

# El Tratamiento de Fenómenos Físicos para Aprender Matemáticas

Pericles Ramírez y Gildardo Cortés

CETis No 116, Universidad Autónoma de Guerrero

México

pericles\_r@hotmail.com, gildardo\_59@hotmail.com

Socioepistemología – Nivel Medio

## Resumen

La Historia de la ciencia muestra la íntima relación entre la física y la matemática y cómo en nuestros días esta relación, en el ambiente escolar, se ha ido perdiendo. Nuestro planteamiento intenta recuperar el papel de la experimentación en el aula. Proponemos diseños de aprendizaje basados en prácticas de modelación de fenómenos físicos, para que alumnos construyan conocimientos con significado. En el documento damos evidencia de cómo este planteamiento puede ser posible. La investigación es desarrollada, adoptando la perspectiva teórica llamada Socioepistemología y la metodología empleada es sustentada en la Ingeniería Didáctica.

## Introducción

La modelación de fenómenos es una práctica poco usual en el aula. Históricamente observamos que esta práctica, se ejerce en los laboratorios experimentales en diferentes áreas de la ciencia, pero pocas veces en el salón de clase. Nuestro interés en este trabajo es reportar los resultados de la puesta en escena de un diseño de aprendizaje basado en prácticas de modelación que hemos llamado la “guía secuencial”. Este diseño fue elaborado con el propósito de aportar elementos de cómo los estudiantes construyen su conocimiento matemático en el ejercicio de la modelación, acorde a la línea de investigación donde se inscriben las prácticas sociales y la construcción social del conocimiento, es decir la Socioepistemología.

El escenario fue el CETis 116 en Acapulco, Gro., México. Definimos la investigación sin perder de vista el entorno, el tiempo, escenarios y actores sociales, las problemáticas concretas y las perspectivas teóricas generales.

Inicialmente, nos cuestionamos acerca de cómo los estudiantes construyen conocimientos matemáticos en el contexto del aula de física. Con ello, nos fijamos en la actividad de los estudiantes alrededor de la modelación de fenómenos relacionados con el *trabajo* físico y reportamos cómo los estudiantes construyen una caracterización de lo que es llamado trabajo en física y cómo obtienen modelos lineales con el mismo, empleando la distancia y la fuerza. Observamos cómo los estudiantes al tiempo de construir términos como trabajo, diseñan modelos. Desde esta perspectiva, consideramos que las actividades duales (física-matemática) de modelación de fenómenos, tienen una intención explícita, el desarrollo de procesos de matematización en el laboratorio para generar conocimiento matemático y, paralelamente, aprender física en el aula.

La perspectiva que asumimos es la Socioepistemología y la metodología empleada es la Ingeniería Didáctica, adecuándola a nuestra perspectiva. Estas adecuaciones provienen de

considerar no los objetos matemáticos, sino las prácticas de modelación como la base de los diseños. De esta manera, tomamos como guía los diseños de las secuencias que presentan Arrieta (2003) y Cortés (2003), donde aparecen diseños basados en prácticas de modelación. En el esquema de la figura 1, se presenta una visión estructural de los diseños de aprendizaje que se proponen en este trabajo como “guía secuencial”, que muestra la relación entre las diferentes actividades propuestas.

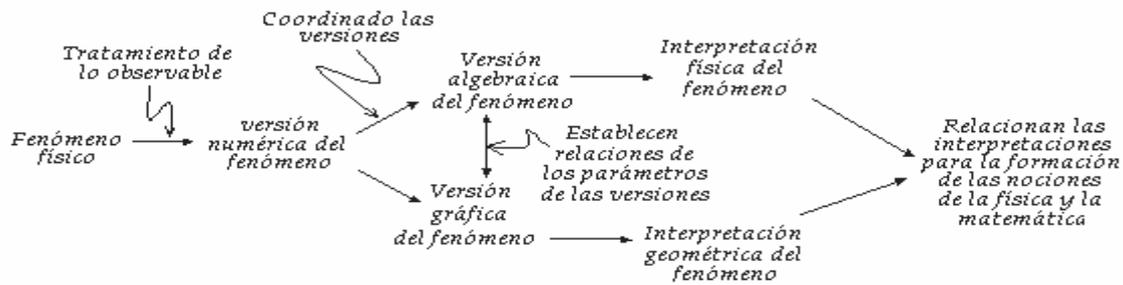


Figura 1. Esquema acerca del diseño de las secuencias de aprendizaje

### Una experiencia de modelación

Diseñamos una situación de aprendizaje, en la puesta en escena participaron 24 estudiantes del CETis 116 de la especialidad de computación. Los grupos se dividieron en seis equipos (mesas de trabajo) de cuatro estudiantes, así como dos profesores, uno de matemáticas y otro de física, con la intervención de los investigadores G. Cortés y J. Arrieta. Se utilizaron dos cámaras fijas y una móvil para tener una imagen completa del escenario.

