

CARACTERIZACIÓN DE UN ESCENARIO DE MODELIZACIÓN ESTOCÁSTICO CRÍTICO Y DEL CICLO DE MODELIZACIÓN VINCULADO

Adriana N. Magallanes y Cristina B. Esteley
Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
amagallanes@exa.unrc.edu.ar

Desde la educación estadística se plantea la necesidad de proveer avances teóricos y empíricos vinculados a trabajos con modelización en el ámbito de la enseñanza de la estadística. Para contribuir con tales planteos, se presentan y caracterizan un escenario educativo focalizado en modelización estocástica y el ciclo de modelización vinculado. El escenario se diseña con aportes de la Educación Matemática Crítica y se inicia a partir de una situación de la vida real. Para el ciclo de modelización estocástica se toman aportes de autores del ámbito internacional. A partir de lo vivido reportamos una noción de escenario de modelización estocástica crítica y presentamos un diagrama del ciclo de modelización integrado por siete fases interconectadas vinculando un análisis crítico de la realidad y saberes estocásticos.

INTRODUCCION

La modelización estadística está emergiendo como un ambiente fértil de investigación en educación, sin embargo, son limitadas las investigaciones educativas en este sentido (Pfannkuch et al., 2018). En este trabajo se aborda la modelización de datos (Pfannkuch et al., 2018) dentro de un ciclo investigativo (Wild y Pfannkuch, 1999) con consideraciones sobre variabilidad y contexto (Pfannkuch, 2011). En particular, se avanza sobre una caracterización de un escenario de modelización y su correspondiente ciclo cuando el escenario focaliza en una educación estocástica desarrollada desde una perspectiva crítica.

ENFOQUE TEÓRICO

El escenario de modelización estocástica y su correspondiente ciclo emergen en el entorno de una investigación acción (Kemmis et al., 2014) llevada a cabo en una escuela de nivel secundario del sur de la Provincia de Córdoba (Argentina). Para el diseño del escenario se consideran como referencia, principios de la Educación Matemática Crítica (EMC) (Skovsmose y Valero, 2012). Tomando aportes de Jacobini y Wodewotzki (2006) y Campos (2016), se vincula modelización con tal perspectiva crítica. Partiendo de la noción de escenario de modelización (Esteley, 2014) se propone la de escenario de modelización estocástica desde una perspectiva crítica y se caracteriza el correspondiente ciclo de modelización.

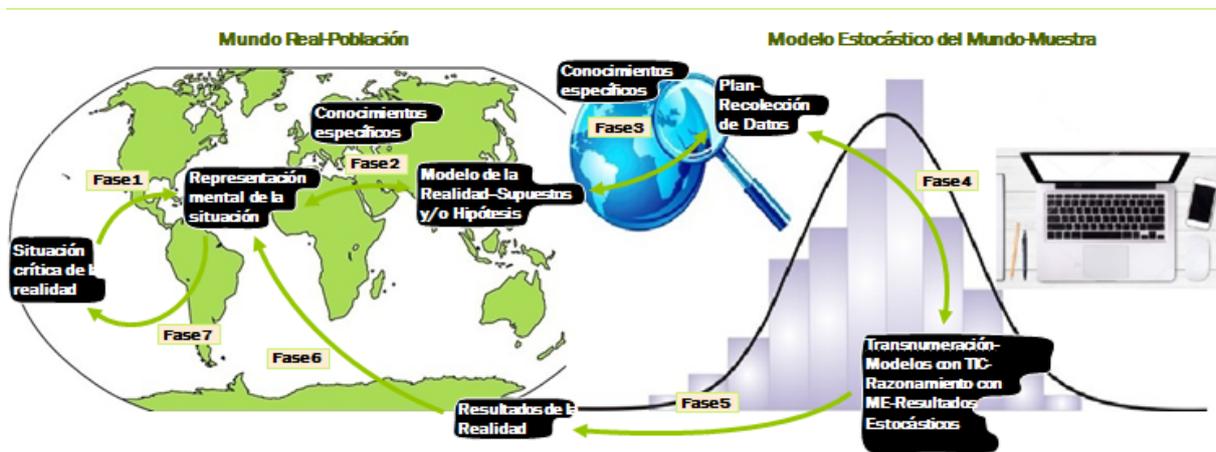
RESULTADOS

Se entiende un escenario de modelización como un ambiente de aprendizaje que se constituye como tal cuando los profesores aceptan el desafío que implica este tipo de abordaje pedagógico y los estudiantes aceptan la invitación de involucrarse en un proceso de modelización matemática. Un escenario de modelización es aquel que pone en evidencia un conjunto de espacios, situaciones, tecnologías, acciones e interacciones que dan sentido al proceso de modelización matemático (Esteley, 2014).

