

## **Relatos para Mechones y Profesores de Ciencias e Ingeniería. Un Aporte a la Movilidad Social.**

Vicente Sandoval Rojas, Universidad Católica de Temuco, [vsandova@uct.cl](mailto:vsandova@uct.cl)

Emilio Cariaga López, Universidad Católica de Temuco, [ecariaga@uct.cl](mailto:ecariaga@uct.cl)

### **RESUMEN**

El presente trabajo es parte de un Proyecto de Innovación a la Docencia recientemente adjudicado en la Universidad Católica de Temuco, que toma en consideración la interdisciplinariedad. Tiene como propósito principal fortalecer conceptos, y competencias genéricas y específicas fundantes de las Ciencias Físico-Matemáticas e Ingenieriles para el logro de Resultados de Aprendizaje en cursos de matemáticas y física de primer año de Facultades de Ingeniería. Se espera como medio, para el logro del propósito, escribir un libro de relatos, que validado por sus pares, y dirigido a profesores del tema pueda ser publicado con su correspondiente ISBN. La característica esencial de los relatos es que ellos contengan una hibridación entre productos de la actividad académica-docente y la actividad literaria en su género narrativo. La ponencia en el Congreso busca por una parte retroalimentación de pares, y por otra, formular una invitación a sumarse al proyecto.

Los autores conociendo el placer estético de la literatura, pretenden utilizar el poder sugestivo y evocador del lenguaje para producir en el estudiante un goce estético que lo emocione de un modo particular para producir aprendizajes. A modo de ejemplo en el desarrollo mostrará fracciones de un relato que apunta hacia la noción inicial de modelado matemático.

**PALABRAS CLAVES:** Relato literario, Modelado matemático, Relatos y aprendizaje en ciencias.

### **INTRODUCCIÓN.**

Ya en enero del año 2008 el Decano de una Facultad de Ingeniería de ese entonces se atrevió a declarar que se encuentran estudiantes de primer año de las carreras de ingeniería en Chile que en algunas situaciones no han sabido responder al cálculo de un porcentaje. Lo anterior no es un hecho aislado, uno puede mostrar controles que rinden los estudiantes en los cuales no han sabido aislar una variable en una ecuación algebraica, como así también no alcanzar un Resultado de Aprendizaje como el siguiente: “Formula modelos físico matemáticos, de manera autónoma y en equipo, resolviendo las ecuaciones que de allí se obtienen en el contexto de la vida cotidiana y de procesos industriales asociados al álgebra y Mecánica de Newton” Creemos que lo dicho entonces tiene plena vigencia hoy. Los índices de retención, y deserción de algunas carreras de ingeniería aún hablan por sí mismos a este respecto.

Los autores de este trabajo, conociendo el placer estético de la literatura, pretenden utilizar el poder sugestivo y evocador del lenguaje para producir en el estudiante un goce estético que lo emocione de un modo particular para producir aprendizajes. Se pretende hacer uso consciente de la palabra para montar, por así decirlo, sobre estas, la construcción de conocimientos fundantes en Matemática y Física. En el desarrollo de este trabajo mostraremos el inicio de un relato literario donde los personajes discuten sobre el concepto de modelado matemático.

El objetivo general del proyecto consiste en generar un libro de relatos literarios como un recurso efectivo a la mano para fortalecimiento de competencias básicas matemáticas y físicas.

Sus objetivos específicos son 1.- Generar relatos literarios en el cual los personajes son inducidos, por momentos, a discutir concepto fundantes de las ciencias como parte del mundo que se les hace vivir. 2.- Formar una masa crítica de académicos de ciencias e ingeniería y/o ciencias tecnológicas comprometidos con la escritura de un relato literario con apoyo de especialistas del área de las letras. 3.- Poner a prueba los relatos a una muestra de estudiantes, y difundir sus resultados.

Durante la ponencia se planea invitar a otros académicos a contribuir con un relato para la versión impresa o digital del libro.

