



Experimentación discursiva y figuración

Leonora **Díaz** Moreno
Universidad de Valparaíso
Chile
leonoradiazmoreno@gmail.com
Maximiliano **Núñez**
Liceo Eduardo de la Barra
Chile
Maximilianonunez.30@gmail.com

Resumen

Se ilustran potencialidades de lo narrativo para lograr la inmersión estudiantil en una situación experimental como parte de prácticas de modelación en el estudio de un fenómeno, en aulas de matemáticas de educación secundaria. La modelación se orienta a que los estudiantes constituyan dipolos modélicos articulando dos entidades: desde la operatividad de una de estas intervienen en la otra. Articulan una tabla de datos o una figura o una expresión algebraica con el fenómeno de elasticidad del resorte por ejemplo. Se analizan elaboraciones estudiantiles y se reportan evidencias de su inmersión en la situación experimental que se narra. En un marco de investigación-acción se suscribe la investigación de diseño.

Palabras clave: modelación, narrativa, figuración.

Introducción

En nuestro país, como en otros de la región, se reclama por un cambio en las metodologías de enseñanza en un marco de reformas estructurales, para ofrecer a los jóvenes la posibilidad de desarrollar las habilidades del siglo XXI, señalando como una de ellas a la modelación (Ministerio de Educación de Chile, 2012) junto con abordar y resolver situaciones problemáticas concurrentes con la capacidad para involucrarse en procesos en los que participan dos o más personas (habilidad medida por PISA 2015). Intentando explicar este tipo de resultados desde un punto de vista de política educacional, se afirma que el país no cuenta con una infraestructura adecuada para el desarrollo de las habilidades de modelar en el marco del trabajo en equipo, más allá de la intencionalidad que ponga el profesorado en ello.

La perspectiva de modelación y experimentación que se suscribe se orienta a quitar fuerza a ingentes requerimientos de infraestructura como son los laboratorios de experimentación. Las evidencias muestran que es posible ofrecer a los estudiantes oportunidades

de vivenciar prácticas de modelación con experimentación, desde la colaboración y también en contextos de vulnerabilidad. Más específicamente se presentan evidencias de inmersión en experimentación discursiva provenientes de producciones estudiantiles, cuando los estudiantes vivencian un diseño de enseñanza con base en modelación. Tal diseño intenciona el desplazamiento del trabajo estudiantil desde uno individual y competitivo a uno colaborativo y en equipos, configurándose habilidades concurrentes (Contreras, C., 2014). El diseño aborda la modelación de un fenómeno a partir de la experimentación discursiva, la que se configura por una narración literal que describe el suceso experimental y una tabla con datos provenientes del experimento.

Marco referencial

Interesa estudiar la modelación como parte de los procesos de aprendizajes matemáticos. El acto de modelar se entiende como una práctica recurrente de diversas comunidades, que articula dos entidades con la intención de intervenir en una, lo modelado, a partir de la otra, el modelo. Desde esta perspectiva, no existen modelos y sus matemáticas, independientes de quien modela y de la comunidad que le da cabida. Se suscribe una mirada socioepistemológica de modelación (Arrieta y Díaz, 2015). En la perspectiva de estos autores interesa que los estudiantes establezcan dipolos modélicos mediante la articulación de dos entidades desde la operatividad de una de ellas, para intervenir en la otra. Por ejemplo, articular una tabla de datos o una figura o una expresión algebraica con el fenómeno de elasticidad del resorte o la caída de los graves. Tal articulación constituye, para la vivencia del estudiante que modela, una nueva entidad, el dipolo modélico (op. cit. p. 35).

La inmersión estudiantil en experimentación discursiva se estudia con base en producciones de los estudiantes, las que tienen un carácter narrativo y provienen de vivenciar un diseño de enseñanza con base en modelación.