Al hablar de escenario de modelización estocástica, se busca evidenciar relaciones entre problemas de la vida diaria y el par estadística-probabilidad. Estos escenarios se inician a partir de situaciones de la vida real en los que los conocimientos estocásticos permiten observar, explorar, analizar y criticar una parte de esa realidad y los estudiantes identifican un problema de su interés, cercano a su entorno y desafiante.

Tomando aportes de Borromeo Ferri (2018), se consideran problemas extra-matemáticos que no conduzcan a una única solución o proceso de resolución. En el proceso de resolución, se espera que el docente no tenga una intervención inmediata, constante o dirigida hacia determinados abordajes. Esto es, se espera que el docente habilite o facilite caminos alternativos de trabajo, la emergencia de varias conjeturas, acompañando con preguntas el trabajo de los estudiantes o haciendo evidente sus propias dudas ante un problema que es nuevo, incluso para el docente.

Un trabajo completo que usualmente desarrollan los estudiantes al involucrarse con modelización estocástica puede ser interpretado mediante un ciclo que incluye diferentes acciones y fases como se representan en la Figura 1.



Nota: Producción propia tomada de Magallanes (2021)

Figura 1. Ciclo de Modelización Estocástico Crítico

La Fase 1 se inicia con una situación crítica de la realidad; esto es, se trata de situaciones que los estudiantes reconocen que develan problemáticas sociales, ambientales, etc., que son de su interés, los motiva a comprender la situación y a la búsqueda de soluciones alternativas. El trabajo en esta fase requiere del esfuerzo por reconocer problemáticas que se vinculen con lo colectivo y visibilicen lo universal. La construcción colectiva de problemáticas universales que despierten el interés y que signifiquen un desafío y compromiso para los estudiantes es fundamental para que el proceso de modelización pueda ser desenvuelto desde una perspectiva crítica.

Delimitar una temática y plantear un problema se vincula con una comprensión de un sistema dinámico que lleva a establecer preguntas y/o enunciados que guían una indagación. Esto comprende la representación mental del problema, la identificación de la/s cuestiones relacionadas con el tema de interés y la complejidad que conlleva la formulación de un problema. Ello propicia el reconocimiento de variabilidad (Lehrer y English, 2018; Pfannkuch et al., 2018; Wild y Pfannkuch, 1999). En esta primera fase se toman decisiones y se aprende bajo situaciones de incertidumbre, entendiendo que la variación es omnipresente a ese tipo de modelización.

Dado que la realidad es compleja, en la Fase 2 se trata de simplificar el problema. Esto se realiza asumiendo ciertos supuestos y/o hipótesis a partir de conocimientos específicos vinculados con la temática y una búsqueda de datos conectados con el problema. Una vez aceptada la aleatoriedad de la situación, se realiza una descripción simplificada de la misma al seleccionar algunos de sus aspectos relevantes y prescindiendo pertinentemente de otros buscando así captar lo esencial de la situación. El posicionamiento crítico de docentes y estudiantes en esta instancia es sustancial para no ignorar ciertos aspectos de la situación que permitan comprender relaciones de poder, distribución inequitativa distributivas de recursos y disparidades de oportunidades entre diferentes grupos. Si fuere necesario, en esta segunda fase suele ser necesario acudir a expertos relacionados al tema y/o problema definido; así como a expertos en conocimientos estocásticos. Es en esta instancia cuando puede surgir la necesidad de modificar, reformular o cambiar el problema inicial y volver a Fase 1. Esta ida y vuelta, puede suceder en más de una oportunidad.

La Fase 3 se inicia cuando se realiza una transición desde la realidad a los conocimientos estocásticos y matemáticos. En esta etapa se reconoce la necesidad de contar con datos para estudiar la variabilidad y propiciar el pensamiento estocástico (Wild y Pfannkuch, 1999). En esta fase se elabora un plan, que involucra los procedimientos que serán utilizados para llevar a cabo el estudio, la selección de variables pertinentes, la definición de qué tipo de experimentos y mediciones serán necesarios, el diseño de muestreos considerando la representatividad de la muestra, la determinación del tamaño de esta y la recolección de datos. En esta tercera fase también se decide qué se hará en el futuro y cómo se

hará, es decir, se requiere del pensamiento estratégico al que se refieren Wild y Pfannkuch (1999). Este pensamiento incluye: planificar la resolución de una tarea; dividir las tareas en subtareas, división del trabajo y, si es factible, anticipar problemas y la planificación para evitarlos y, a fin de planificar la recolección de datos, tener conciencia de las limitaciones con las que se está trabajando. Nuevamente en este punto, puede suceder que se requiera volver a la simplificación del problema o incluso regresar al punto de inicio. Estos dos ciclos (bucles) pueden ser repetidos hasta que se disponga de elementos suficientes, aceptación y consenso para continuar.