El diseño se dividió en tres fases, la primera “el trabajo”, la segunda fase, “la confrontación entre el trabajo físico y el trabajo cotidiano” y, por último, “la experimentación”.

Las actividades de la fase I, responden a una etapa donde se discuten las diferentes concepciones acerca de lo que es el trabajo en diferentes escenarios. Esta fase consiste en analizar individualmente y discutir cada una de las situaciones planteadas a los estudiantes. Los integrantes de la mesa anotaron su conclusión individual en una hoja y, por separado, la conclusión del equipo. Posteriormente la conclusión grupal fue consensuada entre los integrantes de las demás mesas de trabajo.

La discusión en la mesa de trabajo uno se muestra esquemáticamente en el siguiente cuadro. La posición de Deysi (representante de la mesa de trabajo1) se manifiesta en el consenso general de su mesa.

|           |   |   |   |
|-----------|---|---|---|
| Situación | Si un trabajador desplaza un bulto cien metros y le pago \$100.00, ¿Cuánto le pagaría, si sólo lo desplaza 50 metros?, ¿Cuánto si lo desplaza 10 metros?, ¿Cuánto se lo desplaza 200 metros?, ¿Por qué? |   |   |
|           | <i>Si lo desplaza 50 m</i><br>$d = \$$<br>$\therefore 50 m = \$50.00$   | <i>Si lo desplaza 50 m</i><br>$d = \$$<br>$\therefore 50 m = \$50.00$ | <i>Si lo desplaza 50 m</i><br>$d = \$$<br>$\therefore 50 m = \$50.00$ |
| ¿Por qué? | <i>Como cada metro es igual a \$1.00, quiere decir que la distancia que recorre el hombre es igual a lo que le pagan.</i>   |   |   |

La segunda secuencia consistió en la pregunta, *¿Cómo calcularías el trabajo que realiza un hombre que transporta cien kilos de cemento una distancia de 30 metros?*

El consenso de la mesa de trabajo uno, se muestra en el siguiente cuadro

| Situación | Datos:  | Fórmulas  | Procedimientos   |
|-----------|---|---|--|
|           | $m = 100 \text{ kg}$<br>$d = 30 \text{ m}$<br>$T = ?$ | $T = F \cdot d$<br>$F = m \cdot a = W = m \cdot g$<br>$F = m \cdot g$ | $T = F \cdot d$<br>$T = (980 \text{ N}) (30 \text{ m})$<br>$T = 29.400 \text{ J}$                            |
|           |   |   | $F = (100 \text{ kg}) (9.8 \text{ m/s}^2)$<br>$F = 980 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$<br>$F = 980 \text{ N}$ |

La siguiente actividad, corresponde a la fase II, consistente en “La confrontación entre el trabajo físico y el trabajo cotidiano”. El objetivo de esta fase es analizar individualmente, y discutir el concepto de trabajo en todas sus connotaciones. Cada integrante de la mesa anotó su conclusión individual en una hoja.

Algunas opiniones acerca de la interacción en esta fase, están expresadas en los siguientes cuadros, con sus respectivas preguntas.

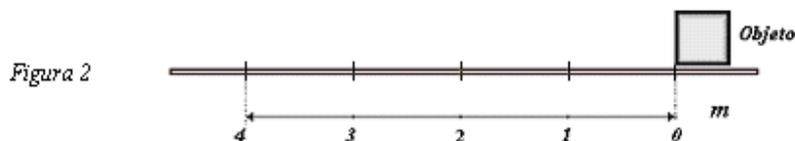
|           |   |
|-----------|---|
| Situación | ¿Es trabajo lo que hace un profesor cuando da su clase?   |
|           | <i>Si, porque el ser maestro es un trabajo en cuanto a su profesión, enseñarnos a comprender, analizar diferentes situaciones.</i>                            |
|           | <i>No, porque en la física, el profesor no aplica ninguna fuerza, pero si recorre una distancia.</i>  |
| Situación | ¿Es trabajo, no desplazar el objeto después de aplicarle una fuerza?  |
|           | <i>No, no es trabajo, porque trabajo sería cuando está desplazando el objeto y aplicando una fuerza hacia él; pero el objeto ya está inmóvil o en reposo.</i> |
| Situación | ¿Es trabajo, si alguien carga una viga?   |
|           | <i>No, porque aquí no se está dando una altura o una distancia, aquí nada más se dice que está cargando un peso o que está aplicando una fuerza.</i>          |

La tercera fase de la guía secuencial es “La experimentación”. En esta parte del diseño de la guía secuencial, el objetivo consiste en que “los actores experimentan situaciones de trabajo desarrollando sus sentidos en correspondencia con las ideas confrontadas”. En esta fase se diseñaron dos actividades.

