

Desarrollo de un proyecto de extensión al interior de una cátedra de matemática. La búsqueda de racionalidad en los argumentos como vía de integración.

Autores: Pablo Carranza y Fabio Miguel

Universidad nacional de Río Negro

pcarranza@unrn.edu.ar y miguelfabio@gmail.com

Resumen

Se aborda en esta comunicación la problemática del desarrollo de un proyecto de extensión al interior de una cátedra de una formación universitaria. En particular se analizan las posibilidades que brindan algunos proyectos de impacto en la comunidad para desarrollar conceptos de una cátedra de matemática de una tecnicatura universitaria. La modelización se presenta como un puente que posibilita construir argumentos para la toma de decisiones que los proyectos demandan.

Palabras claves

Proyectos de extensión, matemática, modelización, toma de decisiones

Esta comunicação aborda o problema do desenvolvimento de um projeto de extensão no âmbito de uma cadeira de ensino universitário. Em particular, são analisadas as possibilidades oferecidas por alguns projetos de impacto na comunidade para desenvolver conceitos de uma cadeira de matemática de um técnico universitário. A modelagem se apresenta como uma ponte que permite construir argumentos para a tomada de decisões que os projetos demandam.

Palavras chaves

Projetos de extensão, matemática, modelagem, tomada de decisão

Introducción

En esta comunicación compartiremos algunos resultados referidos a la experiencia que venimos realizando en la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN) donde llevamos a cabo un proyecto de extensión al interior de una cátedra de una formación universitaria, más precisamente a la de Matemática de la Tecnicatura Superior en Mantenimiento Industrial (TSMI).

En nuestro caso, llegamos a esta experiencia como consecuencia del interés por proponer a nuestros estudiantes contextos donde ellos le encuentren sentido al aprendizaje (Carranza, 2015, 2016).

Por cierto, entendemos que el sentido no es una cualidad que le pertenece a una propuesta didáctica (Develay, 1994, 2004) y de hecho, entendemos también que los saberes tampoco portan un sentido en sí mismos (de Vecchi & Carmona-Magnaldi, 1996). En todo caso adherimos a la idea que postula al sentido como una construcción que un estudiante se realiza, en función de sus vivencias, sus expectativas, sus emociones, etc.

Algunos autores consideran que el sentido se construye si la propuesta en cuestión es asociada por el estudiante a eventos ya existentes de su vida, facilitando así la integración de la misma a su mundo (Jacques, 1987). Otros autores indican que el sentido es una capacidad que posee el estudiante de relacionar lo que hace en su formación con lo que se propone ser (Develay, 1994)

Nuestra mirada integra estas dos perspectivas articulando la variable tiempo en dos modalidades: presente y futuro. Más precisamente, proponemos a los estudiantes contextos donde pretendemos que los saberes en proceso de aprendizaje resulten de utilidad en una doble temporalidad: para el futuro, pero también para el presente.

Otra dimensión retenida a la hora de diseñar las propuestas y fuertemente relacionada a la anterior es la referida a la funcionalidad de los saberes. Entendemos que estos no solo deben servir para comprender el mundo que les rodea sino también para intervenir en él. Una tercera dimensión es también considerada en el diseño, ella se refiere a lo que llamamos la trascendencia de los saberes: buscamos que sean vividos como de utilidad, tanto para ellos como para la comunidad en la cual se encuentran insertos.

Estas tres dimensiones (temporalidad, funcionalidad y trascendencia) nos llevaron a proponer situaciones de aprendizaje del tipo real, donde los estudiantes se sumerjan en una problemática de su entorno; situaciones tan ricas en posibilidades que las llamamos proyectos (Carranza, 2017).

El que aquí compartiremos consiste en el cálculo, construcción e instalación de molinos Savonius (Savonius, 1922) para pobladores rurales, proyecto que venimos reiterando desde el año 2016 con financiamientos provenientes, tanto de la Secretaría de Políticas

Universitaria (SPU) como de la UNRN misma, y esto según el año de ejecución del mismo.