En la Fase 4 se produce el trabajo con la estadística y/o la probabilidad para obtener resultados. Esta fase habilita distintos tipos de pensamiento estocástico tales como: la transnumeración, la consideración de la variación, el razonamiento con modelos estocásticos y la aplicación de técnicas (Wild y Pfannkuch, 1999). En esta fase se pone en marcha la capacidad de transformar los datos en diferentes representaciones en búsqueda de nuevos significados. Esto se produce cuando se encuentran formas de organización y sistematización de los datos que capturan elementos significativos de la realidad. También se recuperan modelos, o marcos propios de la estocástica, para pensar sobre ciertos aspectos de la investigación de manera genérica. La teoría estocástica hace que sea eficiente el proceso de encontrar una forma de mapear un nuevo problema sobre un problema ya resuelto, de modo que la solución anteriormente concebida pueda ser aplicada o adaptada. Para utilizar estas teorías, primero se reconocen elementos del contexto que pueden ser mapeados en un modelo (proceso de abstracción de lo particular a lo genérico), luego operar dentro de ese modelo, y mapear los resultados de vuelta al contexto (desde lo genérico hasta lo particular) (Pfannkuch, 2011; Wild y Pfannkuch, 1999). En la actualidad, es imposible dejar fuera del proceso investigativo a las tecnologías digitales (TDs). En ese sentido, las TDs son parte constitutiva de un proceso cíclico de modelización estocástica como se evidencia en la Figura 1.

Una vez construido un modelo estocástico para la situación escogida y, elaboradas conclusiones al considerar el modelo, en Fase 5 se realiza la interpretación de resultados volviendo a la realidad. Se torna central en esta fase la integración e interacción entre el conocimiento contextual y el estocástico. Esto es, la capacidad para producir interpretaciones o conjeturas a partir del conocimiento estocástico, el contextual y los datos disponibles. Así, se ponen en juego capacidades de los estudiantes para discutir y argumentar sobre las interpretaciones de la información estocástica contextualizada. Se espera que la argumentación se realice recurriendo a comentarios fundamentados, evaluaciones o comprensiones, apelando a nociones estocásticas. En esta fase puede ser necesario volver a alguna de las fases anteriores al momento de encontrar inconsistencias o resultados que, si bien son válidos desde los conocimientos estocásticos y/o matemáticos, no son pertinentes para la situación real. Esto puede implicar revisiones de los resultados (Fase 4), el plan (Fase 3), o las simplificaciones realizadas sobre el problema real. Puede incluso requerir la inclusión de nuevos conocimientos extra-matemáticos, una nueva búsqueda de datos fuera de la estadística y de la matemática (Fase 2).

La Fase 6 es el momento de someter el modelo construido a procesos de validación para garantizar su eficacia. En esta fase se puede poner en juego otro de los tipos fundamentales de pensamiento estocástico como es el Juicio (Wild y Pfannkuch, 1999). Este es el punto final de decisión de la crítica. Se realiza juicio acerca de la fiabilidad de la información; la utilidad de las ideas; la practicidad de los planes; la conformidad con el contexto y una comprensión de la situación planteada por medio de nociones estocásticas; la necesidad de más investigación y otras decisiones involucradas en la construcción y razonamiento a partir de modelos. Los juicios correctos a partir de los datos requieren comprensión de la variación que se vislumbra en los datos, la determinación de las fuentes de variación (medida, datos, muestreo, análisis, variación debida a factores, variación aleatoria) así como de la incertidumbre originada por la variación cuyas fuentes no quedan explicadas. Esta sexta fase requiere activar el pensamiento crítico (Wild y Pfannkuch, 1999). Es decir, verificar los puntos de referencia internos discutiendo con nosotros mismos, sopesando nuestro conocimiento del contexto, nuestro conocimiento estadístico, contra las limitaciones bajo las cuales estamos trabajando, y anticipamos problemas que son consecuencias de elecciones particulares. También podemos verificar puntos de referencia externos considerando opiniones de otras personas (colegas, expertos); literatura disponible y otras fuentes de datos. Algunos puntos de referencia para verificar aquí incluyen: (a) El propósito inicial y preguntar ¿responde esto a la pregunta, al problema o a algún objetivo de interés?, (b) Sistemas de creencias: ¿Estoy siendo guiado indebidamente por preconcepciones injustificadas?, ¿las propias o las de mi comunidad? (c) Respuestas emocionales: ¿Es posible detectar factores

emocionales de los participantes que influyen en la forma de abordar y resolver el problema?, ¿de qué forma estos factores influyen en el proceso? (Wild y Pfannkuch, 1999).