## DESARROLLO

### Fracción del primer relato:

*Antes que aparecieran las primeras luces del alba Carlita estaciona su camioneta frente a la casa de Pedro, y con un bocinazo hace saber a éste que le espera para salir a cumplir con su práctica en terreno de una faena agrícola, para así dar cumplimiento a una de las exigencia de egreso de su carrera de Ingeniero. Pedro asomándose a la ventana le pide que le dé tiempo ya que aún no ha desayunado. Carla un tanto molesta detiene el motor y comienza a repasar las actividades y protocolo a realizar durante el día. Han de utilizar un tractor para remover la tierra de una siembra en la localidad de La Rinconada distante a 3 horas de viaje por una ruta que no conocen debiendo regresar antes de que anochezca. A Carla le molesta la actitud de Pedro que a consecuencia de carretear hasta tarde la noche anterior le tocará a ella manejar.*

*Después de relatar detalles del viaje finalmente llegan al lugar de la faena. Pedro toma la conducción del tractor. De pronto una señal del tablero le anuncia que el radiador está perdiendo agua. De inmediato detiene el motor. Carla saltando como una laucha va hacia la parte delantera y observa una fuga en la parte baja de este componente. Carlita quiso usar uno de sus dedos para detener el escurrimiento, pero notó que el agua estaba muy caliente y se podría quemar, —¿qué hacemos le pregunta a Pedro?, Pedro le dice— busquemos un palito para colocarlo a presión,— estás loco le dice Carla con el palito podemos agrandar más el hoyo, —entonces un chicle,— ¡Un chicle menso! exclama ella, ese se derretirá, mejor—trae la caja de herramientas, —tal vez allí encuentres algo, —si aquí hay algo que nos puede servir es silicona para empaquetadura de motor dice Carlita, —tráela le dice Pedro, pero antes lee que temperatura aguanta, y si se puede usar a temperatura cercana a los 100 °C. La reparación fue momentánea, la solución fue pedir un radiador nuevo por teléfono al dueño del fundo, no obstante necesitaban conocer la capacidad de éste—Carlita exclama, utilizaremos la matemática y la formulación de modelos que estamos aprendiendo en física para resolver el problema— ¡ja ja ja ¡ ¿cómo dijiste?. Resolveremos el tema de la capacidad del radiador con papel y lápiz, ¿no fue así como se descubrió Plutón?, —si pero, guardemos las proporciones dice Pedro.*

*—¡Haber! dice Carla al radiador le queda un sexto de su capacidad y como le hemos agregado 10, 5 litros, que teníamos en el bidón, y quedo a  $\frac{3}{4}$  de su capacidad entonces:*

$$\frac{1}{6}V + 10,5 = \frac{3}{4}V$$

*— ¡Ya está!, —hemos asociado objetos matemáticos a un contexto, hemos pensado que es lo que no cambia, lo que se mantiene constante: —El agua que tiene el estanque más lo que se le vierta debe ser igual a lo que tiene después de haber realizado el proceso—. —¡Eso es*

todo!.— ¡Ahora es “papita”!, solo hay que hacer una pequeña manipulación algebraica y ya tendremos una predicción. Pero antes escribamos la ecuación de la forma:

$$\frac{3}{4}V = \frac{1}{6}V + 10,5$$

–Transponiendo términos.

$$\frac{3}{4}V - \frac{1}{6}V = 10,5$$

Con lo que:

$$\frac{7}{12}V = 10,5$$

–Desde aquí,

$$V = \frac{12}{7} \times 10,5$$

Con lo que finalmente encontramos que:

$$V = 18 \text{ Lts.}$$

Mientras esperan la llegada del radiador, cuya capacidad han podido predecir, Pedro dice a su compañera—Carlita, tenemos tiempo suficiente, por ello — ¿podrías ayudarme con un problema que tengo en la práctica de invernaderos? Mira, se trata de lo siguiente:

— En el campo de don Alejo Carrillo hay un invernadero con un volumen que ya he calculado  $V = 240 \text{ m}^3$ . El suelo interior es rectangular y tiene 12 m de largo por 8 m de ancho. Sin embargo no toda la superficie se utiliza para cultivo, pues éste debe quedar distanciado de las paredes una distancia  $x$ , de modo que la superficie efectiva es, (ver figura N°1):

$$S_e = (12 - 2x)(8 - 2x) \tag{1}$$

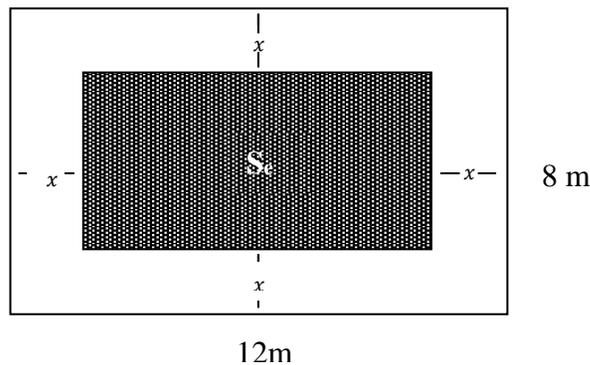


Figura N° 1. Graficas cuya parte achurada es la superficie efectiva de siembra  $S_e$ .

