

# UNA MIRADA SOCIOEPISTEMOLÓGICA A UNA COMUNIDAD DE FÍSICOS EL CASO DE UN EXPERTO ANTE UN PROBLEMA ESPECÍFICO

Alba Gabriela Lara Medina, Astrid Morales Soto  
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. (Chile)  
g.laramedina@gmail.com, ammorales@ucv.cl

## Resumen

Se presenta una investigación en curso en la cual reportamos los usos de las gráficas ante un problema propuesto específico de una situación del cotidiano de un físico. El objetivo es reportar el uso de las gráficas que tiene el físico como parte de una comunidad de conocimiento interesada en la enseñanza de dicha ciencia, obteniendo elementos de interés para el rediseño del discurso matemático escolar. Como parte de los resultados, se mostrará que dichos usos tienen un carácter funcional y un sentido específico que no depende de alguna expresión analítica, sino de las formas gráficas observadas y la relación que tiene con la pregunta planteada en un problema donde el foco es la variación de las velocidades.

**Palabras claves:** uso de gráficas, física, cotidiano, comunidad de conocimiento

## Abstrac

We present an investigation that is now in progress, in which we report the uses of graphs in the face of a specific problem of a daily situation proposed by a physicist. The objective is to show the use of graphs by a physicist as part of the knowledge community that is concerned with the teaching of this science, obtaining elements of interest for the redesign of the school mathematical discourse. Among the results, it will be shown that such uses have a functional nature and a specific sense that does not depend on any analytical expression, but of the graphic forms observed and the relation they have with the question posed in a problem focused on the variation of the speeds.

**Key words:** uses of graphs, physics, daily, knowledge community

## ■ Introducción

Una temática que se ha abordado en varias investigaciones tiene su relación con el discurso Matemático Escolar, el cual refuerza una epistemología dominante que *no considera, ni conoce el uso del conocimiento matemático de la gente, por ende, ni de los estudiantes* (Cordero 2016). Un resultado de dichas investigaciones, es mostrar la diversidad de epistemologías en la cual se incluye el conocimiento del cotidiano de la gente, además de evidenciar la desconexión existente entre el cotidiano y la matemática escolar (Cordero, 2013).

Es así que en nuestra investigación realizamos una pregunta que no es la típica escolar, la cual está relacionada con una actividad deportiva como el rafting, esto nos permite encontrar usos de conocimiento matemático en el desarrollo de la solución, enfocándonos en los usos de las gráficas.

### ■ Marco Teórico

La Socioepistemología llama la atención a la necesidad de incorporar marcos de referencia que den cuenta de la articulación del cotidiano del ciudadano con la matemática escolar, esta Teoría aporta con constructos para analizar dicha articulación, principalmente con la noción de uso del conocimiento en una situación y escenario específico. La necesidad de provocar diálogo entre el cotidiano y la matemática escolar, ubica la atención en el cotidiano de otros dominios, puesto que es en donde podemos encontrar elementos de cómo usan y expresan su conocimiento, además de generar argumentos que dan evidencia del conocimiento funcional. Es decir, lo que interesa es reconocer el conocimiento que la comunidad tiene, pero además conocer las razones de lo que dice y hace con su conocimiento de tal manera que sea funcional.

Se destaca la idea de caracterizar lo propio de la comunidad de conocimiento, es decir su naturaleza reconociendo tres elementos reportados en Cordero (2016): *Reciprocidad: El conocimiento se genera por la existencia de un compromiso mutuo; Intimidad: Es el uso de conocimiento propio y privado que no es público; Localidad: El conocimiento es local, se da cuando existe una coincidencia en ideas, una jerga disciplinar, trabajo u oficio, intereses, la región, entre otros.* Los elementos anteriores, junto con los momentos de identidad, conforman un modelo que ayuda a analizar los usos del conocimiento matemático propios de una comunidad de conocimiento en una situación específica.

Esta investigación aborda los elementos anteriormente mencionados, pero ante una comunidad de físicos, analizando el uso de las gráficas ante una situación específica, en la cual las gráficas son la argumentación en una situación concreta, que provocan que se genere conocimiento (Morales, Mena, Vera y Rivera 2012). El análisis de usos de gráficas se realiza a través del funcionamiento y la forma; entendiendo que *la forma está relacionada con los significados y procedimientos asociados a cómo un estudiante las obtiene y el funcionamiento está asociado a los significados y argumentos que los estudiantes tienen como un medio y un propósito en uso de las gráficas* (Suárez, 2014, p. 48).

