



La práctica de actividad científica en la escuela para el desarrollo de habilidades y actitudes para matemática

Ximena Colipan
Universidad de Talca
Chile
Ximena.colipan@utalca.cl

Resumen

Este taller tiene como objetivo presentar situaciones y problemas matemáticos que permiten poner en acción conocimientos matemáticos y habilidades tales como experimentar, conjeturar, modelar, probar, comunicar, etc. Además, se expondrán métodos de gestión de clases, que permiten el fomento de actitudes tales como: abordar de manera flexible y creativa la búsqueda de soluciones, demostrar perseverancia y rigor en la resolución de problemas, trabajar en equipo en forma responsable y proactiva y desarrollar una actitud crítica. En este trabajo es parte de los resultados de nuestras investigaciones sobre el estudio en el aula de problemas en matemática discreta y su trasposición didáctica en clases a través de las Situations de Recherche pour la Classe (SiRC).

Palabras clave: Resolución de problemas, problemas abiertos, juegos combinatorios, Desarrollo de habilidades en Matemática, Desarrollo de actitudes, dificultades de aprendizaje.

Contexto y antecedentes

Una de las preocupaciones sociales relativa a las ciencias, es la desafección de los estudiantes hacia el área científica que se complementa, además, con los bajos resultados que obtienen los alumnos en estas áreas a medida que avanzan en su escolarización (SIMCE, 2016a; Hall, 2012). Se ha apuntado como posible causa, al tratamiento que se le da en clases a las disciplinas asociadas, es decir, Física, Química, Biología y Matemática. En efecto, tal como plantea Hall (2012), generalmente estas disciplinas son estudiadas como entes complejos, orientadas hacia el aprendizaje de nociones y procesos más abstractos que palpables. A lo anterior se suma la imposición de contenidos curriculares que dejan al alumno con poca o ninguna oportunidad de participar en la planificación de su propia formación (Connors-Kellgren, Parker, Blustein, Barnett, 2016).

De esta manera, aún siguen imperando en las áreas científicas, los tradicionales métodos de enseñanza y aprendizaje: clases muy teóricas, poco participativas, además de inflexibles, que lejos de atraer y estimular, aburren, desmotivan y extirpan la motivación por las ciencias (Ouvrier-Buffet, 2011; Colipan, 2016). Estos factores, nos lleva a reflexionar sobre otro elemento importante: la gran distancia que existe entre el contenido de las prácticas escolares y la realidad de la investigación científica y si nos enfocamos a la matemática esto se hace mucho más evidente. En efecto, tal como plantea Houdement (2008) y Dias (2014) es usual concebir las matemáticas como una ciencia que se articula en forma de algoritmos y aplicaciones de la teoría y que la posibilidad de experimentar actividades científicas se restringe a las ciencias de la naturaleza y por supuesto alejadas de las matemáticas.

Sin embargo, el carácter experimental de la ciencia está inscrito en el proceso de resolución de problemas en la cual experimentar está en interacción con otras acciones como proponerse nuevos problemas, verificar hipótesis/conjeturas, etc... Y en este sentido el carácter experimental de las matemáticas siempre ha estado presente y, es más, para experimentar en matemática no se necesita herramientas muy complejas, un lápiz y un papel pueden ser suficientes.

Practicar una actividad científica en matemática consistiría entonces en tratar de resolver un problema (que sería el objeto central de la actividad) a través de la puesta en marcha de diferentes acciones, no necesariamente en orden y que eventualmente podrían repetirse, tales como: Proponer nuevos problemas, experimentar, conjeturar, modelar, probar, comunicar, entre otros (Godot 2006; Durrant-Guerrier 2010; Colipan y Grenier, 2017).

En consideración de lo expuesto anteriormente, practicar la actividad científica en matemática *in se y per se* en el ámbito escolar, podría permitir una articulación armoniosa entre conocimientos (saber), habilidades (saber-hacer) y actitudes (saber ser).

La investigación que se llevó a cabo, se apoyó sobre dos objetos de estudio: El modelo Situations de Recherche Pour la Classe y problemas derivados de la matemática discreta.

Marco teórico

¿Porqué la Matemática discreta?