Desarrollo

La dinámica de desarrollo del proyecto de extensión al interior de la cátedra se ilustra en la Figura 1 donde pueden observarse dos ejes: uno corresponde a la lógica del proyecto, el otro, a la lógica disciplinar. Un primer aspecto a destacar de esta dinámica es que la lógica del proyecto determina la secuencia de aparición y abordaje de los aspectos disciplinares.

En efecto, para avanzar en el proyecto resulta necesario resolver cuestiones (círculos negros). A su vez, el realismo del proyecto y las implicancias de las decisiones a tomar demandan un abordaje racional de esas cuestiones.

Así, por la necesidad de racionalidad consecuencia del realismo del proyecto, es que aparecen los conceptos disciplinares: ellos surgen entonces, como un conjunto de herramientas conceptuales que permiten construir argumentos sólidos para la toma de decisiones que el proyecto demanda.

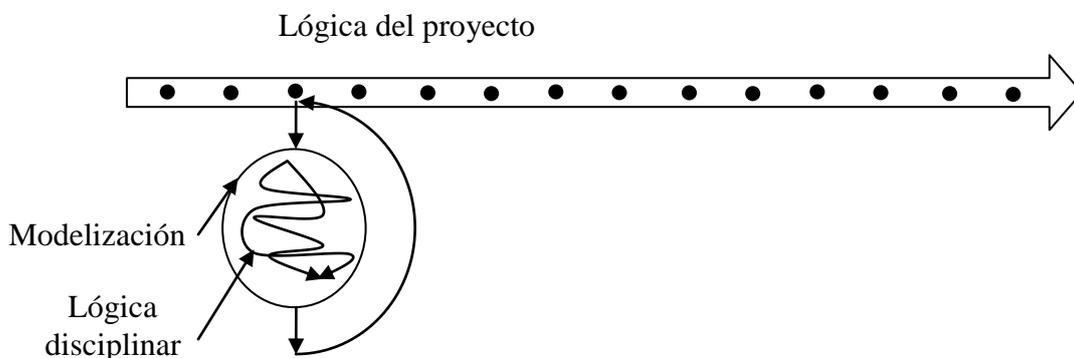


Figura 1. Articulación de lógicas en el proyecto.

Un segundo aspecto a destacar es el referido al ciclo que se produce al momento de ser convocados los conceptos disciplinares, en particular los de matemática: estos ciclos comienzan con una problemática de la realidad (círculos negros) que demanda ser tratada racionalmente. La contribución desde matemática a esa racionalidad requiere un proceso de síntesis complejo, al mismo tiempo que rico, en conceptos, habilidades y competencias. Una vez realizada la síntesis es posible analizarla en los registros simbólico, gráfico, numérico, tabular, etc., según el caso.

Lo producido conceptualmente en el análisis mediante estos registros de representación matemática regresa a la realidad permitiendo tomar una decisión acompañada de argumentos racionales. Estos ciclos que comienzan en la realidad, luego continúan al interior de la matemática para luego regresar a la realidad con herramientas racionales para la toma de decisiones se los conoce como modelización matemática (Ashim Bora & Ahmed, 2019; Heuvel-Panhuizen, 2018), con la singularidad que todo el ciclo se desarrolla en un contexto no evocado en clase, sino real.

Para ilustrar esta dinámica, compartimos a continuación dos temas tratados en el marco del proyecto de cálculo, construcción e instalación de molinos Savonius desarrollado en la cátedra de Matemática de la TSMI. Antes de ello, entendemos conveniente presentar, al menos de manera sintética el proyecto en cuestión.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** ilustra el tipo de molino Savonius retenido para el proyecto. Con una altura final de 6 metros, su rotor de eje vertical está construido a partir de material reciclado consistente en tambores de descarte de 200 litros. Así, la energía cinética del viento es convertida por el rotor quien transmite el movimiento por medio de su eje a una bomba a diafragma ubicada en la base del molino.

