras CTIM, surge interés por conocer qué visión tienen las estudiantes del último año de secundaria respecto a las características de las actividades que vivencian en la clase de Física y la posible influencia que revisten al momento de elección de carreras CTIM, en perspectiva de género. La caracterización que las estudiantes realicen acerca de esas actividades y situaciones de la clase Física, puede dar indicios de la percepción de fortalezas o debilidades que consideran tener frente a la elección de carreras CTIM, ya que la autoeficacia es un factor asociado a dicha instancia (Avenida Rodríguez y Magaña Medina, 2018). Entre las fuentes principales de creencias de autoeficacia (Barbosa Bopsin y Guidotti, 2021) se menciona el desempeño de realizaciones, las experiencias vicarias, a través de historias y sensaciones de otros, y la persuasión verbal, que brinda estímulos. El éxito o el fracaso en el desempeño de actividades es muy influyente en la percepción de autoeficacia, ya que crece al sentir fortalezas y disminuye al percibir debilidades. Las experiencias vicarias tienen capacidad para modificar las creencias de autoeficacia, a través del proceso de identificación de personas y sus éxitos. Mientras que la persuasión verbal es transformadora para aumentar o disminuir la concepción de autoeficacia para una determinada tarea. En la clase de Física, el desempeño en las actividades, la identificación con científicas y el estímulo docente, son fuentes de la creencia de autoeficacia que elaboran las estudiantes. Se contextualiza el estudio en los dos cursos de 6.º año del Ciclo Superior de Secundaria, orientación Ciencias Naturales del Colegio San Cayetano de la ciudad de Azul, donde las estudiantes de la muestra investigada cursan su tercera Física.

III. METODOLOGÍA

El objetivo de este trabajo es comunicar la visión puesta de manifiesto por las estudiantes de 6.º año del Ciclo Superior de secundaria, orientación Ciencias Naturales, del Colegio San Cayetano de Azul, acerca de las características de las actividades que vivencian en la clase de Física y su relación con la elección de carreras CTIM, en perspectiva de género.

Integran la muestra 18 estudiantes mujeres de ese curso. Las participantes han cursado Introducción a la Física en 4.º año y Física en 5.º año y en 6.º año se encuentran cursando Física Clásica y Moderna. Por la pandemia de covid-19, tuvieron un 5.º año virtual y el 6.º es híbrido, por las medidas sanitarias. En este contexto se toma la información utilizando una encuesta que se pasa en papel al grupo presencial y por formulario de Google Forms al grupo virtual.

La encuesta recoge información acerca de las actividades y vivencias en las clases de Física. Consta de 17 preguntas, organizadas según dimensiones: Actividades en la clase de Física, tipo, frecuencia y dificultad, en 4.º, 5.º y 6.º año del C. S.; Visibilidad de científicas y sus aportes; Trabajo grupal en actividades de Física; Elección de carreras de Educación Superior y la relación con las vivencias en las clases de Física. La información recogida se transforma en tablas y en gráficos estadísticos, y se interpreta con base en la información cualitativa relevada y a la luz del marco referencial de investigación (tabla I), que rescata actividades que, según la investigación en didáctica de las ciencias con perspectiva de género, promueven la inserción de la mujer en el ámbito CTIM.

TABLA I. Marco referencial acerca de actividades de clase de ciencias que promueven la inserción de la mujer en CTIM.

| Dimensiones | Actividades de la clase de ciencias para promover la inserción de la mujer en CTIM |
|----------------------------------|--|
| Referentes femeninos en ciencias | Incluir actividades con científicas e ingenieras que muestren su papel en ámbitos CTIM (Calvo Iglesias <i>et al.</i> , 2018) |
| | Visibilizar mujeres sudamericanas en CTIM (García Peñalvo, 2020), caracterizar sus desempeños y posibilidades laborales. |
| Trabajo grupal | Organizar grupos mixtos, motivando la participación por igual, observar el papel que desempeñan las mujeres y su liderazgo, explicitar objetivos y acciones para construir un clima de trabajo agradable e igualitario para las jóvenes (Manassero Más <i>et al.</i> , 2003) |
| | Organizar grupos con número equivalente de mujeres y hombres enfatiza la creatividad, conocimiento compartido y el nivel de realización de tareas (Botella <i>et al.</i> 2020). |
| Elección de carreras CTIM | Mejorar la actitud hacia el ámbito CTIM requiere que la alfabetización científica incorpore actividades de referencias femeninas en ciencias y de trabajo grupal en la clase de ciencias (Dapia, Escudero y Vidal, 2019) |
| | Romper el concepto que las carreras CTIM son carreras masculinas (Manassero Más <i>et al.</i> , 2003). |
| | Romper el ciclo desigualdad en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia promoviendo clima de clase amigable y participativo para las mujeres (Manassero Más <i>et al.</i> , 2003). |
| | Introducir al ámbito CTIM como una relación de disciplinas para el crecimiento de los niveles de la alfabetización científica para la resolución de problemas (Avendaño Rodríguez <i>et al.</i> , 2018) |