La matemática discreta, es un área de la matemática pertinente para trabajar con todo tipo de público. En efecto, la matemática discreta es el origen de situaciones que se contemplan en actividades de divulgación, en olimpiadas o concursos matemáticos y, es más, posee una rama llamada teoría de Juegos.

Otro atractivo de esta área de la matemática es que ofrece la posibilidad de proponer problemas que implican conceptos y nociones de fácil acceso para todos. Además, ella se sirve de otras áreas de la matemática tales como geometría, álgebra, lógica, teoría de conjuntos, teoría de números, combinatoria, entre muchas otras.

La matemática discreta se encuentra casi ausente en gran parte de los programas de estudio a nivel mundial, y Chile no es la excepción, pero esto le da un estatus especial. En efecto, tal como señaló Rolland (2000) *“El hecho que las matemáticas discretas no sean estudiadas en el plano escolar pueden jugar a su favor, de esta manera no es posible amarrar el problema a una noción ya estudiada, por lo que guarda un atractivo por su carácter novedoso, que puede ser incluso considerado como lúdico”*

Todo lo anterior, es respaldado por numerosas investigaciones que revelan la pertinencia

de esta área, de hecho, el International Congress on Mathematical Education (ICME) posee un grupo de estudio permanente sobre matemática discreta y sus implicaciones en el aula. Entre estos trabajos podemos destacar a Goldin, Epstein, Schorr y Warner (2011); Rosenstein (2014); Lockwood y Gibson (2016); Ferrarello y Mammana (2017); Colipan (2018); Hart y Martin (2018), entre otros.

El modelo Situations de recherche pour la classe (SiRC)

El modelo SiRC, es el modelo de situación en la cual nos apoyaremos para simular una actividad científica en matemática (Grenier et payan, 2002; Ouvrier-Buffer, 2009; Grenier, 2012; Colipan, 2016). Este dispositivo didáctico, creado por la Federación de investigación francesa Maths à Modeler, tiene las siguientes características:

La situación debe inscribirse en una problemática de investigación profesional. El enunciado debe ser llamativo, de fácil acceso y no debe estar formalizado en términos puramente matemáticos. Los métodos de resolución no deben estar señalados, el problema debe poder ser abordado a través de variadas pistas, es decir, debe dejar la posibilidad de utilizar múltiples estrategias de resolución. Los conocimientos escolares elementales deben ser suficientes para entender y entrar en la situación, y dominio conceptual en el cual se enmarca, aunque no sea muy familiar, debe ser de fácil acceso para que sea posible tomar fácilmente posesión de la situación. Una vez resuelto un problema de la situación, este debe reenviar a nuevos problemas. Las variables de la situación están a disposición del alumno y no del profesor (como en el caso de las variables didácticas de Brousseau). En una SiRC estas variables son llamadas “variables de investigación”.

El objetivo de las SiRC es producir respuestas a interrogantes que nacen de una situación llamada problemática. La diferencia con otros métodos tales como “problem-solving” (Schoenfeld, 1985), “situaciones-problemas” (Douady, 1984), “problemas abiertos” (Arsac, Germain y Mante, 1988), las “situaciones adidácticas” (Brousseau, 1998), radica en que: no hay necesariamente una respuesta final al problema inicial, los conceptos matemáticos que están en juego no están programados y no son restrictivos a priori, ellos están al servicio del problema y su solución, es decir no existe necesariamente una noción o concepto matemático específico a enseñar, ni la ejercitación de un técnica o método visto durante una clase y es la prueba o demostración el único medio de validación a cargo de los alumnos.

Los aprendizajes esperados en una SiRC son aquellos ligados al saber transversal, que son agrupados a través de la triplete (problema, conjetura, prueba). De esta manera, el tránsito entre cada uno de estos elementos moviliza habilidades que constituyen la actividad científica en matemática tales como:

Problema-conjetura: Reformular el problema con sus propias palabras, plantearse preguntas, simular la situación, imaginar relaciones con problemas conocidos, dividir el problema en problemas más simples, modificar los datos del enunciado, buscar regularidades, formular hipótesis.

Conjetura-prueba: Organizar las etapas de la resolución, crear argumentaciones, estudiar las relaciones de dependencia entre los objetos del problema, crear una notación pertinente, estudiar todos los casos, utilizar contra-ejemplos, razonar por deducción, razonar por inducción, razonar por condición necesaria y suficiente, efectuar demostraciones por lo absurdo, confrontar los resultados con las conjeturas.