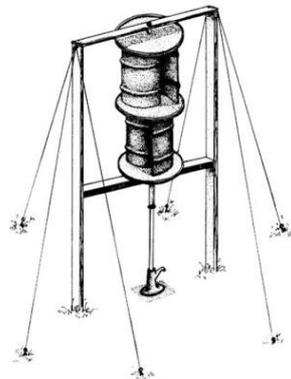


Figura 2. Diseño de molino Savonius desarrollado

El molino se sostiene en su vertical por medio de riendas tensoras ancladas a bloques de hormigón enterrados en el piso. El sistema cuenta con un freno manual para detener el giro del rotor cuando los vientos son excesivos. Estas y otras partes del molino son analizadas y calculadas para asegurar el correcto funcionamiento del molino en los puestos rurales. El enlace de abajo permite acceder a un vídeo corto donde se resume la etapa final de instalación por parte de los estudiantes de dos de los molinos por ellos contruidos.

<https://www.youtube.com/watch?v=889fvPzVK1g&t=6s>

Uno de los temas retenidos aquí y abordados en el proyecto se refiere al estudio de los esfuerzos en las riendas tensoras que permiten mantener en su vertical al molino. El otro tema trata sobre la mejor manera de izarlo al momento de instalarlos en los puestos rurales. Ambos temas fueron modelizados dinámicamente en Geogebra. El primero tiene origen en una situación planteada por uno de los docentes, el segundo surge para analizar una pregunta de un estudiante. Comenzaremos con el estudio de la rienda tensora.

Estudio de esfuerzos en rienda tensora

Los esfuerzos que deben resistir las riendas tensoras que mantienen en su vertical al molino suelen considerarse a partir de dos variables, una de ellas es la velocidad máxima del viento, la otra está relacionada con el área al viento del rotor y la estructura. La velocidad del viento fue analizada a partir de archivos provenientes de una estación meteorológica del INTA de la región: datos registrados cada 10 minutos durante cinco años permitieron estimar no solo velocidades máximas, sino también obtener tendencias por medio de medidas de posición y de dispersión, así como gráficos de distribución de frecuencias. El área al viento del rotor fue modelizado en Geogebra de manera dinámica. Con ese estudio, no presentado aquí, los estudiantes descubrieron además cómo y porqué el molino vibrará al momento de girar el rotor, esto es debido al área variable del mismo.

Una tercera variable participante en la determinación de los esfuerzos depende de las características del lugar donde se instala el molino. Esta variable es presentada por uno de los docentes de la cátedra:

Docente 1: "...ya sabemos que queremos anclar las riendas tensoras al piso a 6 metros del pie del molino, ustedes vieron en el campo, hay montes, bloques de piedra, que pueden resultar un obstáculo que nos obligue a colocar las riendas sea más cerca, sea más lejos que los 6 metros previstos, les pregunto ahora, si por un monte o por un bloque de piedra nos ocurre eso, de tener que hacer el pozo más cerca o más lejos de lo previsto. Ese cambio de distancia, hará que los esfuerzos en la rienda cambien?

Las riendas tensoras son cables de acero que deben resistir los esfuerzos horizontales provocados por los fuertes vientos de la región. La Figura 3 representa las partes de una rienda tensora.