—El Paper que leí dice que la siembra de la variedad de tomates que hemos elegido exige que exista una relación superficie efectiva versus volumen del invernadero de 1:3 (uno es a tres), esto es:

$$\frac{S_e}{V} = \frac{1}{3} \quad (2)$$

—Con estos datos debo determinar el valor de  $x$ , es decir, la distancia que debe quedar entre la siembra y las paredes del invernadero para que se cumpla la relación establecida.

—Si Pedro, te puedo ayudar pero antes quiero que tú lo intentes. ¿De acuerdo?— De acuerdo repitió Pedro.

—Un detalle, no menor, dice Carlita, —recuerdas que el profesor de Física, nos advirtió, que en esto de modelado, siempre vamos a estar realizando razonamiento por cociente. —Fíjate que ya en el problema anterior esto está involucrado al decir que debe existir una relación superficie efectiva versus volumen del invernadero de 1 es a 3. El director de carrera nos dijo en la primera reunión que nuestra especialidad esta “infectada”, por así decir, de magnitudes construidas a través de razonamiento por cociente. —Observa: Rendimiento en una cosecha de trigo; quintales por hectárea, todos los porcentajes, indicadores como: Tasa de retención en primer año, Tasa de aprobación, Tasa de deserción, concepto de Caudal, Rendimiento de una maquinaria, Eficiencia energética, Eficiencia, y Eficacia. —en fin son muchos, claro está, unos más importantes que otros.

Haber dice Pedro, volviendo al tema del invernadero, si estoy entendiendo; al llevar la ecuación (1) a la (2) obtengo:

$$\frac{(12-2x)(8-2x)}{240} = \frac{1}{3} \quad (3)$$

—¡Bien!, exclama Carlita, has creado el modelo, ahora la siguiente etapa es manipularlo, resolviendo la ecuación, con lo que obtendrás como producto la predicción para el valor de  $x$ .

—Entonces dice Pedro, de la ecuación (3) y usando mi calculadora obtengo que:

$$x_1 = 9,582575695 \text{ m}$$

$$x_2 = 0,417424305 \text{ m}$$

—¡Bien! exclama de nuevo Carlita, ahora te queda hacer análisis.

La respuesta o solución es  $x_2$  ya que el valor de  $x_1$  no corresponde a la realidad, ya que ese valor supera el ancho del invernadero lo cual no puede ser, solo es parte del modelo, dice Pedro. ¿Te quedarías entonces con  $x_2$ ?, pregunta Carlita. —Si responde Pedro. —Tu análisis es incompleto, dice Carla  $x_2$  aún es parte del modelo no de la realidad. ¡Ya!, exclama Pedro para el invernadero basta la precisión al centímetro, con lo que mi respuesta, siguiendo la costumbre anglosajona, es:

$$x_2 = 42 \text{ cm}$$

La siembra debe quedar a 42 cm de la pared del invernadero. Esa es la realidad.

*¡Bien Pedro, ves que aprendes rápido!, exclama Carlita.*

*—A propósito de conceptos en modelado, Dice Carla, te recuerdas que en uno de los primeros laboratorios de Física fuimos sometidos a tres experiencias concretas;—la primera, cuando con un termómetro en la mano avanzamos en invierno, por un pasillo hacia una estufa encendida y se nos pidió que por cada metro de avance hacia la estufa midiéramos la temperatura ambiente, —la segunda que desde el subterráneo de un edificio de 10 pisos registráramos la temperatura ambiental piso a piso,—la tercera y la última, medir la salinidad del agua a cada centímetro, acercándonos a un bloque de sal colocado al extremo de una tina con agua. Luego, después del registro, el profesor nos pidió que para el otro día le dijéramos, que tenían de común las tres experiencias. —¿lo recuerdas?, —Si contestó Pedro, pero no le encontré la gracia. — ¡¿Cómo?!, exclama Carlita, para mí fue fundamental, —Allí por primera vez entendí el concepto de **Gradiente**, que después los divos y divas de matemáticas te lo formalizan.*