### ■ Uso de gráficas en Oresme

La idea central del Tratado de Oresme es que las figuras geométricas y las proporciones ayudan a comprender fenómenos en lo que se producen cambios de la realidad física que pueden estudiarse como cambios en las cantidades (Suárez 2014).

El funcionamiento y la forma de las figuras (gráficas) es diferente a la de las gráficas cartesianas, no consistía en la descripción de la posición de los puntos respecto de coordenadas rectilíneas, sino que las figuras mismas eran la cualidad de la cantidad continua, es así que las figuras geométricas adquirirían un significado global asociado a la variación. Las propiedades de la figura podían representar propiedades intrínsecas a la misma cualidad. Tal vez por ello, Oresme al generar un nuevo funcionamiento del uso de

las figuras geométricas para modelar situaciones de variaciones ressignifica las figuras geométricas para establecer diferentes tipos de variación: usa un rectángulo para representar una variación uniformemente uniforme (Figura 1.a); un triángulo o trapecio para representar una variación uniformemente deforme (Figura 1.b); y una figura irregular para representar una variación deformemente deforme (Figura 1.c).

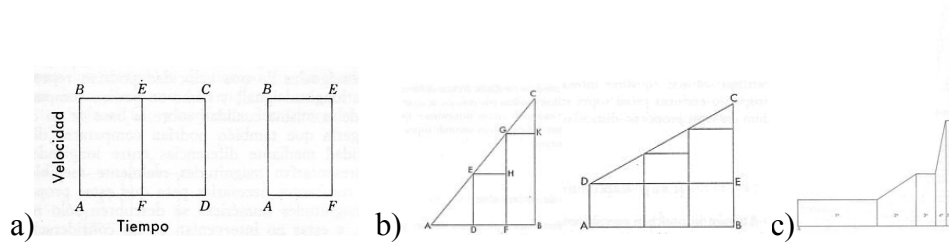


Figura 1. a) Variación uniformemente uniforme, b) variación uniformemente deforme, c) variación deformemente deforme.

En Suárez 2014 se pueden encontrar fragmentos del trabajo de Oresme: “Tractatus de configurationibus qualitatum et motuum” de los cuales se obtienen datos epistemológicos de la Resignificación del uso de las figuras geométricas para modelar el movimiento.

Nuestro análisis se realiza desde esta perspectiva de usos, el foco está en la variación en un ámbito de una comunidad de físicos en enseñanza superior.

### ■ Una comunidad de conocimiento de físicos

Para poder caracterizar a una comunidad de conocimiento debemos detallar lo propio de ella, es decir, su naturaleza. Para ello se requiere del constructo de comunidad del conocimiento (CC) como una triada: reciprocidad, intimidad, localidad (Cordero, 2016). Además, se consideran dos aspectos que son ejes transversales para la explicación de los elementos: la institucionalización y la identidad. Estos elementos en conjunto, formulan un modelo que ayuda a analizar los usos del conocimiento matemático propios de una comunidad de conocimiento en una situación específica (Figura 2).

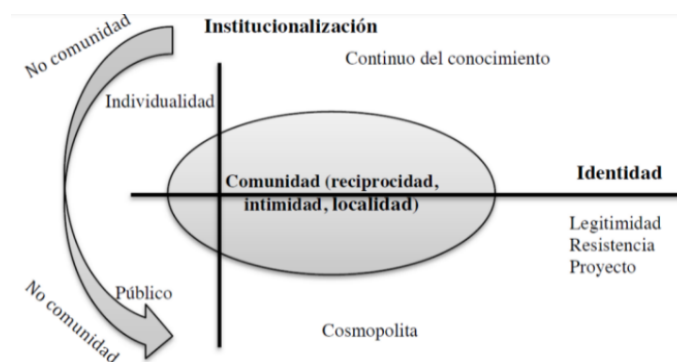


Figura 2. Modelo de Comunidad de Conocimiento Matemático

La comunidad está compuesta por físicos profesores e investigadores del Instituto de Física de una universidad de Valparaíso y creadores del Grupo de Tecnología Educativa (GTE) del mismo instituto (2007). Con la creación del GTE se enfocaron a investigar en la enseñanza de la física de manera más específica. A continuación describiremos algunos de estos elementos que se han logrado caracterizar hasta ahora en la comunidad de físicos estudiada.