Se suscribe para los conocimientos matemáticos lo que plantea Candela (1999) cuando concibe al conocimiento científico como una construcción social sujeta a procesos discursivos específicos, que incluyen tanto las versiones sobre ciertos temas como la organización del discurso, las maneras de hablar, de argumentar, de analizar, de observar, de construir con palabras (y figuras) procesos y resultados de la experiencia, de validar un conocimiento y de establecer una verdad. Y a que lo matemático se inventa como herramienta para organizar fenómenos del mundo físico, social y mental (Freudenthal, 1991) para atender aprendizajes de matemáticas creadas para gestionar el cambio en tanto se predicen y controlan estados futuros (Cantoral, 2004).

Entre los trabajos sobre la naturaleza del conocimiento narrativo más sugerentes de las últimas décadas, se cuentan los estudios, desde una mirada filosófica, de Johnson (1987) sobre el lenguaje y el conocimiento corporalmente encarnado; el trabajo de Lakoff y Johnson (1980) sobre la metáfora y el texto “Wheremathematics comes from” de Núñez y Lakoff (2001) sobre la naturaleza encarnada del conocimiento matemático. Estos trabajos, entre otros, ilustran un contexto signado por importantes desarrollos en el campo del lenguaje y las neurociencias.

Para Connelly y Clandinin (1995) somos organismos contadores de historias, los relatos nos descubren que la experiencia misma tiene un referente que está hecho de relatos. Kieran Egan (1998) y James Wertsh (1991) difunden la importancia de lo narrativo en pedagogía y didáctica, en el mundo de habla hispana. Egan insiste en revalorizar el papel de los relatos en educación. Comparte con Bruner (1988) que la narración posibilita captar y pensar el mundo y la propia

experiencia, siendo un medio eficaz que ayuda a recordar y que a la vez proporciona un ambiente cómodo y acogedor para la fantasía y la imaginación. Para Wertsch se trata de una herramienta central para comprender la forma en que los estudiantes se representan un número muy importante de contenidos escolares, sus epistemes (Díaz, 2005).

Una narración nos trae a la mano un “evento especial” en el devenir de los procesos de entendimiento del estudiantado. Lo narrado no se reduce a las expresiones literales puesto que una figura, al decir de Carrasco, Díaz y Buendía (2014) también constituye una narración, la que en el caso de este estudio, apoya a la narración literal para configurar el experimento narrado. En efecto, se identifican en ella propósitos comunicativos que se expresan a través de una estructura argumental, unas herramientas que concurren a configurarla y metáforas de base que entran en juego.

Abordamos los análisis de las producciones estudiantiles recogidas en la investigación, incorporando estos elementos a una sensibilidad teórica con soporte en el programa del Pensamiento y Lenguaje Variacional (Cantoral, 2004).

Metodología

Este estudio se desarrolla bajo el paradigma metodológico de investigación de diseño y experimentación, el que se inscribe en un marco de investigación-acción (Molina, 2006). Se experimenta con base en un diseño de modelación validado internamente (Arrieta, 2003).

En el ámbito de la educación matemática la modelación se trabaja desde distintas perspectivas. En la visión socioepistemológica de Arrieta y Díaz (2015) no hay modelación sin interacción con el fenómeno que se intenta modelar, por lo que la primera fase de la modelación es la experimentación en sentido amplio. Cada modalidad de la experimentación, sea esta presencial, discursiva o virtual, trae consigo características propias que imprimen su huella en la forma de modelar. En la experimentación discursiva los estudiantes se enfrentan a una narración constituida por un relato literal, una figura y una tabla de datos.

En las primeras aplicaciones del diseño se incluía la figura. En un aula inclusiva que incorpora de modo intencional estudiantes tanto con dificultades específicas de aprendizaje como con necesidades educativas de carácter permanente, uno de los equipos comunicó con figuras sus desarrollos, interviniendo cada vez la figura inicial del resorte. Esta situación ilustra el poder comunicativo de la figuración (Carrasco, Díaz, Buendía, 2014).