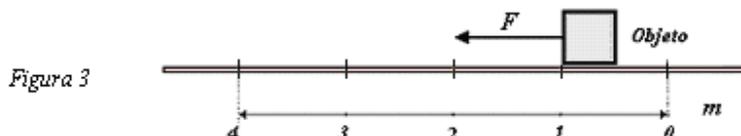
La actividad 3 consiste en la interacción de los estudiantes y los profesores entorno a la manipulación de los instrumentos de medición y realizar anotaciones sobre sus observaciones, interactuando con el profesor activamente, para familiarizar a los estudiantes con el material de trabajo.

Se pidió a los estudiantes participaran en la siguiente actividad.

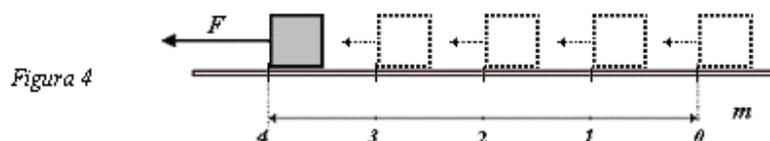
Sobre una superficie horizontal (piso) dibuje una línea recta y, sobre ella, haga una marca a cada metro y enumérelas del cero al cuatro, como lo muestra la *figura 2* (como si fuera una regla graduada gigante). Coloque en la primera marca (0) un objeto cuyo peso ( $w$ ) esté en  $1 \leq w \leq 3$  kg sobre nuestra regla gigante.



Desplace el objeto hasta la segunda marca (1), como lo muestra la figura 3, haga un registro de las observaciones para su análisis.



Repita esta acción cinco veces hasta lograr mover el objeto de manera uniforme, posteriormente repita el procedimiento hasta la tercera marca, y así sucesivamente desplace el objeto, hasta las demás marcas, como lo muestra la figura 4.



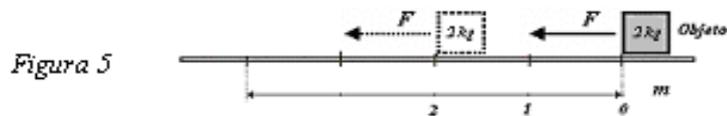
Actividad 4. La puesta en escena de la guía secuencial, consiste en que “Los integrantes del equipo deben repetir el experimento realizado en la actividad 3 (desplazar el objeto 1 m., observar lo que ocurre cuando se aplica una fuerza uniforme, y anotar lo observado en el fenómeno), utilizaron para tal efecto el dinamómetro, y objetos cuyos pesos deben tener el recomendado (peso de 2 kg., 3 kg., 4 kg., 5 kg., y 6 kg.), hacer el experimento lo más fiel posible a la fase de familiarización, es decir, la fuerza que apliquen sea uniforme, después desplazarlo 2 m., luego 3 m., hasta llegar a 4 m.; organicen dichas mediciones”. Los resultados de la primera parte de esta actividad se muestran en los siguientes cuadros.

| Situación        |             |               | ¿Qué características encuentras en los datos observados?            |
|------------------|-------------|---------------|---|
| <i>Distancia</i> | <i>Masa</i> | <i>Tiempo</i> | <i>Que la fuerza y la velocidad actúan para que el tiempo varíe</i> |
| 1 m              | 2 kg        | 1.75 s        |   |
| 2 m              | 2 kg        | 2.64 s        |   |
| 3 m              | 2 kg        | 3.31 s        |   |
| 4 m              | 2 kg        | 4.21 s        |   |

| Situación | ¿De qué otra forma organizarías a los datos?                 |
|-----------|--|
|           | Con gráficas!!   |
| Situación | ¿Cuál es el valor del trabajo, cuando la distancia sea 10 m? |

|  |   |
|--|---|
| <p>Datos:</p> $T = F \cdot d$ $F = m \cdot a \quad d = 10m$ $a = \frac{v}{t} \quad m = 2kg$ $v = \frac{d}{t} \quad t = 2.9s$ $T = ?$ | $v = \frac{10m}{2.9s} = 3.44 \frac{m}{s}$ $a = \frac{v}{d} = \frac{3.44 \frac{m}{s}}{2.9s} = 1.18 \frac{m}{s^2}$ $F = m \cdot a \quad T = F \cdot d$ $F = (2kg)(1.18 \frac{m}{s^2}) \quad T = (2.3N)(10m)$ $F = 2.3N \quad T = 23.7J$ |
| Situación  | ¿Cuál es el valor de la distancia, cuando el trabajo es 100?  |
| <p>Datos:</p> $T = F \cdot d$ $T = 100J$ $F = m \cdot g$ $d = ?$ $m = 2kg$   | $F = m \cdot g \quad T = F \cdot d$ $F = (2kg)(9.8 \frac{m}{s^2}) \quad d = \frac{T}{F}$ $F = 19.6N \quad d = \frac{100Nm}{19.6N}$ $d = 5.1m$   |