En cuanto a *reciprocidad* se refiere, el Grupo de Tecnología Educativa mantiene interacción académica con centros, grupos, redes o programas (dentro de Chile y con otras universidades de Estados Unidos y México) dedicados a la investigación formativa para mejorar la docencia, participando de manera colaborativa. Es decir, existe una relación tanto dentro como fuera del GTE en el que pone en juego los saberes; la existencia de una red y los frutos en esta relación da evidencia que existe un aporte de investigaciones, cursos y conocimientos que se comparten entre sí, y permiten generar nuevos saberes en la comunidad científica. Este elemento permite ver la relación que se crea en la comunidad, una relación en la que el beneficio y enriquecimiento con respecto al conocimiento es mutuo.

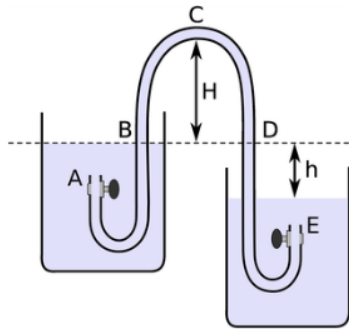
La *localidad* es un elemento que permite romper con la generalidad, y hablar de una comunidad específica. En este caso en particular, la comunidad que estudiamos está compuesta por dos profesores de jornada completa jerarquizados, un profesor asociado y dos profesores no jerarquizados. Este grupo, se formó por una necesidad que surgió durante su trabajo desarrollado en la universidad de integrar elementos tecnológicos y material (que muchas veces ellos mismos elaboran para el laboratorio) que tengan un enfoque educativo, no sólo para los estudiantes que están formando sino para los futuros estudiantes que estos formarán. Se han preocupado de generar innovaciones para avanzar hacia una educación de mejor calidad.

Una comunidad con adjetivo las distingue de otras, entonces se requiere de momentos de identidad: legitimidad, resistencia y proyecto. Así la identidad, con sus momentos, será otro eje transversal (Cordero, 2016).

La *legitimidad* es una forma en que la CCMFis (Comunidad del Conocimiento Matemático en Físicos) da evidencia que cree en lo que hace, y más aún valida lo que hace a través de la investigación. El trabajo desarrollado por el GTE ha dado fruto de diversas maneras, la elaboración de artículos en revistas indexadas de interés para la comunidad científica, elaboración de cursos, talleres, ponencias en diversos escenarios, elaboración de material didáctico. En otras palabras, el trabajo de investigación es el medio a través del cual pueden dar evidencia y comunicar a la comunidad científica los avances de los trabajos que están desarrollando.

En cuanto a la resistencia, se puede mencionar que los trabajos han llevado a debatir ciertos aspectos con sus colegas. Podemos destacar un caso: las presiones negativas en un Sifón. Por ejemplo mencionamos aspectos que este grupo declara en su artículo “Negative Pressures and the First Water Siphon Taller than 10.33 Meters” (Vera, Rivera, Romero, Villanueva, 2016), en que se hace referencia a la controversia sobre el mecanismo subyacente que explica el funcionamiento de un sifón. Hoy en día hay un debate entre las personas que creen que los sifones son impulsadas por las diferencias de presión y las personas que creen que los sifones son impulsados por la fuerza de la gravedad. Las discusiones referentes a la física de un sifón suelen referirse a conceptos como las presiones negativas absolutas, la fuerza de la cohesión del líquido y la posibilidad de un sifón trabajando en vacío o en presencia de burbujas (Vera, Rivera, Romero, Villanueva, 2016).

Un sifón es un dispositivo que se usa para drenar un recipiente, con el agua subiendo dentro de una manguera en forma de U invertida y luego bajando hacia un punto de descarga situado debajo del nivel inicial del agua (ver Figura 3).



*Figura 3.* Diagrama de la disposición para el sifón utilizado en el experimento.

Aunque su funcionamiento es muy simple es muy común que los profesores de física lo expliquen conceptualmente mal ya que creen que es la diferencia de presión la que causa el movimiento del agua obligándola a subir por la manguera como se muestra en la figura.