Así, para favorecer la inmersión de cada estudiante en la experimentación discursiva, se les solicita que elaboren una figura que exprese la situación experimental, la que se les comunica mediante una narración literal y una tabla de datos obtenidos de la experimentación. Se refuerza la inmersión de los estudiantes en esta modelación discursiva, solicitándoles que describan en sus propias palabras el experimento y que reconozcan en la tabla, valores tomados de la situación. Se espera que los estudiantes reconozcan a la tabla como una herramienta que registra datos que varían juntos o que covarían. Cierra aquí la primera fase del diseño, esto es, la modelación discursiva.

Se reportan desarrollos de las tres actividades correspondientes a la experimentación discursiva: 1. Dibujar o hacer una figura de la situación narrada; 2. Describir con sus palabras el experimento; y, 3. Informar la covariación correspondiente con un dato numérico que registra la tabla.

El estudio consideró seis grupos de cuatro estudiantes, cuatro grupos de tres estudiantes y cuatro grupos de dos estudiantes, provenientes de dos establecimientos de educación secundaria de la región de Valparaíso, Chile.

Resultados y análisis

Analizamos a continuación evidencias de inmersión de estudiantes, provenientes de la experimentación con la situación experimental de la elasticidad de un resorte

Caso 1.

La figuración recupera la situación experimental de modo exhaustivo desde la narrativa literal y la tabla. Su estructura de cómic explicita un momento inicial, uno intermedio y el final de la experiencia, evidenciando su transcurrir en un tiempo. La figura inicial muestra un soporte que sustenta al resorte, del que cuelga un portapesas vacío. A éste se fija una aguja de arrastre que indica un punto en la primera parte de una regla graduada adyacente. Los anillos del resorte están comprimidos. Una flecha guía la visión a la figura siguiente, la que deja implícito al soporte. La escena final muestra los anillos del resorte difuminado distendidos, seis pesas en el portapesas y debajo de éste en paréntesis, la cantidad de 120 gramos, una flecha ennegrecida indica hacia la posición de 225 mm., en línea y a la derecha de la regla graduada. Una escena intermedia se comunica por medio de una flecha tenue para la aguja de arrastre unida a un globo. En este se lee la cantidad de 60 gramos, evocando al portapesas con tres pesas. La aguja indica una posición en la regla graduada que, además, en línea con ella y a su derecha, registra la cantidad correspondiente de 135 mm.

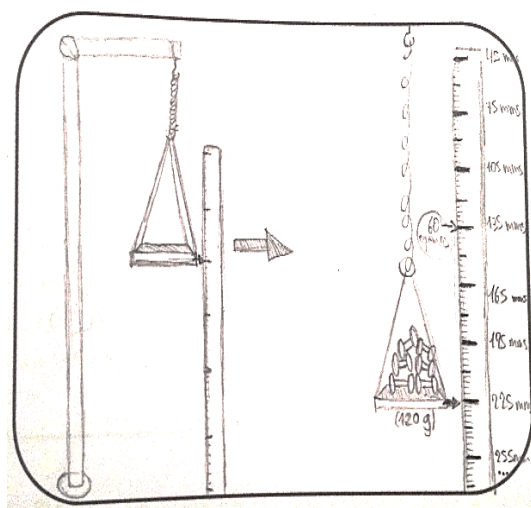


FIGURA 1. Elasticidad del Resorte
Equipo A

Herramientas. Resorte comprimido y portapesas vacío que supera en dimensiones al resorte. Resorte distendido difuminado y con detalle portapesas con seis pesas; dos tipos de flechas, tres para indicar la posición del portapesas y la cuarta para dirigir la vista a las dos escenas que siguen, unas más ennegrecidas que otras, para señalar el paso del tiempo entre las escenas. Dos reglas graduadas, la segunda añade las elongaciones de la tabla. Un globo que informa una segunda escena: la elongación correspondiente a tres pesas.

