

**Una propuesta didáctica del uso de Project Oriented Learning  
en el curso Remedial de Física en el ITESM campus Guadalajara.  
Proyecto “Catapulta”.**

Angulo-Cedeño, J. Reyes y Kalichanin, Ivica.  
Departamento de Ciencias Básicas. ITESM-Gda

*El Científico no estudia la naturaleza porque sea útil; la estudia porque encuentra placer en ello, y encuentra placer en ello porque es hermosa. Si la naturaleza no fuera hermosa, no merecería la pena conocerla, y si no mereciera la pena conocer la Naturaleza, la vida no merecería la pena de vivirse. Henri Poincaré.*

#### **Abstract**

En el ITESM Campus Guadalajara, en el curso Remedial de Física se aplicó la Técnica Didáctica de Aprendizaje Orientado a Proyectos durante el semestre Agosto-Diciembre 2004. Este artículo explica el diseño de un proyecto didáctico denominado “La Catapulta”. Así mismo describe los objetivos de dicho proyecto, su implementación, y los resultados obtenidos con los alumnos.

#### **Introducción**

Es común que los profesores se quejen de que al parecer los estudiantes han perdido el placer de aprender, y que por el contrario, estudian por obligación y en ocasiones a disgusto. Considerando la cantidad de opciones de entretenimiento que hoy en día están al alcance de la mano, muchos jóvenes preferirían estar en cualquier otra parte en lugar de estar en un salón de clases escuchando la exposición de un profesor. Definitivamente, el propósito de la educación no es “entretener” a los estudiantes, sin embargo quienes se dedican a educar deben reconocer la existencia de una gran cantidad de distractores que compiten por la atención de los jóvenes. Esta competencia por la atención, llega a impactar la motivación que tienen los educandos por aprender. Es fundamental que los educadores comprendan que el aprendizaje de los estudiantes es una actividad intelectual que involucra motivación, voluntad e interés, así como otros elementos afectivos. Kolmos<sup>1</sup> indica “el proceso por el cual alguien aprende no es como vaciar agua en un vaso, es un proceso activo de investigación y creación basado en los intereses, la curiosidad y la experiencia de quien aprende y da como resultado un crecimiento en comprensión, conocimientos y habilidades” y podríamos agregar ‘en actitudes y valores’. Para enfrentar esta situación y mejorar el proceso de aprendizaje de los alumnos en el Tecnológico de Monterrey se ha desarrollado un Modelo Educativo que se caracteriza por estar centrado en el aprendizaje del alumno, en la aplicación de técnicas didácticas y en el uso de la tecnología. El Sistema ITESM ha seleccionado y adaptado cuatro técnicas didácticas para integrarlas en su modelo educativo. Esas técnicas son: Aprendizaje Colaborativo, Aprendizaje Basado en

Problemas, el Método de Casos y el Aprendizaje Orientado a Proyectos.

#### **Aprendizaje Orientado a Proyectos**

“El método de proyectos es una estrategia de aprendizaje que se enfoca a los conceptos centrales y principios de una disciplina, involucra a los estudiantes en la solución de problemas y otras tareas significativas, les permite trabajar de manera autónoma para construir su propio aprendizaje y culmina en resultados reales generados por ellos mismos”<sup>2</sup>.

El Aprendizaje Orientado a Proyectos (POL-*Project Oriented Learning*) tal como ha sido adaptado para su uso en el ITESM es aplicado a través de proyectos que tienen las siguientes características:

1. El proyecto se extiende a través de todo el curso.
2. El proyecto se trabaja en equipos de entre 3 y 6 integrantes.
3. El proyecto se puede subdividir en fases las cuales deben mantener una unidad de propósito, y un continuo acercamiento a la meta propuesta.
4. El proyecto puede involucrar varias materias.
5. La tarea o producto debe estar definido de forma suficientemente abierta para que los estudiantes puedan usar su creatividad a lo largo del desarrollo del proyecto.
6. Los estudiantes deben usar conocimientos y habilidades adquiridas previamente y/o durante el curso.
7. El proyecto debe involucrar una variedad de actividades tales como estudio independiente, resolución de problemas, aplicación de conocimiento en el diseño del producto y del prototipo y redacción de informes.
8. La definición del proyecto debe señalar a detalle los aspectos que serán evaluados

Estas características se propusieron con la finalidad de obtener los siguientes beneficios para los alumnos

1. Facilitar el aprendizaje de los contenidos del curso.
2. Habilidades, Actitudes y Valores individuales
3. Habilidades, Actitudes y Valores cooperativas
4. Aplicación práctica de Conocimientos, Habilidades, Actitudes y Valores.