IV. ANÁLISIS Y RESULTADOS

El análisis atiende las cuatro dimensiones del estudio y se acompaña con resultados que se evidencian en cada una.

A. Actividades en la clase de Física. Tipo, características y frecuencia

Del repertorio de actividades posibles de realizar en la clase de Física, la encuesta propone las que el discurso docente utiliza en su práctica de aula: Investigación, Ejercicios de cálculos, Experiencias de Laboratorio y Situaciones Problemáticas, éstas últimas dan lugar a diferentes significados. Este estudio asume las situaciones problemáticas, en cuanto plantean una pregunta que las estudiantes deben dar respuesta sin conocer los medios para alcanzarla y que, en su resolución, requieren abordaje e integración de contenidos de la propia o de otras disciplinas (Vázquez, Bustos, Nuñez y Mazzitelli, 2004).

De las 18 estudiantes que responden acerca de qué tipo de actividades vivenciaron en las clases de Física de los tres cursos del ciclo superior, 10 indican actividades de investigación, pero pocas veces; 17 indican ejercicios de cálculos numéricos, muy frecuentemente; solo 1 señala haber realizado experiencias de laboratorio, pero pocas veces; mientras que las 18 coinciden en la realización de situaciones problemáticas, muy frecuentemente. Cada actividad se valora según seis características: Fácil de Resolver (FR), Fácil de Interpretar (FI), Interesante (I), Desafiante (D), Participativa (P) o Frustrante (F). Y cada característica, se valora en su intensidad: Muy, Medio, Poco y Nada (p. ej. Muy fácil de resolver; Nada interesante). La información se organiza en tablas, se procesa en gráficos estadísticos y se interpreta a la luz de información cualitativa recogida y del marco referencial (tabla I).

Es notoria la ausencia de actividades de experiencias de laboratorio y la parcial presencia de actividades de investigación. Se evidencia concentración de actividades de tipo ejercicios de cálculo y situaciones problemáticas. Este escenario denota una mirada de enseñanza de las ciencias que parece estar lejos de esa buscada alfabetización de la ciudadanía en competencias científicas (García de Cajén y Domínguez Castiñeiras, 2020), tan necesarias para formarlas

en la utilización de los conocimientos y los procesos científicos para comprender el mundo natural y para intervenir en tomas de decisiones que las involucren. Que una sola estudiante indique no haber realizado ejercicios de cálculo, pero sí resolver situaciones problemáticas, podría ser indicio de similitud entre estas actividades, en la clase de Física. Y que una sola estudiante señale las experiencias de laboratorio, pero las caracterice como poco frecuentes, fáciles y poco interesantes, quizás sea el motivo para que el resto ni las mencione.

Las 10 estudiantes que dicen haber realizado actividades de investigación, las consideran fáciles de resolver e interpretar, con interés diverso, además de desafiantes, participativas y poco frustrantes. Caracterización que conduce a pensar que la investigación en la clase de Física quizás esté alejada de ser una investigación que surge del planteo de un problema que por no ser fácil de resolver o interpretar, motiva el estudio. Investigar requiere de un proceso metodológico que conlleva interés, asumir un desafío y en, muchos casos, tener capacidad para superar frustraciones. En el ámbito escolar a veces se suele llamar investigación a buscar información y elaborar un informe. Lo deseable es que la actividad planteada de oportunidad a la formación de competencias para la investigación, tan pertinentes en el ámbito CTIM, pero sin problema y recorrido metodológico es poco probable. Sin embargo, las 8 estudiantes que no vivenciaron actividades de investigación en la clase de Física, las imaginan como una forma de aprender en contexto, que genera interés, ayuda a comprender los temas y aporta a futuro. Quizás vislumbran que los problemas reales que enfrentarán a futuro, tendrían otra perspectiva de abordaje si contaran con las competencias científicas y de investigación, que el currículo de la orientación en ciencias solicita formar. Ni las estudiantes que realizaron investigación ni las que no lo hicieron, tuvieron oportunidad de esa formación.