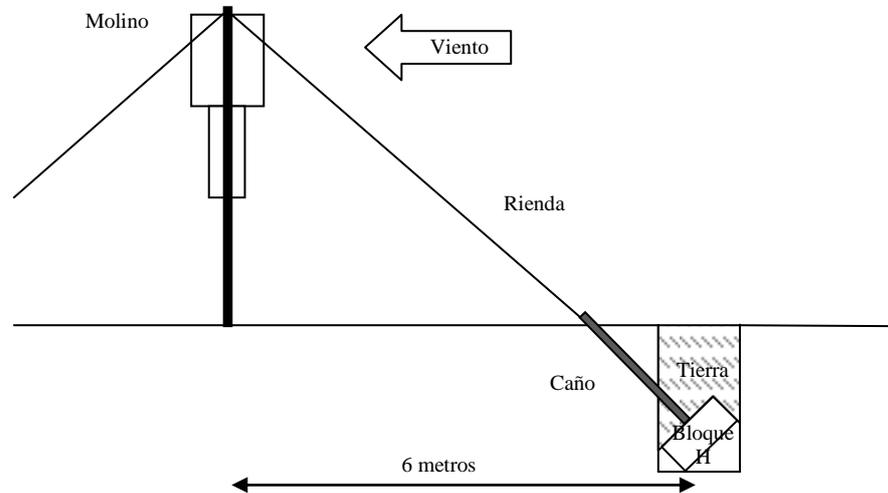


Figura 3. Esquema de rienda tensora en Molino Savonius

En su parte superior, la rienda tensora va sujeta al molino, a unos 6 metros del suelo. En su parte inferior, ella se fija a un caño galvanizado. Este caño se encuentra solidario a un bloque de hormigón enterrado en un pozo cubierto de tierra. Este pozo, originalmente se ubica a una distancia de 6 metros del pie del molino.

A la pregunta formulada por el docente, las opiniones de los estudiantes convergieron a: *“si el viento máximo no varía y tampoco varía el área del rotor no hay motivos para que los esfuerzos varíen”*. Sus respuestas entonces rechazaron la idea de una variación de esfuerzos originada por la ubicación de la rienda tensora por lo que los docentes propusieron construir en conjunto una simulación de esfuerzos en una rienda tensora y con herramientas de Geogebra (deslizador), desplazar el lugar de anclaje de la misma.

El análisis permitió observar cómo los esfuerzos en la rienda y en el anclaje de hormigón varían con la distancia a la cual se fijará la rienda tensora al piso. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** representa la simulación realizada en Geogebra. En particular, el rastro que deja el extremo del vector llamado “tierra” pone en evidencia esta variación.

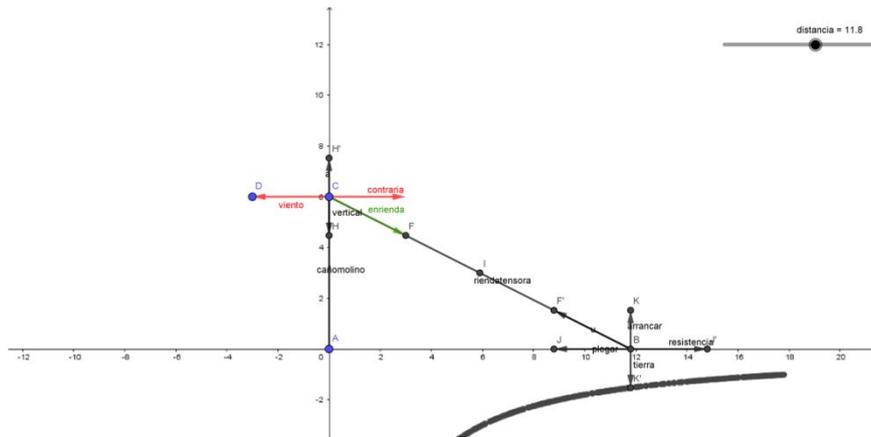


Figura 4. Representación de fuerza en rienda tensora

La construcción dinámica en Geogebra permitió convocar conceptos de matemática tales como: sistema de medición de ángulos, simetría central, rotaciones, proyecciones, intersecciones varias, paralelismo y perpendicularidad, así como descomposición de vectores y punto medio. Presentaremos a continuación, el otro estudio retenido en esa comunicación y que junto al anterior, ilustran las potencialidades de este proyecto de extensión para abordar conceptos de matemática al interior de una cátedra.