*Por otra parte, la velocidad, la aceleración, las derivadas, son magnitudes construidas a través de razonamiento por cociente. Un compañero de quinto, me contó que gracias al estudio de la cinemática con eso de la velocidad le fue muy bien en un problema de Economía. —¡Ah!..., ¿cómo es eso contesta Pedro. —Bueno te lo contaré otro día. —*

*—Volviendo al tema de los modelos dice Carlita, —conviene que tengas en cuenta la siguiente definición que bien recuerdo de memoria: “Un modelo científico es una representación provisoria, perfectible e idealizada de una entidad o fenómeno físico. Es una entidad abstracta, una representación simplificada de un hecho, objeto, fenómeno, proceso, realizada con la finalidad de describir, explicar y predecir. Se trata de una construcción humana utilizada para conocer, investigar y comunicar.” (Raviolo, Ramírez & López, 2010)*

*Carlita prosigue, — no se debe confundir la representación con la realidad, la realidad no es nunca superficial, la esencia de la realidad puede estar oculta ante nuestros ojos y a medida que avanzamos en la perfección de nuestros modelos nos acercamos a ella pero nunca será la realidad, no obstante son útiles.*

*El profesor Emi, un día nos presentó la siguiente situación: —A un mueblista se le pide construir una mesa de un metro de lado. El cliente recibe la mesa y para verificar si está bien construida verifica el valor de las diagonales usando una cinta métrica con precisión al milímetro.—la pregunta que nos formuló el profesor fue:—¿cuánto deberá medir la diagonal?. Para responder a esta pregunta, nosotros asociamos un objeto matemático en nuestro intento por modelizar, este resultó ser el teorema de Pitágoras, resulta elemental darse cuenta que la ecuación que allí se genera nos da que la diagonal  $D$  será:*

$$D = \sqrt{L^2 + L^2}$$

*Esto es:*

$$D = L\sqrt{2}$$

*Y como  $L = 1m$*

$$D = \sqrt{2} m$$

—Pregunta Carlita, ¿es este el valor de la diagonal?. Pedro responde afirmativamente confundiendo nuevamente el modelo con la realidad. No obstante a esta altura percibe el logro de un aprendizaje para responder que para el cliente la realidad es una diagonal cuyo valor será 1,414 m y no raíz de 2.

El relato prosigue con la llegada e instalación del estanque, la continuación de la faena, la interrupción por falta de iluminación, la búsqueda de agua para un buen baño, y el regreso a la camioneta donde deben pasar la noche.

Una noche estrellada en el campo es maravillosa dice Carlita, más aún si es con luna llena, mi madre me decía cuando niña que en la luna está la imagen de la virgen María montada sobre un burrito llevando en brazos a Jesús camino a Belén, eso no lo he olvidado nunca, cuando tenga hijos les contaré la misma historia, el recordarlo es siempre una fuente de emoción.