**Una propuesta didáctica del uso de Project Oriented Learning  
en el curso Remedial de Física en el ITESM campus Guadalajara.  
Proyecto “Catapulta”.**

*Angulo-Cedeño, J. Reyes y Kalichanin, Ivica.  
Departamento de Ciencias Básicas. ITESM-Gda*

### El Curso

El curso de Física Remedial se imparte a alumnos admitidos que provienen de preparatorias que no pertenecen al sistema ITESM y que no logran aprobar el examen de ubicación de Física. Son estudiantes que desean cursar las carreras de Diseño Industrial, Arquitectura o alguna de las Ingenierías, y que necesitan prepararse mejor para entrar al curso de Física 1. El curso remedial de Física no forma parte del currículum oficial de los alumnos.

Los temas que se abordan en este curso son

- Introducción a la Física
- Cinemática en 1D y 2D
- Leyes de Newton
- Aplicación de Leyes de Newton

Se busca con este curso desarrollar y/o fortalecer la habilidad de resolver problemas de Física de los alumnos. Además este curso no asume conocimientos previos de Cálculo ya que se desarrolla completamente a nivel de Álgebra.

### Objetivo General

El curso de Física Remedial tiene como finalidad adiestrar al estudiante en la resolución de problemas de mecánica clásica fundamental (estática, cinemática lineal y angular, dinámica de traslación y rotación). Como resultado del curso, el alumno adquiere la habilidad de extraer información cuantitativa de planteamientos típicos de problemas y será capaz de resolverlos aplicando una serie de principios generales de la física clásica. No se enfatiza el uso de cálculo diferencial o integral.

### Los Alumnos

Los alumnos son de primer ingreso al ITESM y por lo tanto enfrentan nuevos retos. Algunos de ellos experimentarán cambio de residencia y separación de su familia, pero todos en general entrarán a una institución con una forma de trabajar a la que no están habituados y con un nivel de estudio retador.

Los conocimientos y habilidades de estudio de los alumnos al ingresar al ITESM son muy heterogéneos. Naturalmente esta heterogeneidad se manifiesta también con respecto a la preparación en Física.

### El Proyecto

Los ingenieros, arquitectos y diseñadores industriales ejercen profesiones que son en cierta forma un arte que consiste en aplicar las leyes y

principios científicos, con el fin de crear obras al servicio de los seres humanos.

Por lo tanto, las primeras y las más básicas habilidades de estos creadores están relacionadas con el entendimiento profundo y el manejo adecuado de los conceptos físicos y matemáticos, y en general de las ciencias naturales. El curso de Física Remedial pretende, entre otros objetivos, introducir a los estudiantes de las carreras de ingeniería, arquitectura y diseño industrial al manejo conceptual y matemático de las leyes de la mecánica Newtoniana, así mismo proporcionarles la oportunidad de enfrentar sus primeros retos en la aplicación de estas leyes al diseño de un artefacto mecánico dinámico.

Para facilitar y mejorar el estudio de física, y acercar a los alumnos al uso práctico de su conocimiento, desarrollamos este proyecto.

Este proyecto lo hemos denominado “La catapulta” y consiste en estudiar las leyes de la mecánica Newtoniana y aplicarlas al diseño teórico y práctico de una catapulta (Fig. 1). La catapulta funcionará de acuerdo con los requerimientos para este proyecto, que fueron establecidos por los profesores que imparten el curso de Física Remedial y las constantes de diseño seleccionadas por cada equipo de alumnos.