Prueba-Problema: Controlar los resultados obtenidos evaluando pertinencia en función del problema estudiado, verificar que se han contemplado todas las soluciones, dar forma a una solución, comunicar un resultado o pregunta que queda pendiente, argumentar y justificar resultados, utilizar resultados para resolver otros problemas. comunicar y convencer.

Los transitos durante el proceso de resolución de una SiRC, forma parte de las herramientas para el análisis de la producción y actividad de alumnos, inmersos en la resolución de un problema de tipo SiRC.

Resultados obtenidos en la investigación

En esta investigación utilizamos una metodología de tipo cualitativa basada en una ingeniería didáctica (Artigue, 2011). La ingeniería didáctica es una metodología de investigación de origen francés cuya característica principal es su esquema experimental basado en la concepción, realización y análisis de secuencias de enseñanza. El registro está basado en el estudio de casos y la validación es esencialmente interna, fundada en la confrontación entre el análisis a priori y a posteriori (Godino, Batanero, Contreras, Estepa, Lacasta, Wilhelmi, 2013).

La experimentación se realizó con 50 alumnos cuyas edades fluctuaban entre los 10 y 14 años. Los resultados demostraron que, el estudio en clases de problemas matemáticos con características de tipo SiRC, estarían favoreciendo la integración de las diferentes dimensiones de la matemática. Creemos que implementar esta metodología al contexto educacional puede enriquecer la percepción que se tiene de la matemática y paliar así las diferencias que existe entre el tratamiento de la matemática en el aula y la matemática como disciplina científica. En particular, por el hecho de que los problemas, generalmente, no se sitúan en el campo numérico, estas pueden llevarnos a desprender la matemática del cálculo, poniendo en valor el razonamiento y la actividad científica como criterios significativos de una actividad matemática.

Metodología que se utilizará en el taller

El taller estará organizado en dos etapas, cada una de ellas se articulará la exposición del relator con el trabajo práctico de los participantes.

La primera etapa consiste en dar respuesta a un problema matemático, poniendo énfasis en el proceso de investigación, resolución de problemas, análisis, interpretación, síntesis de información y comunicación de resultados. Para esto, consideraremos como resultados: la obtención de soluciones particulares (mínimo resultado), métodos de construcciones locales y globales (procedimientos para la obtención de soluciones), enunciado de conjeturas locales (de casos particulares) o conjeturas globales (propias a un sub-problema), pruebas o demostraciones globales y locales.

La segunda etapa consistirá en analizar las condiciones necesarias para la gestión en el aula de las situaciones estudiadas

Reconocimiento

Trabajo realizado en el marco del proyecto de investigación, 72090110. De la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICYT), Chile

Referencias y bibliografía

Arsac, G.; Germain, G.; Mante, M. (1988). *Problème ouvert et situation-problème*. Lyon, Francia: IREM