—Pedro ¿me puedes contar cuál fue el día más hermoso y el día más triste de tu vida.? — Sí, ¡el más hermoso!, fue en una ocasión a los 10 años, en que desperté de un sueño horrible. —pero si era un sueño horrible, ¿cómo va a ser el día más hermoso?, dice Carlita. —¡No, espera!.., mis padres me sintieron llorar y aceptaron que me fuera a la cama de ellos, me acosté cucharita con mamá abrazado a su cuerpo con mi mano sobre uno de sus senos allí podía sentir el latir de su corazón no sé cuánto tiempo estuve así, tal vez mi memoria recordaba mi estancia en el vientre materno, te juro fue algo maravilloso que no se volvió a repetir. —6 meses más tarde mi mamá muere de cáncer. —¿ese fue el día más malo en tu vida? pregunta Carlita. —No, ocurrió cuando tenía 12 años dice Pedro. —como mi padre no podía con todos los hermanos me llevó a estudiar a la ciudad más cercana, un día me dijo que me había encontrado una pensión y que el próximo sábado me iría a dejar, y en efecto, preparé mi maleta con mis cosas personales entre ellas una foto de mi madre y otra de la familia. —salimos en el cacharro de mi padre. Cruzamos la ciudad a eso de las 6 de la tarde pasamos por el colegio donde debería presentarme el día lunes y luego a diez cuadras, me mostró la pensión. Era una casona que estaba al fondo de un sitio descuidado. Mi padre me dijo aquí te dejo hijo. La señora dueña de casa te está esperando. Entré con mi maleta, toqué la puerta y una señora con cara de mandona me guía hacia una habitación y me dice. —te estamos esperando porque tenemos que salir, te quedarás solo hasta mañana domingo por la tarde, puedes utilizar la cocina, si tienes hambre te preparas de lo que hay en el refrigerador. —yo me senté al borde de la cama y cuando se fue la familia, lloré mucho mientras contemplaba la foto de madre, esa noche y el domingo constituyó el día más triste de mi vida. —Pedro nunca le has contado esto a nadie, — a nadie responde Pedro. — y a tu polola o pololas, — no, pareciera que el sexo mata el amor, contestó. —Ya conversaremos sobre eso le mas tarde responde Carlita. Al escuchar la narración de Pedro, Carlita se dice,— que grandes prejuicios he tenido hasta el día de ayer sobre mi compañero, y recordó los consejos de su madre, búscate un novio que haya sufrido, pues donde hay sufrimiento hay tierra eterna. En eso Pedro la interrumpe, — y tú Carlita ¿me contarás cual fue el día más hermoso y el más triste.? Por algún extraño mecanismo Carla sintió confianza en Pedro, y tomándole una mano le dice, —prométeme que lo que hoy te contaré no se lo cantarás a nadie. —si alguna virtud tengo es que se guardar secretos, dice Pedro. Carlita, calló por un momento, —quisiera borrarlo de mi memoria, cuando aquello ocurrió me quise suicidar, pero no tuve fuerzas. Pedro guardó silencio pasaron varios minutos, comprendiendo que era algo muy personal no volvió a preguntar. Carlita se aleja y se apoya sobre una de las ruedas grandes del tractor, luego con los ojos llenos de lágrimas pero sin arrugar ningún músculo de su cara le dice a su compañero. —Ocurrió cuando estudiaba Pedagogía en Física, esa era mi verdadera vocación, y me iba muy bien, hasta que un fin de

*semana se realizó una fiesta en casa de una compañera que había quedado sola pues sus padres habían salido de vacaciones. —¡Aperitivo, choripán, y mucho trago!. —allí acepté el desafío de una compañera de tomarme un trago al seco. —después no es mucho lo que recuerdo, perdí la conciencia y desperté al otro día en mi cama, estaba sucia, muy sucia, de cuerpo y alma. —Temí haber quedado esperando sin saber quién sería el Padre de lo que se gestaría en mi vientre. Me duché mucho, mucho rato, —nunca experimenté un dolor tan grande en mi alma. —Ese día camine mucho por la ciudad sin ningún rumbo fijo mordiendo mi peña y a eso de la 16 horas me interné por un camino de tierra caminado muchos kilómetros hasta llegar a un riachuelo, me senté sobre el tronco de un árbol caído le recé al buen padre pidiendo perdón y que me ayudara a no cometer nunca más aquel error. Después nuevamente lloré mucho hasta que de improviso fue hacia mí un pequeño cachorrito de raza labrador. De alguna manera aquel pequeño animalito debió haber comprendido mi pena porque sin los juegos típicos de perrito nuevo dejo que lo tomara en mis brazos, lo acurruque siendo yo la que buscaba refugio en él, y éste, los árboles, el sonido del agua y los últimos rayos de sol parecen haber conspirado para un momento mágico en que pese a mi dolor me sintiera parte de la creación. Cuando ya casi oscurecía salí al camino. Ante un llamado lejano el cachorrito se fue de mi lado mientras un auto con una señora y un señor quisieron detenerse junto a mí, pero siguieron de largo, no obstante como a unos 100 metros se detuvieron y colocando luces intermitentes, me esperaron, yo corrí hacia ellos. La señora me ofreció llevarme y acepte. Ella me preguntó que pasa hija por qué caminas casi de noche por un camino tan peligroso para una chica. No respondí nada, imagino que adivinaron que una gran pena me consumía. Ella se limitó a decir, paciencia hija ya vendrán tiempos mejores, Luego me dejaron en medio de la ciudad. Le di las gracias y volví a casa. —Pasó el tiempo y afortunadamente no quedé esperando. Nunca más regresé a mi carrera, —me desaparecí. A mis padres les mentí, tengo mucho miedo de contárselo, tal vez comprenderían pero sufrirían mucho. — por eso Pedro le tengo miedo al alcohol, y lo evito. — Yo también he tenido problemas con el trago dice Pedro, pero creo que estoy aprendiendo. —un profesor me explicó dice Pedro, que en el efecto del alcohol se da la lógica del tercer incluido, esto es, si alguien afirma: “el alcohol es malo para los seres humanos” el juicio no es verdadero ni falso en sí, el tercer incluido es que pueda ser cualquiera de las dos posibilidades, dependiendo del sujeto y las circunstancias, sería distinto si el juicio fuera: “el alcohol en exceso es malo para los seres humanos”, aquí se da el tercer excluido. —Es lo mismo que pasa con la dualidad onda-partícula en la física, dice Carlita.—Allí se descubrió el poder de las circunstancias. Y el vivo de Ortega y Gasset construye toda una filosofía en torno al poder de las circunstancias. —¡Caramba Carlita! exclama Pedro, - pareces una veterana. —bueno, tengo mis años, este es mi segundo intento de obtener un título universitario, son 26 años y — tú eres un pichón, le dice Carlita a Pedro. —No tanto responde éste.*