Argumentos. Se estructura la figuración con dos figuras y tres escenas, mostrando el dinamismo de la situación experimental (fenómeno y numerización) logrando una descripción figural completa del experimento.

Metáforas de base. Dos figuras, una inicial en vista general y la segunda en zoom, con tres escenas y foco en el desplazamiento del portapesas y los valores que indica la flechita, según se agregan o quitan pesas.

Caso 2.

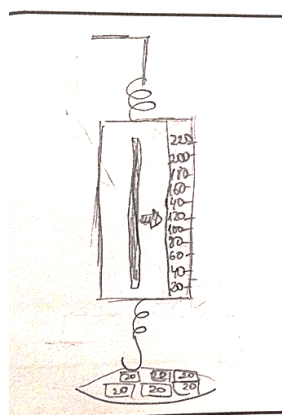


FIGURA 2. Elasticidad del Resorte.
Equipo B

Herramientas. Un portapesas en la continuidad imaginada de la figura. La figura se asemeja a una antigua pesa de resortes que fuera de uso frecuente en ferias de antaño. Un rectángulo vertical central porta una flechita móvil ennegrecida que señala en dirección a una regla graduada con cantidades que crecen de 20 en 20 desde la base hacia arriba.

Argumentos. Se estructura una figura rectangular en el centro. Sobre y bajo ella se observan segmentos del resorte, sindicándolo como esencial para determinar pesos en el rango de 20 a 220 grs. La flechita subiría conforme se le añaden pesas, a contrapelo de la elasticidad del resorte. Algún engranaje interno estaría revirtiendo el movimiento de

deslizamiento de la flechita.

Metáforas de base. El artefacto mecánico como foco de la figura. Este invisibiliza al fenómeno de elasticidad del resorte que se pretende modelar.

Desde un extremo de un soporte cuelga un resorte que sostiene un portapesas con seis pesas. Se completa la figura anteponiendo a la parte central del resorte una barra vertical con una flecha en su centro que señala 120 gramos en una regla graduada con pesos desde 0 a 220 gramos, plasmando el momento en que la balanza tiene seis pesas. El dibujo opaca la relación de esos pesos con elongaciones correspondientes en el resorte, las que, presentes en la tabla, omite en la figura.

Caso 3.

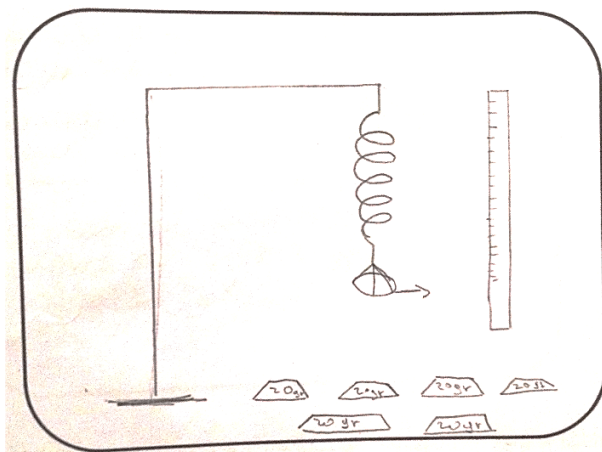


FIGURA 3. Elasticidad del Resorte. Equipo C

Herramientas. Se figuran cosas que enuncia la narración literal: soporte universal del que cuelgan un resorte y de este un portapesas, Flechita para indicar cantidades de pesos del portapesas y una regla graduada. No atienden a las acciones que se narran y que constituyen a esas cosas en herramientas de la experimentación: obtención de datos y tabla en la que se registran.

Argumentos. El equipo recupera una situación previa a la experimentación, informando insumos de esta.

Metáforas de base. Una disposición de objetos como evocación de un momento potencial de experimentación.

Se dibuja un resorte sujeto a un soporte universal, un portapesas colgando del resorte conectado a su vez con una flechita que indica a una regla graduada. La figura muestra seis pesas de 20 gramos, las más cercanas de mayor tamaño y las que se alejan del observador más pequeñas.