Los ejercicios de cálculo fueron señalados por 17 estudiantes, destacando que son muy frecuentes, fáciles de resolver y de interpretar, ya que son parte de una rutina. Para algunas son interesantes y desafiantes, más por la resolución de formulaciones matemáticas que por la comprensión del fenómeno físico que modelizan. Otras se aburren y preferirían otro tipo de actividades, o se frustran al no poder resolverlos, más aún en la virtualidad del contexto de pandemia, ya que muchos quedan inconclusos. Respecto a la participación, la resolución de ejercicios de cálculo suele ser una actividad individual y de consultas puntuales de la resolución, pero al ser fáciles la necesidad de interacción entre pares se reduce. El alto tiempo dedicado a los ejercicios asocia la Física con hacer cálculos, invisibilizando que las formulaciones modelizan fenómenos de la naturaleza, que requieren de su interpretación.

A su vez, 17 estudiantes indican no haber realizado experiencias de laboratorio. La única estudiante que las indica, las caracteriza como poco frecuente, muy fáciles, nada interesantes ni desafiantes. Las experiencias son inherentes a las ciencias. Si bien, en tiempo de pandemia no hay acceso al espacio de laboratorio, no sería impedimento ya que experiencias de laboratorio se pueden realizar en laboratorios virtuales o con elementos cotidianos. Los fenómenos físicos están en la naturaleza y las estrategias docentes pueden dar oportunidad a la experimentación en variedad de contextos. Las estudiantes que no realizaron experiencias, las asocian con una forma divertida y didáctica de aprender, y les hubiese gustado relacionar la teoría y la práctica. La ausencia de estas actividades no da lugar al aprendizaje de procedimientos y actitudes que distinguen el hacer ciencia, entre ellos el trabajo grupal, el liderazgo, la participación, el razonamiento creativo, la crítica, el error y la construcción de confianza, todas experiencias que aportan a la percepción de autoeficacia en el campo de las ciencias.

Las 18 estudiantes marcan la realización de situaciones problemáticas, otorgándoles valoraciones similares a las dadas a los ejercicios de cálculo. Las consideran fáciles de resolver y de interpretar, lo cual no condice con la dificultad que representaría una situación problemática ya que debería demandar involucramiento cognitivo y dedicación para la resolución de una pregunta o problema. El interés y desafío tiene la misma variación que la resolución de ejercicios. La mitad de la muestra valora las situaciones problemáticas como poco o nada participativas, cuestión que tampoco condice con resolver preguntas abiertas o problemas que requieran de consultas, ayudas, colaboraciones y de un aula en situación de movimiento cognitivo y físico. Si bien crece un poco el nivel frustración, para la mitad de la muestra este tipo de actividades no son frustrantes. La similitud encontrada en la mayoría de las valoraciones dadas a las características de situaciones problemáticas y de ejercicios de cálculo, conduce a considerar que quizás el discurso docente presenta situaciones problemáticas que enmascaran ejercicios. Resulta clave, que las estudiantes las caractericen como ejercicios nuevos, que requieren un poco más de concentración, varios intentos para resolverlos y que son muy frecuentes en la clase de Física. Devenir las situaciones problemáticas en otro tipo de ejercicios, sustrae la posibilidad de movilizar conocimientos, creatividad, estrategias y otras capacidades que implica resolver un problema real y situado, como tampoco da lugar a la capacidad de vinculación interdisciplinar que se requiere en múltiples situaciones cotidianas y, en especial, en el ámbito CTIM.

Las estudiantes coinciden que las clases de Física tienen carácter expositivo y representan ecuaciones, números y cálculos que, en ocasiones, son complicados de resolver y, en otras, son interesantes y requieren esfuerzo de interpretación. Señalan que quienes esperan con entusiasmo la clase de Física tienen actitud participativa, preguntan, expresan pensamientos y son responsables, mientras que quienes no tienen esa expectativa, se aburren, se distraen, generan distracción o permanecen callados, tienen dificultad para hacer las actividades y no aprenden. Es evidente

que el desempeño en la realización de las actividades de Física está estrechamente relacionado con el éxito en la resolución de cuestiones matemáticas y quien no lo logra queda excluido, sin saber que la Física es otra cosa.