Los físicos de esta comunidad consideran que para los profesores es difícil darse cuenta de que es la fuerza de gravedad la que obliga al fluido a moverse. En el trabajo realizado con un alumno de Pedagogía en Física y otro miembro del grupo, se explica la causa del movimiento del agua, discuten la perspectiva histórica y además reportan en la revista *PLoS ONE* el primer sifón que funciona levantando agua hasta una altura  $H$  mayor a 10 metros cuando se suponía (según Torricelli) que esto era imposible. Este trabajo además es de mucha importancia para comprender como los árboles logran subir agua en regímenes de presión absoluta negativa.

El *proyecto* del grupo tiene un objetivo muy bien definido, a través de los trabajos desarrollados se han enfocado en llegar al nivel básico a través del nivel universitario enfocándose en los docentes en física en formación.

## ■ Método

La investigación se desarrolla con un enfoque cualitativo, un estudio de caso (Stake 2007). La población a la cual se aplicó la situación fue de dos doctores en Física, profesores de jornada completa, quienes son docentes en las carreras de licenciatura y pedagogía en Física, y realizan investigación relacionada a la enseñanza de su disciplina, presentaremos el caso de uno de ellos. Se eligieron estos profesores por que imparten las clases de cátedra y laboratorio relacionadas a Mecánica.

El instrumento usado es una situación, en la cual se presenta un problema específico. Se plantea una pregunta relacionada con la seguridad de realizar rafting de acuerdo al comportamiento de un río, el

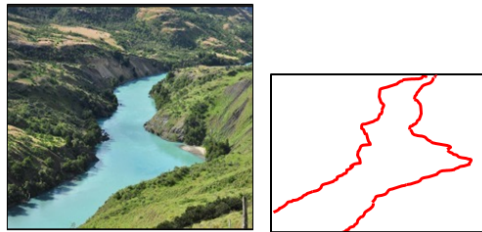
problema consta de dos partes: considerando la forma del río visto desde el exterior y la segunda parte incorporando diferentes opciones para la base del río. La entrevista fue grabada para su posterior análisis.

Datos: La situación

Entenderemos a “La situación” como la pregunta que propicia una problematización. En este caso particular, se cuestiona el movimiento del fluido (agua) a través de la variación de la velocidad. Para ello recurrimos a la idea de un río, en el cual un grupo de rafting desea recorrerlo, pero se pregunta sobre la seguridad, lo que lleva a pensar en las diferentes velocidades del agua en el río.

Para lo anterior, se presenta la situación en dos partes, pero haremos mención a una de ellas:

- Se pregunta explícitamente sobre la seguridad del río, para ello se proporciona una imagen del río con una estructura específica (Figura 4). Momento en el que el físico responde libremente, y se enfoca en responder respecto al ancho del río.

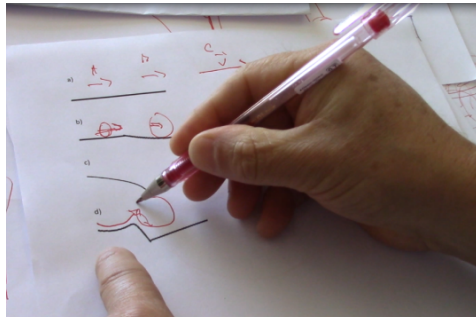


*Figura 4.* Figura propuesta de la forma del río

La epistemología se relaciona con la Figuración de las cualidades de Oresme, quien “establece relaciones entre figuras geométricas y situaciones específicas de variación” (Suárez y Cordero, 2010. p. 323), Oresme construye un dibujo de lo que varía y en particular le interesa describir la variación de las cualidades.

## ■ Resultados

Durante el desarrollo de la solución del problema, el académico físico entrevistado presenta respuestas asociadas a lo icónico, aparecen flechas indicando la velocidad, señalando que el tamaño de la flecha indica si la velocidad es menor o mayor. Además, señala lo geométrico, debido a que al cambiar el área cambia la velocidad con la cual se mueve el agua del río (ver Figura 5).



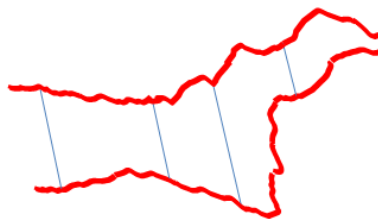
*Figura 5.* Desarrollo de la situación por el entrevistado.