Estudio de esfuerzos en izado

Antes de ser transportado a los puestos rurales, los molinos son ensamblados. Al final de ese proceso, y a modo de corto testeo, son izados en nuestro lugar de trabajo. El proceso de izado se realiza en dos etapas. La primera parte donde se alcanza un ángulo aproximado de 20° respecto de la horizontal, la segunda donde se llega a colocarlo perpendicular al piso. La primera es realizada con los estudiantes levantando el molino, en la segunda se utiliza un malacate eléctrico fijado a un vehículo.

Para la segunda etapa de izado, el molino es atado al cable del malacate mediante una eslinga fijada a los extremos superiores del molino.

En el testeo, un grupo de estudiantes cuestionó precisamente la segunda etapa de izado. Ellos propusieron no fijar la eslinga a los extremos superiores sino al medio del molino, aduciendo que, de esa manera, los esfuerzos de izado serían menores. De regreso al aula, la idea fue retomada y analizada, nuevamente mediante una simulación dinámica realizada en Geogebra.

La Figura 5 ilustra la simulación dinámica de los esfuerzos, tanto sea sobre el cable del malacate como los relacionados a los momentos de fuerza en los puntos de anclaje, y

esto para los dos casos posibles: fijando la eslinga en el extremo superior y fijándola en el medio del caño del molino.

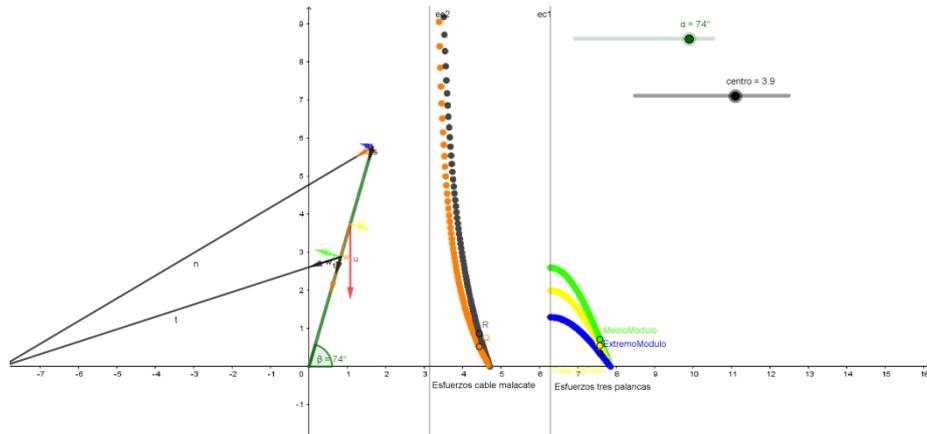


Figura 5. Representación de esfuerzos en izado según anclaje de cable de malacate en molino

Por tratarse de esfuerzos y palancas, los conceptos de matemática convocados fueron, en algunos casos, diferentes a los que emergieron en el análisis de las riendas tensoras.

Por razones de espacio, y al igual que en caso anterior, no detallaremos aquí el proceso constructivo de la simulación. Nos contentamos con resaltar la riqueza de conceptos, habilidades y competencias abordados con los estudiantes.

De la misma manera que en el análisis de las riendas tensoras, esta simulación realizada a partir de conceptos de matemática (y de otras disciplinas) permitió construir argumentos convincentes para continuar izando los molinos fijados de los extremos superiores.

Conclusiones

El proyecto de los molinos fue concebido para analizar las posibilidades de proponer a los estudiantes contextos que faciliten la atribución de sentido. Para ello, se consideraron tres dimensiones: la temporalidad, la trascendencia y la funcionalidad de los saberes. Estas dimensiones nos llevaron a proponer proyectos en contexto real, los cuales resultaron compatibles con los objetivos que caracterizan a los proyectos de extensión. En nuestro caso, se trata del cuarto proyecto de extensión realizado desde esta perspectiva (dos financiados por la UNRN y dos por la SPU) y que incluso ha derivado durante el año 2021 en uno de transferencia.