B. Actividades de visibilidad de científicas y sus aportes

Todas las estudiantes pueden nombrar al menos un nombre de científico hombre, Newton (11 veces), Einstein (9), Hawking (3), Galileo (1), Coulomb (1) y Watson (1), pero solo una enuncia algunos aportes de los mismos. En cambio, al momento de las científicas, solo surge el nombre de Marie Curie (7 veces) y solo una la relaciona con alguno de sus aportes. Las otras 11 estudiantes no citan ningún nombre de mujer científica. Evidentemente en las clases de Física el discurso instala nombres de hombres como hacedores de las ciencias, en especial de siglos pasados, ocultando la participación de las mujeres y la vigencia la Física como un campo científico activo y vinculado con la tecnología, la sociedad, el ambiente y los problemas de actualidad. Ese velo de invisibilidad que perdura sobre la imagen de las mujeres científicas en las clases de Física, quita a las estudiantes la posibilidad de experiencias vicarias y de modelos que incrementen su creencia de autoeficacia para las ciencias y las motive a participar en carreras CTIM.

C. Actividades en trabajo grupal

Cuando las actividades requieren trabajo grupal, 17 estudiantes consideran que la cuestión de género no es un tema a considerar ya que trabajan bien con todos, centrando la importancia en la responsabilidad y la participación de quienes integran el grupo. Una sola estudiante prefiere formar grupo con mujeres porque son más responsables. En situación de pertenecer a un grupo mixto solo una estudiante define su rol a cumplir, visualizándose haciendo los cálculos en una experiencia de laboratorio y armando una maqueta en un trabajo de modelización, el resto o no contesta o no define roles, argumentando que depende del interés de cada uno. Habiendo solicitado que representaran en un dibujo el trabajo grupal las 3 estudiantes que lo hacen representan personas alrededor de una mesa, pero sin acción visible, es como si el trabajo grupal fuera reunirse y hablar. Quizás se relacione con la falta de experiencia en realizar experiencias de laboratorio o involucrarse en tareas de investigación que requieran aplicar procedimientos metodológicos propios de las ciencias. Algunas estudiantes manifiestan que cuando trabajan en grupo mixto sus aportes son interrumpidos o desestimados por sus compañeros varones, pero la mayoría dice ser respetada en sus aportes y expresiones. Si bien las estudiantes asumen naturalmente la formación de grupos mixtos, es importante que sea un ámbito de resolución de problemas donde la creatividad, la organización, el liderazgo, el manejo de instrumentos, el debate, la crítica y la toma de decisiones tengan lugar, afianzando su autoconcepción de desempeño en requerimientos pertinentes a carreras CTIM.

D. Elección de carrera de Educación Superior y la relación las vivencias en las clases de Física

De las 18 estudiantes de la muestra, que cursan el último año del Secundario, 12 tienen decidida su elección de carrera. Solo una elige una carrera CTIM, la ingeniería (1), las restantes eligen estudiar medicina (4), arquitectura (3), comunicación (2), administración (1) y veterinaria (1). La estudiante que eligió ingeniería, indica que *“aprender Física y descubrir que le gusta le facilitó la elección de carrera ya que conoce que ingeniería tiene mucha Física”*. De los contenidos aprendidos rescata que los conceptos de fuerza y energía y la realización de cálculos constituyen su fortaleza para la futura carrera e imagina un futuro con amplia salida laboral. Quienes eligen otras carreras, consideran que no optan por carreras que tengan Física, porque *“no le gustan los números ni las ciencias exactas”*, que es la visión alternativa que tienen de la Física. Afirman que *“haber tenido clase de Física influyó para saber que NO le gusta la Física”*. Y ven a sus compañeras que eligen carreras CTIM con fortalezas para resolver fórmulas y ecuaciones, también las imaginan apasionadas y felices en sus futuros desempeños laborales. De manera que las fortalezas y las debilidades coinciden en cuestiones matemáticas y son determinante para la elección de carreras CTIM, en concordancia con la creencia de autoeficacia que construyeron a través de clases de Física que hicieron énfasis en los cálculos y dejaron sin presentar la esencia de una ciencia como la Física que estudia fenómenos de la naturaleza.