### ■ Los usos de las gráficas en una Comunidad de Físicos

En esta sección mostraremos las respuestas a las preguntas planteadas y en las cuales se han encontrado los siguientes usos de las gráficas:

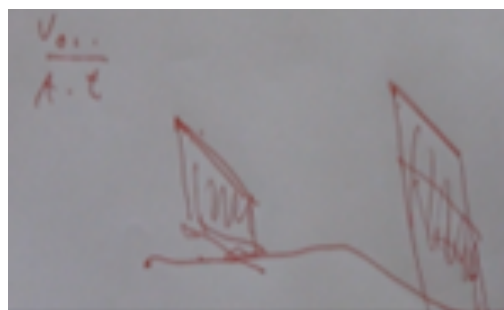
Al preguntar al físico sobre la situación planteada podemos encontrar elementos que coinciden con la epistemología de Oresme con respecto a la variación.

Al hablar de la velocidad, se apoya en segmentos para describir como al cambiar estas longitudes provocan variaciones en la velocidad, mientras más ancho sea el río más chica es la velocidad va a pasar el agua, mientras que si es más estrecho entonces la velocidad aumenta (figura 6).



*Figura 6.* El ancho del río es representado por medio de segmentos.

Otro aspecto tiene relación con la base o piso del río, Este elemento es de gran importancia ya que al variar el área varía la velocidad. El físico menciona que la misma cantidad que entra es la que sale (Figura 7), si tiene mayor área entonces sale más despacio.



*Figura 7.* La cantidad de agua es la misma a pesar de cambios en el área.

Al cuestionarse el movimiento del fluido (agua) a través de la variación de la velocidad, se obtienen usos de las gráficas que no se parecen a los del discurso Matemático Escolar, pero que en el caso del físico surge de forma natural; los elementos icónicos representan lo que cambia en la situación propuesta, y es una manera de expresar conocimiento matemático.

### ■ Conclusiones

Al presentar esta situación permitió, además de identificar usos de las gráficas, obtener información de la comunidad de físicos. Se encontraron elementos que ayudan a caracterizar lo propio de la comunidad investigada, es decir, identificar elementos como reciprocidad, intimidad y localidad; elementos relacionados con el conocimiento. Además de distinguir los momentos de identidad: legitimidad, resistencia y proyecto.

El problema planteado permitió identificar momentos de uso de gráficas que no son las típicas del discurso Matemático Escolar.

El uso que se le da a las gráficas está relacionado con la variación, en nuestro caso particular la variación de la velocidad. El uso de los segmentos y áreas ayudan a comprender que al hablar de velocidad en el río, hay una estrecha relación con el área transversal; además, se generan argumentos sobre los cambios de velocidad.

Lo anterior permite considerar más investigaciones con respecto a las clases de física y matemática, con las cuales se puede dar mayor evidencia de la conexión y relación recíproca entre estas disciplinas y el cotidiano.

### ■ Referencias bibliográficas

- Cordero, F. (2013). Matemáticas y el Cotidiano. *Diplomado Desarrollo de estrategias de aprendizaje para las matemáticas del bachillerato: la transversalidad curricular de las matemáticas Módulo III*. Documento interno. Cinvestav –IPN.
- Cordero, F. (2016). Modelación, funcionalidad y multidisciplinaredad: el eslabón de la matemática y el cotidiano. En J. Arrieta y L. Díaz (Eds.). *Investigaciones latinoamericanas de modelación de la matemática educativa*. Barcelona. España: Editorial Gedisa.
- Morales, A.; Mena, J.; Vera, F.; Rivera, R. (2012). El rol del tiempo en un proceso de modelación utilizando videos de experimentos físicos. *Revista Enseñanza de las Ciencias* 30(3), 237-256.
- Stake, R. (2007). *The art of case study research*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Suárez, L. (2014). *Modelación - Graficación para la matemática escolar*. México: Díaz De Santos.
- Suárez, L. & Cordero, F., (2010). Modelación – Graficación, Una Categoría Para La Matemática Escolar. Resultados De Un Estudio Socioepistemológico. *Revista Latinoamericana De Matemática Educativa*, 13(4-II), 319-333.
- Vera, F.; Rivera, R.; Romero, D.; Villanueva, J. (2016). Negative Pressures and the First Water Siphon Taller than 10.33 Meters. *PLoS ONE* 11(4): e0153055.