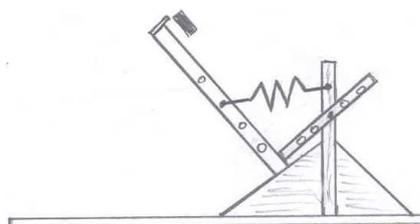


Fig. 1

El producto de este proyecto debe ser una catapulta capaz de lanzar un proyectil con precisión hacia un blanco ubicado a 10m de distancia.

El proyecto de La Catapulta es similar en varios sentidos a los proyectos orientados al diseño tales como son descritos en Kjersdam y Enemark<sup>3</sup> “La orientación del proyecto hacia el diseño normalmente se usa para entrenamiento en conocimientos y habilidades necesarias para la disciplina en cuestión. Por lo tanto el proceso y contenido del proyecto se organizan alrededor de los estándares establecidos previamente. El supervisor enseña a los alumnos qué hacer y la habilidad de hacerlo será adquirida a través del trabajo en el proyecto”

**Una propuesta didáctica del uso de Project Oriented Learning  
en el curso Remedial de Física en el ITESM campus Guadalajara.  
Proyecto “Catapulta”.**

*Angulo-Cedeño, J. Reyes y Kalichanin, Ivica.  
Departamento de Ciencias Básicas. ITESM-Gda*

### **Objetivos del Proyecto**

Al trabajar en este proyecto los alumnos:

- Adquirirán la experiencia de investigar, utilizando como fuentes de consulta libros de texto, a profesores, compañeros, fuentes electrónicas de información, etc.
- Aprenderán a desarrollar y cumplir un plan de trabajo manejando dinámicas de aprendizaje y trabajo en equipo.
- Aplicarán sus conocimientos, talentos, y creatividad para abordar el proyecto.
- Aprenderán a estudiar por si mismos, a planear proyectos, a asignar roles, a resolver conflictos, a hacer reportes, y a cumplir con fechas límite de entrega.
- Ejercitarán el valor de la responsabilidad.

### **Fases**

Los alumnos trabajarán en el proyecto en equipos de 4 (excepcionalmente en equipos de 3) personas. El proyecto se efectuará en tres fases, durante los parciales 2, 3 y 4 del curso.

#### **Fase I – investigación**

Los alumnos investigarán los conceptos teóricos necesarios para poder cumplir con las subsiguientes fases del proyecto. Los equipos comprobarán el éxito en esta fase entregando un reporte por equipo, el cual va a contener los procedimientos de soluciones a preguntas selectas de su libro de texto.

La forma de la portada del primer reporte, los temas a estudiar y los problemas a resolver, están dados en el “Guía para la Fase I” (Anexo 2).

El reporte debe tener uniformidad en presentación y contenido. Los alumnos utilizarán los conocimientos de sistema SI de unidades, conversión de unidades, cifras significativas (incluyendo redondeo y notación científica) y el procedimiento de resolver problemas en física.

La Fase I se trabaja durante el segundo período parcial.

#### **Fase II – diseño teórico y práctico**

En esta fase, los equipos aplicarán la teoría aprendida en la Fase I para cumplir con el segundo reporte, el cual es el diseño teórico de su catapulta. También armarán el prototipo de la catapulta según sus características establecidas en el reporte.

La forma de la portada del segundo reporte, las características de la catapulta y los cálculos que hay que efectuar, están dados en el “Guía para la Fase II” (Anexo 3).

El método utilizado en el diseño es “prueba y error”. Los alumnos escogen las características de la catapulta y a través de los cálculos evaluarán si va a cumplir con los requisitos de distancia de tiro requerida. En caso de que no cumpla, se modifican los parámetros y se efectúan los cálculos de nuevo. Así iterativamente se llegarán a obtener las características necesarias de la catapulta y luego el equipo armará su prototipo final. No hay un único conjunto de características que cumpla los requisitos de la distancia. Cada equipo puede armar una catapulta de diferentes características, algunas de estas serán dictadas por las posibilidades de conseguir los materiales. Los equipos tendrán que encargarse de los materiales, por lo tanto el diseño teórico y práctico tiene que hacerse en paralelo.

Esta fase se desarrolla durante el tercer periodo parcial y los entregables son: el reporte corregido de la Fase I, el reporte de la Fase II y el prototipo de la catapulta.