*El relato continua con una yuxtaposición de un convivir fraterno al pasar la noche en la camioneta que mezcla lo pasional y la formación valórica de los protagonistas. La mañana siguiente dan término a la faena y ya al medio día son visitados por una pareja de la tercera edad, don Rigo y Yuli, quienes después generarse un ambiente de confianza invitan al almuerzo a los protagonistas.*

*Don Rigo ex profesor una facultad de ingeniería fortalece en Pedro la internalización del concepto de modelado usando como contexto la aplicación de las leyes de Newton.*

*El relato termina con el regreso de los protagonistas y una despedida llena de emoción por el aprendizaje logrado que fue más allá de lo meramente cognitivo.*

## RESULTADOS

1. El proyecto de innovación a la docencia presentado a comienzos del 2017, fue aprobado tanto por evaluadores internos, como externos a la Universidad Católica de Temuco.
2. El primer relato en extenso, con más de 30 páginas aún en versión borrador, fue presentado a colegas de la Facultad de Ingeniería con la generosidad de estos de leerlo y hacer sugerencias, correcciones, y palabras de estímulo para continuar con el proyecto.
3. Fue leído por 4 estudiantes de ciencias e Ingeniería recibiendo de ellos comentarios positivos.

## CONCLUSIONES

- I. Se trata de un proyecto en ejecución financiado por la Dirección de Docencia de la Universidad Católica de Temuco.
- II. Es importante familiarizar al estudiante con el modelado matemático lo antes posible, de modo que éste adquiera:
  - 1.- La costumbre de asociar objetos matemáticos a la realidad en estudio.
  - 2.- La costumbre de obtener productos del modelado con la calidad de predicción que puede contrastar con la realidad.
  - 3.- La habilidad de practicar el análisis como actividad cognitiva taxonómica.
  - 4.- La habilidad de parametrizar la formulación de modelos lo cual potencia el análisis que relatos posteriores a construir deben considerar. Ejemplo; usar parámetros para el volumen, para el largo, y para el ancho del invernadero del relato visto en el desarrollo.
  - 5.- Dar contextualización a la noción y ejercitación del tema límites en matemáticas.
  - 6.- La habilidad de formular modelos transitando de lo concreto a lo abstracto, y de lo simple a lo complejo, esto es, partir generando modelos a partir del nivel de complejidad mínimo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores del libro agradecen a: la Dirección General de Docencia (DGD), a la Unidad Proyectos de Innovación a la Docencia PID , al Decanato de la Facultad de Ingeniería, al Departamento de Ciencias Matemáticas y Físicas, de la Universidad Católica de Temuco

## REFERENCIAS

- García Pilar. (2005), "Enseñar Ciencias en el Nuevo Milenio, Quintanilla, Aduriz-Bravo, Editores.
- Sandoval V. ( 2014 ) La Modelación una propuesta para el aprendizaje de la Física. Extraído de: <http://www.ici.ubiobio.cl/ccei2007/papers/91.pdf>.
- Perich D. (2008) "Las Aventuras Matemáticas de Daniel", [www.editorialimpacto.cl](http://www.editorialimpacto.cl)