E. Resultados

El estudio pone de manifiesto que las actividades de Física de secundaria contribuyen a que las estudiantes tengan una visión que asocia la Física con la Matemática, donde el cálculo es tan central que opaca el papel de la matemática como instrumento de modelización e interpretación de datos. A su vez, la escasa realización de investigaciones no permite abordar problemas utilizando competencias pertinentes a la Ingeniería y a la ciencia. Por otra parte, la casi nula existencia de experiencias de laboratorio implica ausencia de la experimentación propia de la ciencia y de la manipulación de instrumentos y aparatología que se requiere en Tecnología. La invisibilidad de las mujeres científicas

afecta la posibilidad de identificación con ellas y sus aportes en el campo científico-tecnológico, y esa falta de modelos afecta visualizar su propia participación en ámbitos CTIM. El trabajo grupal, centrado en resolver cálculos o informes, deja escasa oportunidad a intercambios y situaciones de co-creación necesarios en actividades CTIM. Las fortalezas y debilidades centradas en las competencias matemáticas desvirtúan la importancia de otras competencias que implican las carreras CTIM. Consecuentemente, a la luz del marco referencial (tabla I) y la construcción de una creencia de autoeficacia negativa para la Física, toma sentido que 17, de las 18 estudiantes mujeres, no elijan carreras CTIM que asocian con la Física.

V. CONCLUSIONES

Ante la manifiesta brecha de género en carreras CTIM, se multiplican las voces para promover la participación de las niñas y mujeres en dicho ámbito. Dentro del factor educativo, las actividades del aula, las referencias femeninas, el trabajo grupal y su relación con la elección de carreras CTIM, constituyen dimensiones pertinentes para la inclusión de la perspectiva de género en la enseñanza de las ciencias. El estudio pone en evidencia la visión que tienen las estudiantes del último año de secundaria respecto a las características de las actividades que vivencian en la clase de Física, brindando elementos para su relación con la elección de carreras CTIM, en perspectiva de género.

Los resultados permiten concluir que las dimensiones analizadas de las actividades de la clase de Física, revisten características alejadas de las recomendadas para aumentar la inserción de las mujeres en carreras CTIM. Las estudiantes explicitan una visión de la Física con sesgo hacia el cálculo, dado que las actividades dan escaso lugar a la esencia de la Física en cuanto ciencia de la naturaleza. A su vez, la invisibilidad de científicas en la clase de Física impide la identificación con modelos de mujeres en CTIM, mientras que el propio desempeño en las actividades aporta al surgimiento de una creencia de autoeficacia mayoritariamente negativa hacia la Física y que, por asociación, se traslada a la no elección de carreras CTIM. Así, la brecha de género encuentra origen y refuerzo en la enseñanza de la Física, ya que influye en la cognición de las estudiantes y en su elección de carrera, implicando la necesidad de concientizar y accionar para que la problemática ingrese a la formación de profesorado e impacte en el aula de Física.

AGRADECIMIENTOS

Al equipo directivo, docente y estudiantes del Colegio San Cayetano de Azul, por su apoyo a esta investigación. Al Grupo de Investigación MID. A la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Pcia. de Bs. As.

REFERENCIAS

Acevedo Díaz, J.A. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), 134-169.

Avenida Rodríguez, K. C. y Magaña Medina, D. E. (2018). Elección de carreras universitarias en áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM): revisión de la literatura. *Revista Interamericana de Educación de Adultos*, 40(2), 154.

Barbosa Bopsin, G. y Guidotti, Ch. (2021). Crenças de autoeficacia: uma revisão de literatura no contexto do ensino de física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 33(1).

Botella, C., López - Iñesta, E., Rueda, S., Forte, A., de Ves, E., Benavent, X. y Marzal, P. (2020) Iniciativas contra la brecha de género en STEM. Una guía de buenas prácticas. *Actas de la Jenui*, 5, 349-352.

CAL-Matilda (2020). *Cátedra Abierta Latinoamericana "Matilda y las Mujeres en Ingeniería"*. CONFEDI, ACOFI, LACCEI. <https://catedramatilda.org/>

Calvo Iglesias, E. y Aguayo Lorenzo, E. (2019). Actividades para promover STEM en las niñas. En Membiela, P. y otros (Eds.), *Panorama actual de la enseñanza de las ciencias*, (641-645). Ourense: Educación.