#### **Fase III – ajuste funcional**

En esta fase, los equipos van a efectuar el experimento de cinco tiros del proyectil con su catapulta. Con base en la “Guía para la Fase III” (Anexo 4) cada equipo aplicará el análisis estadístico (el promedio y la desviación estándar) de los resultados y evaluará su error absoluto y relativo entre el resultado teórico y el resultado práctico.

La Fase III se trabaja durante el cuarto período parcial. Los entregables son: el reporte corregido de la Fase II, el reporte de la Fase III y el prototipo mejorado de la catapulta.

### **Evaluación**

El valor del proyecto es de 15 puntos de la calificación final del curso. Se pueden ganar hasta 3 puntos en la Fase 1, hasta 5 puntos en la Fase 2 y hasta 7 puntos en la fase 3.

Si el equipo decide entrar a la competencia de tiros de la catapulta puede ganar 3, 2, ó 1 punto extra por conseguir uno de los primeros tres lugares, respectivamente.

Fase I	Presentación del reporte I	20%
	Lista de datos (datos y pedidos)	20%
	Lista de formulas	10%
	Procedimiento de cálculo	20%
	Resultado con precisión y unidades	30%
Fase II	Reporte I corregido	10%

**Una propuesta didáctica del uso de Project Oriented Learning  
en el curso Remedial de Física en el ITESM campus Guadalajara.  
Proyecto "Catapulta".**

*Angulo-Cedeño, J. Reyes y Kalichanin, Ivica.  
Departamento de Ciencias Básicas. ITESM-Gda*

Reporte II	20%
Cálculos del reporte II	30%
Prototipo según el reporte	40%
Fase III	
Reporte II corregido	10%
Reporte III	20%
Descripción de mejoras	40%
Prototipo de la catapulta mejorado	30%

### Responsabilidades

Del alumno:

- Mantener comunicación con el tutor.
- Cumplir puntualmente con cada una de las entregas.
- Participar activamente en su equipo de trabajo.

Del tutor:

- Mantener comunicación con sus alumnos.
- Asistir puntualmente a cada una de las sesiones y asesorías.
- Evaluar y retroalimentar las entregas.

### Aplicación del proyecto por primera vez durante el semestre Agosto-Diciembre 2004

#### Observaciones y reflexiones del profesor

El primer día de clases, cuando se les informó a los estudiantes sobre la evaluación del curso y que esto involucra trabajar en un proyecto, las reacciones fueron variadas. La más destacada fue el rechazo a la idea. Algunos alumnos comentaban que su conocimiento de física no es suficiente para tales retos.

Durante el primer periodo parcial los estudiantes no trabajaron el proyecto. Tomando en cuenta que hay alumnos que previo de llegar al ITESM no han estudiado física, este parcial fue dedicado a proporcionarles una buena introducción a lo que es Física, sus métodos y habilidades básicas como son: mediciones, unidades, análisis dimensional, errores de calculo numérico, cifras significativas y redondeo, resolver ecuaciones y sistemas de ecuaciones, modelación matemática de un problema y pasos para resolver problemas en física.

Después de estudiar estos temas durante el primer parcial, y aplicarlos al estudio de la cinemática, los alumnos ya estaban listos para el proyecto. Así que, al iniciar el segundo periodo parcial, les presenté más a detalle de que se trata el proyecto.

Algunos alumnos se mostraron muy entusiasmados con el proyecto y pedían permiso de hacerlo solos, sin ser parte de un equipo. También note que había alumnos que sintieron mucho miedo para enfrentar el proyecto.

Durante la Fase 1 del proyecto, la cual consiste del aprendizaje de la teoría, para mi sorpresa recibí muy pocas solicitudes de asesoría. Eso me sorprendió, ya que por experiencia, consideraba los temas retadores para mis estudiantes. Solamente en tres casos se me acercaron alumnos individualmente, pidiendo ayuda para resolver algún problema concreto. Nunca mostraron la necesidad de que se les explicara algún tema.

A través de comunicación oral con los alumnos, me di cuenta que algunos grupos estaban trabajando juntos en el material, otros se repartieron la carga de esta fase y después intercambiaron información sobre lo aprendido. En algunos equipos ciertos alumnos trabajaban todo el contenido solos, aunque el trabajo fue distribuido entre los integrantes de equipo.