En instancias finales de este proceso de validación se ingresa a Fase 7 cuando se devuelven los resultados a la realidad, se habilita un espacio para la transformación y/o para la socialización por parte de los estudiantes. En esta instancia los estudiantes articulan, integran, escriben y comunican acerca de la comprensión alcanzada sobre la situación y problema definido, sustentando parte de esta comprensión en el uso de conocimientos estocásticos.

DISCUSIONES

El ciclo de modelización estocástica presentado y puesto en juego en una práctica escolar, puede constituirse en una orientación para que profesores puedan planificar escenarios de esta naturaleza. En este sentido, se destaca la importancia de la formación docente para llevar adelante el tipo de escenarios educativo descrito, y preguntar: ¿qué tipo de conocimientos se requieren desarrollar en la formación de docentes para que el escenario descrito pueda acontecer?, ¿cómo incorporar trabajos que propicien aprendizajes estocásticos y colaboración entre los futuros profesores?, ¿qué valor y sentido tienen hoy los saberes estocásticos en la formación de profesores?, ¿desarrollan los futuros profesores proyectos de modelización estocástica?

La noción de escenario de modelización estocástica y el correspondiente ciclo pueden ofrecer aportes a lo que algunos autores denominan modelización de datos y ser un medio que permita propiciar uno de los principales objetivos de una educación crítica como lo es el desarrollo de una ciudadanía crítica en los estudiantes (Skovsmose y Borba, 2004).

REFERENCIAS

- Borromeo Ferri, R. (2018). *Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-68072-9>
- Campos, C. R. (2016, Agosto 10–12). *La educación estadística y la educación crítica* [Conferencia sesión]. Segundo Encuentro Colombiano de Educación Estocástica (2 ECEE), Bogotá, Colombia.
- Esteley, C. (2014). *Desarrollo profesional en escenarios de modelización matemática: Voces y sentidos* [Inédito tesis de doctorado]. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Jacobini, O. R., y Wodewotzki, M. L. L. (2006). Uma reflexão sobre a modelagem matemática no contexto da educação matemática crítica. *Boletim de Educação Matemática*, 19(25), 1–16.
- Kemmis, S., McTaggart, R., y Nixon, R. (2014). *The action research planner: Doing critical participatory action research*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-4560-67-2>
- Lehrer, R., y English, E. (2018). Introducing children to modeling variability. En D. Ben-Zvi, J. Garfield, y K. Makar. (Eds.). *International handbook of research in statistics education* (pp. 229–260). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7_7
- Magallanes, A. N. (2021). *Empoderamiento de estudiantes en el contexto de un escenario de modelización estocástico crítico* [Inédito tesis de doctorado].: Universidad Nacional de Córdoba.
- Pfannkuch, M. (2011). The role of context in developing informal statistical inferential reasoning: A classroom study. *Mathematical Thinking and Learning*, 13(1–2), 27–46. <https://doi.org/10.1080/10986065.2011.538302>
- Pfannkuch, M., Ben-Zvi, D., y Budgett, S. (2018). Innovations in statistical modeling to connect data, chance and context. *ZDM Mathematics Education*, 50, 1113–1123. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0989-2>
- Skovsmose, O., y Borba, M.C. (2004). Research methodology and critical mathematics education. En Valero, P. y Zevenbergen, R. (Eds.), *Researching the socio-political dimensions of mathematics education: Issues of power in theory and methodology* (pp. 207–226). Kluwer. <https://doi.org/10.1007/B120597>
- Skovsmose, O., y Valero, P. (2012). Rompimiento de la neutralidad política: El compromiso crítico de la educación matemática con la democracia. En P. Valero y O. Skovsmose (Eds.), *Educación matemática crítica: Una visión socio-política del aprendizaje y enseñanza de las matemáticas* (pp. 25–61). Uniandes.
- Wild, C., y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223–265. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.1999.tb00442.x>