Las cuestiones planteadas en la segunda parte se muestran en los siguientes cuadros, los integrantes de las mesas de trabajo arrastraran el objeto una distancia de dos metros, cuya masa sea 2 kg., como se muestra en la figura 5 (procurar que al arrastrar el objeto el indicador de la fuerza en el dinamómetro este fijo, que no se mueva), repetir dos o tres veces más hasta estar seguro de tus mediciones.



|           |  |      |      |      |      |
|-----------|--|------|------|------|------|
| Situación | ¿Qué características encuentras en los datos observados?                   |      |      |      |      |
|           | <i>Que el tiempo varía de la velocidad con que arrastre la canastilla.</i> |      |      |      |      |
| Situación | ¿Dé que otra forma puedes organizarlos?                                    |      |      |      |      |
| Masa      | 2 kg   | 3 kg | 4 kg | 5 kg | 6 kg |
| Tiempo    | 2.77   | 2.74 | 2.49 | 2.65 | 2.78 |
| Distancia | 2 m  | 2 m  | 2 m  | 2 m  | 2 m  |
| Situación | ¿Puedes hacer alguna predicción con los datos registrados? Explica         |      |      |      |      |
|           | <i>Si, haciendo fórmulas</i>   |      |      |      |      |

|           |   |   |
|-----------|---|---|
| Situación | ¿Cuál será el trabajo, cuando le apliquemos una fuerza de 10 N? |   |
| Datos:    | $T = ?$<br>$F = 10 N$<br>$d = m$                                | $T = F \cdot d$<br>$T = (10 N)(2m)$<br>$T = 20 J$ |

|           |   |  |
|-----------|---|--|
| Situación | Dado el trabajo de 20 Nm, determinar la fuerza aplicada |  |
| Datos:    | $d = 2 \text{ m}$<br>$T = 20 \text{ Nm}$<br>$F = ?$     | $T = F \cdot d \quad F = \frac{20 \text{ Nm}}{2 \text{ m}} = 10 \text{ N}$ $\frac{T}{d} = F$ |

### Conclusiones

Del análisis de los resultados, se puede concluir que, en la fase I, se cumple que “los estudiantes hacen alusión al trabajo de forma explícita, como una relación de distancia recorrida y la fuerza utilizada”. Hacen cálculos explícitos del trabajo realizado. En la fase II, observamos que “los actores discuten sus ideas, sobre lo que entienden acerca de lo que es trabajo, en todos sus sentidos, es decir que le dan diferentes significados”. Establecen un ambiente discursivo entre lo que es el trabajo físico y el trabajo en el sentido cotidiano. Por último en la Fase III, “Los actores experimentan el concepto de trabajo desarrollando sus sentidos en correspondencia con las ideas confrontadas”.

Lo anterior arroja que el papel jugado por el tratamiento de fenómenos físicos para aprender matemáticas, es fundamental en la enseñanza de la matemática y de la física, de aquí que en el diseño de la guía secuencial están implícitas las prácticas sociales de modelación y la construcción social del conocimiento, en el contexto del aula en donde estas son ejercidas para cada secuencia vivida. Los estudiantes, al ejercer las prácticas de modelación, aprenden matemáticas y en consecuencia los conceptos físicos tienen mayor significado. De la misma manera, experimentando con fenómenos físicos le encuentran aplicación a la matemática, el discurso de los alumnos favorece a las correcciones de los integrantes de las mesas de trabajo para el forjamiento de sus construcciones, así como el discurso en la confrontación grupal y las contribuciones que el profesor pueda aportar en la interacción de las secuencias. Los estudiantes entienden el concepto de modelo, lo aplican en las versiones graficas y tablas, pocos logran el modelo algebraico experimentalmente y coinciden en el método clásico o tradicional.

### Referencias Bibliográficas

Arrieta, J. (2003). *Las prácticas de modelación como proceso de matematización en el aula*. Disertación doctoral no publicada, Cinvestav-IPN, México.

Cortés, G. (2003). *Relaciones cuadráticas entre variables desde la perspectiva de matemáticas a partir de observaciones*. Tesis de Maestría no publicada, Universidad Autónoma de Guerrero, México.