En un caso los integrantes del equipo me pidieron permiso de expulsar a un miembro de su equipo porque no cumplía con el trabajo. Les recomendé que se reunieran todos los miembros de su equipo, y que explicaran a su compañero el por qué desean expulsarlo. Además les pedí que escucharan su punto de vista y que luego tomaran la decisión sobre su expulsión. Yo les prometí apoyar la decisión del equipo. Al final no expulsaron al compañero.

En general note que al formarse los equipos y empezar a trabajar en el proyecto, los alumnos mejoraron su comunicación y mostraban más confianza unos con otros durante las clases. Esto lo observe por el aumento de preguntas que me hacían durante las sesiones de clase y también porque aumentó su disposición a ayudarse unos a otros, con respecto a sus actitudes durante el primer parcial.

Además observé, en los exámenes escritos del segundo parcial, que varios alumnos utilizaron procedimientos para resolver problemas diferentes a los que les enseñé en clase. Por lo cual concluí que los estudiantes habían desarrollado su propio estilo de resolver problemas al trabajar en el proyecto.

Otra observación general es que las calificaciones de los alumnos mantuvieron su promedio entre 72 y 74 durante todo el curso. Algunos alumnos subían su calificación significativamente de 60, en el parcial 1 a 80, en el parcial 2 y finalmente hacia 100, para el tercer parcial. Otros se mantuvieron sin cambios significativos, mientras que 5 de 25 alumnos bajaron su calificación.

**Una propuesta didáctica del uso de Project Oriented Learning  
en el curso Remedial de Física en el ITESM campus Guadalajara.  
Proyecto "Catapulta".**

*Angulo-Cedeño, J. Reyes y Kalichanin, Ivica.  
Departamento de Ciencias Básicas. ITESM-Gda*

Creo que la razón de esto es que a los equipos no se les aplicó la técnica didáctica de Aprendizaje Colaborativo y por lo tanto los alumnos no participaron en el proyecto con el mismo esfuerzo. Los que participaron más, mejoraban durante el curso, los que participaban muy poco en el proyecto empeoraban en el curso. Eso lo tengo que verificar al analizar la retroalimentación de los alumnos.

### **Comentarios y Observaciones de varios alumnos**

#### **¿Cómo se sintieron los alumnos al enfrentar el proyecto?**

"Al enterarme del proyecto me sentí algo presionado y nervioso porque pensé que iba a ser algo difícil y que probablemente no lo haría yo que no conocía a nadie en la clase de física remedial".

"Pues al principio dije que iba a ser fácil, pero después, poco a poco la dificultad se fue sintiendo, y así fue. Pero luego con la ayuda de mis compañeros de equipo fue más fácil enfrentarlo. Entre todos siento que todo fue más fácil, y después de esto me sentí con mucha fortaleza para enfrentar el proyecto porque tenía el apoyo de mis compañeros."

"La verdad al principio me dio flojera porque iba a hacer un trabajo extra, pero ya después que el profesor nos explico bien como estaba todo el asunto, ya me empezó a interesar, porque se supone que tenias que construir una pequeña catapulta para que esta arrojara un objeto a cierta distancia, y esto de aplicar la física para construir cosas, es mas divertido, que solo aprenderte la teoría. Así una vez que ya lo aplicas en algo real pues hasta se te hace mas fácil."

"Al principio la verdad me encantó la idea de el poder desarrollar algo, ya que casi siempre las materias son pura teoría y el hacer algo nosotros mismos y llevarlo a cabo con los estudios y los cálculos bien hechos, fue algo que de verdad me llamó mucho la atención, en lo personal me encantó la idea de diseñar algo ya que soy estudiante de diseño y me encantó la idea."

#### **¿Cómo se organizaron los alumnos para enfrentar la fase 1?**

"Pues al principio dijimos que nos íbamos a dividir los problemas que se necesitaban a hacer para esta fase.