En estos proyectos, los saberes disciplinares aparecen como herramientas conceptuales para la toma de decisiones. En el caso de matemática, las modelizaciones resultan un puente de gran potencial para abordar proyectos por los argumentos racionales que permiten construir. Los casos aquí presentados ilustran una vía posible de inserción de proyectos de extensión al interior de una cátedra.

En efecto, en el caso de Matemática de la TSMI, todos los contenidos disciplinares se han desarrollado a partir de necesidades del proyecto e incluso hemos observado algunos conceptos que se desprendían del proyecto como es el caso de derivadas parciales y que no pudieron ser tratados por falta de tiempo.

Destacamos además que los requerimientos del proyecto convocaron de manera indispensable saberes de otras disciplinas, tales como Estadística, Representaciones, Resistencia de los Materiales, Mantenimiento Industrial, Máquinas Hidráulicas, Economía, Ergonomía, etc.

Las modelizaciones observadas a lo largo del proyecto fueron de diferente tipo, según la clasificación que se considere. Por ejemplo, las dos analizadas en este capítulo fueron del tipo descriptiva pero también prescriptiva (Ashim Bora & Ahmed, 2019; Stillman, 2019). Descriptiva por orientarse a caracterizar y describir fenómenos y prescriptiva porque ellas permitieron construir conclusiones para intervenir en el contexto.

En este y otros proyectos, hemos observado cómo la búsqueda de racionalidad y de precisión en los argumentos, en lugar de respuestas intuitivas o de estrategias del tipo ensayo y error, ha permitido integrar proyectos de extensión a cátedras como matemática, estadística y física.

El proyecto ha resultado una experiencia de reflexión y de aprendizaje para todos los actores respecto a la problemática de la igualdad de género. En el proyecto pudo constatarse que todos podían desarrollar las tareas tanto analíticas como prácticas. Así y sin distinción de ningún tipo, los estudios en Geogebra y en Hoja de Cálculo fueron realizados por todos, del mismo modo que la construcción en hormigón de las bases, el soldado de partes y el uso de herramientas.

Por último, la diversidad de tareas que el proyecto demandó, permitió a muchos estudiantes explorar áreas de interés personal y proyectar así sus orientaciones profesionales.

Bibliografía

- Ashim Bora, & Ahmed, S. (2019). Mathematical Modeling: An Important Tool for Mathematics Teaching. *International Journal of Research and analytical reviews*, 6(2).
- Carranza, P. (2015). Molino Savonius. Proyecto de extensión y marco didáctico en clases de matemática. *Extensionismo, innovación y transferencia tecnológica. Claves para el desarrollo*, 2, 55-61.
- Carranza, P. (2016). Cálculo y construcción de un molino Savonius. Una propuesta didáctica integral. *Novedades Educativas*, 306.
- Carranza, P. (2017). Proyectos interdisciplinarios con la comunidad. Posibilidades y dificultades. *Kimun.*, III(5).
- de Vecchi, G., & Carmona-Magnaldi, N. (1996). *Faire construire des savoirs*.
- Develay, M. (1994). Le sens dans les apprentissages: du désir au passage a l'acte. *Pedagogie collégiale*, 7(4).
- Develay, M. (2004). *Donner du sens à l'école*.
- Heuvel-Panhuizen, M. v. d. (2018). *International Reflections on the Netherlands Didactics of Mathematics. Visions on and Experiences with Realistic Mathematics Education*: Springer Open.
- Jacques, F. (1987). De la Signifiante. *Revue de Métaphysique et de Morale*.
- Savonius, S. (1922). *The wind rotor. In theory and practice*. Helsingfors.: Savonius & Co.
- Stillman, G. (2019). State of the Art on Modelling in Mathematics Education—Lines of Inquiry. In G. Stillman & J. Brown (Eds.), *ICME 13. Lines of inquiry in mathematical modelling research in education*. Hamburg: Springer. (pp.1-20).