- de Lyon.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble, Francia: La pensée sauvage éditions.
- Colipan, X. (2016). Desarrollo de la actividad científica en clases a través del estudio de juegos combinatorios, el ejemplo del juego del chocolate. *Boletim de Educação Matemática*, 30(55), 691 – 712. <http://dx.doi.org/00.1590/1980-4415v30n55a19>
- Colipan, X. (2018). Mathematical research in the classroom via combinatorial games. En Hart, E.; Sandefur, J. (eds). *Monograph on the Teaching and Learning of Discrete Mathematics*. Berlin, Alemania: Springer.
- Houdement, C. (2008). Experimentación y prueba: Dos Dimensiones de las Matemáticas desde la Escuela Primaria. *Paradigma*, Vol. XXIX, 2, 173 – 185
- Ferrarello, D., & Mammanna, M. F. (2017). Teoria dei grafi: Come e perchè. *L'insegnamento Della Matematica E Delle Scienze Integrate*, 40, 249–271.
- Douady, R. (1984). *Jeux de cadre et dialectique outil-objet dans l'enseignement des mathématiques*, Tesis de doctorado no publicada, Université de Paris VII, Paris, Francia.
- Durand-Guerrier, V. (2010). Expérimenter des problèmes de recherche. Colipan, X.; Grenier, D. (2017). Desarrollo de habilidades asociadas a la actividad matemática. Una propuesta para la formación inicial y continua de profesores. En Pino-Fan, L.; Poblete A.; Diaz, V. (eds). *Perspectivas de la investigación sobre la formación de profesores de matemáticas en Chile*. Osorno, Chile: Cuadernos de Sofia.
- Connors-Kellgren, A., Parker, C.E., Blustein, D.L., Barnett, M. (2016). Innovations and Challenges in Project-Based STEM Education: Lessons from ITES. *Journal of Science Education and Technology*, 25 (6), pp. 825-832
- Dias, T. (2014). Des mathématiques expérimentales pour révéler le potentiel de tous les élèves. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, 65, 151-161.
- Hart E.W., Martin W.G. (2018) Discrete Mathematics Is Essential Mathematics in a 21st Century School Curriculum. In: Hart E., Sandefur J. (eds) *Teaching and Learning Discrete Mathematics Worldwide: Curriculum and Research*. ICME-13 Monographs. Springer, Cham
- recherche innovants en mathématiques à l'école. Dans: INRP, Cédérom. Chap. La dimension expérimentale en mathématiques. Enjeux épistémologiques et didactiques.
- Godino, J.; Batanero, C.; Contreras, A.; Estepa, A.; Lacasta, E.; Wilhelmi, M. Didactic engineering as design-based research in mathematics education. In: *Congress Of European Research In Mathematics Education, CERME, 8. 2013. Ankara, Turquie. Proceedings...* Ankara: Middle East Technical University, 2013. p. 2810-2819.
- Godot, K. (2006). La roue aux couleurs: une situation recherche pour apprendre à chercher dès le cycle 3. *Grand N*, 78, 31-52.
- Grenier, D.; Payan, C. (2002). Situations de recherche en classe: essai de caractérisation et proposition de modélisation. Paris. *Actes du séminaire national de didactique de mathématiques*. Paris, Francia. p.189-205.
- Grenier, D. (2012). Rôle des situations de recherche dans la vulgarisation des mathématiques. Enseignement des mathématiques et contrat social : enjeux et défis pour le 21e siècle. *Actes du colloque EMF2012*. Ginebra: Suiza, pp. 1905–1913.
- Goldin, G. A., Epstein, Y. M., Schorr, R. Y., & Warner, L. B. (2011). Beliefs and engagement structures: Behind the affective dimension of mathematical learning. *ZDM Mathematics Education*, 43, 547–556.

- Hall, O. (2012). La Desafección de los Jóvenes por la Ciencia y la Tecnología: Una Tendencia Peligrosa. Documento UNESCO, Paris, Francia.
- Lockwood, E., & Gibson, B. (2016). Combinatorial tasks and outcome listing: Examining productive listing among undergraduate students. *Educational Studies in Mathematics*, 91(2), 247–270. doi: [10.1007/s10649-015-9664-5](https://doi.org/10.1007/s10649-015-9664-5).
- Ministerio de Educación. (2015). *Bases curriculares 7° a 2° medio*. Santiago, Chile: Autor
- Ouvrier-Bufferet, C. ; Perrin, M. (2009): Apprendre à faire des mathématiques du primaire au supérieur- Quoi de neuf ? Approches plurielles en didactique des mathématiques. *Colloque DIDIREM*, Paris : Francia. pp. 132–143.
- Ouvrier-Bufferet, C. (2011). A mathematical experience involving defining processes: in-action definitions and zero-definitions. *Educational Studies in Mathematics*, Vol. 76, n°2, 165-182.
- Rolland, J. (2000). *Pertinence des mathématiques discrètes pour l'apprentissage de la modélisation et de l'implication*. Tesis de doctorado no publicada, Université Joseph Fourier, Grenoble, Francia.
- Rosenstein, J. G. (2014). *Problemsolving and reasoning with discrete mathematics*. Shiviti Publications (en línea <http://www.new-math-text.com>)
- Simce, (2016). Agencia de Calidad de la Educación, entrega de resultados 2016. Recuperado de http://archivos.agenciaeducacion.cl/PPT_Conferencia_ER_2017_web_3.pdf
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando, FL, EEUU: Academic Press.