Y así lo hicimos, pero desde ahí tuvimos un problema el cual se trataba que ya iba a llegar el día de entrega pero nos faltaban algunos problemas de un compañero, pero los logramos hacer, y pues se le dijo al compañero que si quería estar en el equipo tenía que trabajar más duro, y con esto se acabó."

"A cada quien le toco un numero de problemas, para que cada quien los resolviera en su casa y ya después como una semana antes del trabajo, juntamos todos los problemas que le había tocado a cada quien. Cada uno lo explicó al grupo y después se lo entregamos."

"En esta fase, me gustó como todos nos pusimos de acuerdo para la elaboración de problemas, pues quedamos en que cuando termináramos nos explicaríamos los unos a los otros, para enterarnos de que se trataba y como se resolvían.

Sin embargo, todo pintaba muy bien, pero por desgracia uno de los integrantes del equipo no puso mucho esfuerzo, y se le hizo fácil dejar todo al final retrasando al resto del equipo. Esto nos molestó mucho, pues varios problemas estaban bastante difíciles de realizar y pues a como pudimos tuvimos que arreglárnosla para contestarlos, y esta persona, ya sea por flojera o el motivo que fuera, se puso a preguntar a otros equipos para que le pasaran los problemas. Total, que el resto del equipo no podíamos completar el trabajo pues sólo nos faltaban sus problemas, entonces nos tuvimos que repartir los problemas que le habían tocado a esa persona para así completar el trabajo. Creo que fue lo único que me desagradó de mi equipo en la primera fase."

#### **¿Cómo se organizaron los alumnos para enfrentar la fase 2?**

"En la fase dos, por lo mismo de que soy la única mujer pues casi en lo único que ayude fue en los cálculos y en eso de construir la catapulta lo hacían más que nada los 3 hombres. Pero estuvimos trabajando muy a gusto".

"Nos dividimos el trabajo de la siguiente manera: Sergio realizó el diseño y debo admitir que tiene gran imaginación, Citlali se encargó de realizar parte de los cálculos, por mi parte, conseguí los materiales necesarios, así como de una persona que nos hiciera el favor de cortar fierro y lo soldara, por último Arturo y su servidor, revisamos el funcionamiento de la catapulta e hicimos algunos cálculos básicos".

**Una propuesta didáctica del uso de Project Oriented Learning  
en el curso Remedial de Física en el ITESM campus Guadalajara.  
Proyecto “Catapulta”.**

*Angulo-Cedeño, J. Reyes y Kalichanin, Ivica.  
Departamento de Ciencias Básicas. ITESM-Gda*

“Durante la segunda fase me agrado el trabajo en equipo y la amistad que se hizo entre los integrantes de mi grupo. Lo que no me gustó fueron las dificultades que se nos presentaron para conseguir los materiales”.

**¿Cómo influyo el proyecto en su aprendizaje de física?**

“Pues mas que nada me ayudo a poder comprobar que la física claro que se aplica en la vida cotidiana, y con este proyecto pues a practicarla mas, de repente si sentía presión por que se me juntaban otros proyectos pero al final lo podíamos sacar, y me gusto mucho por que conocí a mas personas y ellas si no entendía algo me lo explicaban.”

“La verdad muy poco, ya que los problemas de los últimos capítulos eran bastante complicados y aprenderlos nosotros solos era bastante difícil, en mi caso pude hacer todo por que recibí asesoría de amigos que van mas avanzados que yo”.

“Creo que en cierta forma, sí aprendimos un poquito más de física en esta fase. Pues para empezar, nadie tenía ni la más mínima idea de cómo resolver los problemas, y pues nos tuvimos que poner a leer e investigar para poder entenderlos y por ende resolverlos. Los problemas estaban bastante difíciles, pero finalmente los hicimos”.

**Resultados**

En esta sección describiremos algunos puntos que se consideran entre los resultados cualitativos más importantes obtenidos con la realización de este proyecto, y compararemos su similitud con algunos resultados reportados en la literatura relacionada a la técnica didáctica aplicada. No podemos incluir resultados cuantitativos importantes dado que no contamos con información relevante de semestres anteriores que nos permitan establecer valores de comparación.