En la segunda actividad, los estudiantes que hicieron la Fig. 1, describen la situación en sus palabras,

Como se puede observar en el dibujo al colocar pesas en el portapesas éste va bajando hasta alcanzar 225 mms (6 pesas); y si vamos quitando pesas el portapesas

sube 30 mms por cada pesa que se quite y esto es gracias a la elongación que adquiere por las pesas y la contracción al quitarlas (las pesas).

La textualidad da cuenta de su inmersión en una acción experimental en 56 palabras, sintetizando articuladamente las 67 palabras y la tabla de la experimentación narrada original. Relacionan a cada ubicación con un número de pesas, expresando los valores con sus unidades de medida, en tanto se trata de cantidades de magnitudes. Dan forma a una narrativa literal que interpreta el fenómeno: unas propiedades físicas de elongación y contracción que no adjudican a alguna entidad del arreglo experimental y que se manifiestan de un modo reversible según se ponen o quitan pesas del portapesas. Un resorte evanescente en el dibujo y ausente en su literalidad, concurre con un deslizamiento cognitivo que acaba por constituir a la cantidad de pesas en factor causal de subidas y bajadas del portapesas. Su “ley física” sería algo como “el portapesas va bajando según se van poniendo pesas y se contrae al quitarlas. El portapesas sube 30 mm por cada pesa que se quite”.

Sigue la descripción de quienes hicieron la figura 2,

Este es un objeto que permite medir el peso en gramos de cualquier cosa que le pongan encima. Usted pone un objeto en el portapesas, el peso del objeto hace que el resorte que está conectado con el indicador se estire, mostrando así el peso.

El grupo se desplaza de la situación experimental propuesta, focalizando en el instrumento de medida de pesos que subyace al arreglo experimental. Su “ley física” podría expresar que “el objeto en el portapesas estira al resorte y el indicador conectado a este resorte, muestra una cantidad de peso en una regla graduada”. Los estudiantes significan con su ley, una covariación “cualitativa” de peso y estiramiento del resorte.

La descripción asociada con la figura 3 señala de modo lacónico “Vamos a decir que la ubicación del portapesa depende del peso”. Sintetizan la situación experimental con una dependencia de la ubicación del portapesas respecto de cada peso. El resorte jugaría un rol de fondo o de contexto en su interpretación de la situación experimental.

Conforme al propósito de la tercera actividad, a saber, que los estudiantes articulen la narración literal con la tabla de datos, un grupo responde por la posición de la flechita cuando el portapesas tiene 60 grs.: “Estaría en los 135 mms de la regla, ya que lo dice la tabla”. Aluden tanto a su figuración de la situación como a la tabla de datos, articulando nuevamente narración literal y tabla de datos. Otro grupo interpreta la narración literal articulada con la tabla, dando forma en su respuesta a su ley de covariación “cualitativa” de peso y ubicación de la flechita (estiramiento del resorte),

Quedaría en 135 mms, cuando el portapesas está vacío y se le coloca peso, este se empieza a estirar y así se puede determinar el peso del objeto y la ubicación de la flechita.

El tercer grupo, al usar la frase “Su ubicación será de 135 mms” muestra la articulación literal-tabular. Explicita su consulta a la tabla y añade que verifican la información, aunque sin detallar como lo habrían hecho, “nos dirigimos a la tabla “verificamos que la información estaba correcta”.

Conclusiones

El análisis de los desarrollos estudiantiles pone en evidencia las potencialidades de la experimentación discursiva: las actividades y su secuencia conducen a que los estudiantes vivencien un ambiente experimental con altos grados de inmersión, verosimilitud e interacción con el fenómeno y su numerización. Desde la perspectiva de Candela (1999) los estudiantes han desarrollado una actividad científica que les abrió a la elaboración de unos procesos discursivos específicos, que incluyeron sus interpretaciones sobre ciertas situaciones, sus maneras de hablar, de argumentar, de analizar, de observar, de construir con palabras (y figuras) procesos en una primera fase de inmersión en experimentos narrados.