Cantero Rivero, B. (2016). Inclusión de género en la enseñanza de las ciencias. Tesis Doctoral. Departamento de la Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad Autónoma de Barcelona. España.

Cruz-Guzmán, M. (2017). Educación científica desde la perspectiva de género: impacto del proyecto “mujeres a conciencia” en la formación de maestros. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, Número extra, 5571-5577.

Dapía, M., Escudero-Cid, R. y Vidal, M. (2019). ¿Tiene género la ciencia? Conocimientos y actitudes hacia la Ciencia en niñas y niños de educación primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(3), 3201.

DGCyE. (2009). *Diseño Curricular del Ciclo Superior Orientado*. Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires. La Plata. Argentina.

DGCyE (2011). *Diseño Curricular para la educación secundaria 6o año: Orientación Ciencias Naturales*. Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires. La Plata. Argentina.

Ertl, B., Luttenberger, S., y Paechter, M. (2017). El impacto de los estereotipos de género en el autoconcepto de las estudiantes mujeres en materias STEM con una infrarrepresentación femenina. *Frontiers in Psychology*, 8, 1-11.

García, M. J. (1997). El género como factor condicionante de la elección de carrera: hacia una orientación para la igualdad de oportunidades entre los sexos. *Revista gallego-portuguesa de psicología e educación*, 1, 305-315.

García-Peñalvo, F. J. (2020). Empoderamiento de la mujer en carreras STEM. Presentado en *XXIII Cátedra Europa con España*, 12-23 octubre 2020. Virtual. Colombia.

García de Cajén, S. y Domínguez Castiñeiras, J.M (2020). Uso de prueba en la argumentación del profesorado de Física, cuando resuelven un problema real. *Revista Enseñanza de la Física*, 32(Extra).

García de Cajén, S. y Moccearo, H.A. (2021). Huellas de la formación de profesores en competencias investigativas. Presentado en *6.º Encuentro de Enseñanza de las Ciencias Naturales (Encina6) y Jornadas PreCIEDUC*. APFA-ADEQRA-CIAEC, 21-25 Junio 2021. Córdoba: Argentina.

Lederman, N. (2018). La siempre cambiante contextualización de la naturaleza de la ciencia: documentos recientes sobre la reforma de la educación científica en los Estados Unidos y su impacto en el logro de la alfabetización científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(2), 5-22.

Manassero Más, M. A. y Vázquez Alonso, A. (2003). Los estudios de género y la enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación*, 330, 251-280.

Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Unesco. París: Francia.

Rocha, A. L., García de Cajén, S. B., Domínguez Castiñeiras, J.M. (Comp.) (2011). *Materiales didácticos para la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza en educación secundaria y Bachillerato*. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Tandil.

Sahuquillo Balbuena, E., Jiménez Aleixandre, M. P., Domingo Ouvrard, F. y Álvarez Lires, M. (1993). Un currículo de ciencias equilibrado desde la perspectiva de género. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 51-58.

Solís-Espallargas, C. (2018). Inclusión del enfoque de género en la enseñanza de las ciencias mediante el estudio de biografías de mujeres científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 3602.

Szenkman, P.; Lotitto, E. (2020). Mujeres en STEM: cómo romper con el círculo vicioso. Documento del Programa de Protección Social de CIPPEC. Buenos Aires: Argentina.

Toma, R. B y Greca, I. M (2017). Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de educación primaria. En Cebreiros, M. I. y otros (Eds.), *La enseñanza de las ciencias en el actual contexto educativo*. (391-395). Ourense: Educación.

U238 (18 Octubre 2019). Nueva camada de estudiantes en el Balseiro. *Área de Comunicación Institucional del Instituto Balseiro*. <http://u-238.com.ar/nueva-camada-de-estudiantes-en-el-balseiro/>

Unesco (2019). *Descifrar el código: la educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*. Unesco. París. Francia. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366649>

Vázquez, S., Bustos, P., Nuñez, G. y Mazzitelli, M. (2004). Planteo de situaciones problemáticas como estrategia integradora en la enseñanza de las ciencias y la tecnología. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(1), 73-85.