Así la modelación discursiva se constituye en una alternativa para aulas de matemáticas, que suelen carecer de la implementación propia a un laboratorio para realizar experimentos empíricos. En el marco de actividades de modelación solicitadas por los currículos de nuestro país y de la región, los experimentos discursivos se constituyen en una herramienta didáctica pertinente para poner en escena prácticas socioescolares (Díaz, 2012) de experimentación discursiva en aulas de matemáticas.

Referencias y bibliografía

- Arrieta, J. (2003) Las prácticas de modelación como proceso de matematización en el aula. Tesis presentada para la obtención del grado de Doctor en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN, México.
- Arrieta, J., Díaz, L. (2015). Una perspectiva de la modelación desde la socio epistemología. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*.18(1), 19–48 doi: 10.12802/relime.13.1811 }
- Bruner, J. (1988). *Realidad mental y mundos posibles*. Gedisa, Barcelona.
- Candela, A. (1999). *Ciencia en el aula: los alumnos entre la argumentación y el consenso*, México/ Buenos Aires/ Barcelona: Paidós.
- Cantoral, R. (2004). Desarrollo del Pensamiento y Lenguaje Variacional, Una Mirada Socioepistemológica. En *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, Vol. 17, Tomo I, pp. 1-9. México.
- Carrasco, E., Díaz, L., Buendía, G. (2014). Figuración de lo que varía. *Enseñanza de las Ciencias. Revista Enseñanza de las Ciencias*, 32.3, pp.365 – 384.
- Connelly y Clandinin, Editores (1995). *Déjame que te Cuento*, ensayos sobre narrativa y educación. Edición en castellano. Barcelona. Laertes. 1995.
- Contreras, C. (2014). Desplazamiento de prácticas socioescolares desde una experiencia de modelación. Tesis de Profesorado en Matemática e Informática Educativa. Universidad Católica Silva Henríquez. Santiago de Chile.
- Díaz, L. (2005). Profundizando en los entendimientos estudiantiles de variación. *Relime Vol. 8, Núm. 2, julio, 2005*, pp. 145-168. doi: 10.12802/relime.13.1811 }
- Díaz, L. (2012) La perspectiva socioepistemológica y las comprensiones de la construcción y reconstrucción de saberes matemáticos. Panel de Socioepistemología. XXVI Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa. Belo Horizonte, Brasil.
- Egan, K. (1998) *Narrativa y aprendizajes. Una travesía de inferencias*. En McEwan, H. y Egan, K. (comp.), *La narrativa en la enseñanza, el aprendizaje y la investigación*. Amorrortu editores, Buenos Aires.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

- Johnson, M. (1987) *TheBody in theMind*. Chicago UniversityPress. Chicago.
- Lakoff, G. y Johnson, M. (1980). *MetaphorsWe Live By*. Chicago UniversityPress. Chicago.
- Ministerio de Educación (2012). *Matemática. Bases Curriculares 2012*. Santiago de Chile: Autor.
- Molina, M. (2006). *Desarrollo de pensamiento relacional y comprensión del signo igual por alumnos de tercero de educación primaria*. Tesis de Doctorado en Educación. Granada. España.
- Núñez, R., Lakoff, G. (2000). *WhereMathematics Comes From*. Editorial Basic Books, New York.
- Núñez, M., Zambrano, S., Díaz, L. (2017). *Figuras que comunican elementos de lo cuadrático*. Reporte de investigación en XXXI Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa. Lima. Perú.
- PISA (2015). Disponible en <http://www.oecd.org/pisa/data/2015-technical-report/>
- Wertsh, J. (1993). *Voces de la mente. Un enfoque socio cultural para el estudio de la Acción Mediada*. Madrid: Visor Distribuciones.