Se observó que los alumnos al verse en la necesidad de organizar su trabajo en equipo enfrentaron y superaron varios retos. Ellos mismos percibieron un “crecimiento” en sus habilidades de comunicación, organización, y en su capacidad para asumir responsabilidades dentro del trabajo colaborativo. Con respecto a esto, Kjersdam y Enemark<sup>4</sup> reportan que el proceso de involucrar estudiantes de primer ingreso a trabajar en proyectos es menos efectivo porque ellos aún no tienen suficiente conocimiento y habilidades para aprovechar completamente la experiencia. Sin embargo, reportan

que son mucho más importantes los beneficios que este tipo de alumnos obtiene por desarrollar una cultura de trabajo en grupo, en una etapa temprana de sus carreras, ya que eso es parte importante en su formación.

Tanto el profesor como los alumnos observaron que se logró un aprendizaje más significativo y profundo, ya que además del conocimiento teórico y la habilidad de solucionar problemas de un libro, adquirieron también la habilidad de aplicar sus conocimientos y superar retos en situaciones prácticas. “los buenos productos obligan a los alumnos a demostrar a profundidad que han entendido los conceptos y principios centrales de la materia y/o disciplina”<sup>5</sup>.

Vithal, Christiansen y Skovsmose<sup>6</sup> recomiendan el criterio de ejemplariedad para seleccionar el proyecto adecuado para una disciplina, en nuestro contexto, para un curso. Esto se refiere a que un solo proyecto diseñado bajo este criterio proporciona un buen punto de partida para estudiar toda una disciplina, ya que produce la necesidad de aplicar una variedad de conceptos y habilidades que pueden ser extrapolados al ejercicio profesional.

Como muestra la siguiente gráfica (Fig. 2)

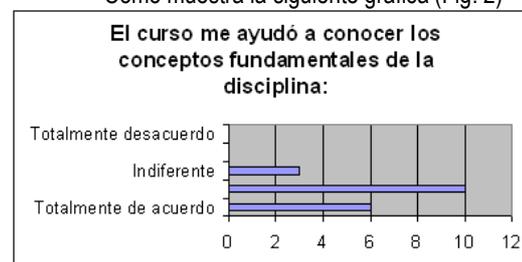


Fig. 2

de 19 alumnos encuestados, 16 consideran que el curso, que incorpora al proyecto, les fue útil para adquirir los conceptos fundamentales de la disciplina. Tres de ellos tomaron una postura indiferente.

**Conclusiones**

La incorporación del proyecto “La Capulta” generó un cambio en la forma en la que los estudiantes perciben al curso de Física. Ordinariamente los alumnos consideran que los cursos de Física consisten solamente en la memorización y uso de fórmulas. Mientras que la incorporación del proyecto provocó un aprendizaje más significativo y atractivo para los estudiantes.

El proyecto permitió que los alumnos usaran su creatividad y experimentaran un proceso de diseño dentro de un curso que normalmente no deja espacio para tales formas de aprendizaje.

**Una propuesta didáctica del uso de Project Oriented Learning  
en el curso Remedial de Física en el ITESM campus Guadalajara.  
Proyecto “Catapulta”.**

Angulo-Cedeño, J. Reyes y Kalichanin, Ivica.  
Departamento de Ciencias Básicas. ITESM-Gda

Esta nueva forma de llevar a cabo el curso estimula diferentes estilos de aprendizaje al ofrecer una variedad de actividades e instancias de aprendizaje.

#### **Recomendaciones**

Se recomienda seguir aplicando la técnica de Aprendizaje Orientado a Proyectos en los cursos de Física Remedial, por los beneficios mostrados.

Se sugiere incorporar al proyecto materiales de lectura sobre organización de grupos de trabajo y/o aprendizaje colaborativo para estimular la reflexión sobre la experiencia de trabajo en equipo.

Sería esclarecedor, diseñar una investigación cuantitativa para medir los efectos de la inclusión de la técnica didáctica al curso.

#### **Anexos**

Anexo 1: Manual del proyecto “La Catapulta”

Anexo 2: Guía de la Fase I

Anexo 3: Guía de la Fase II

Anexo 4: Guía de la Fase III

Anexo 5: Guía para el Profesor

Anexo 6: Auto-evaluación para el alumno

Anexo 7: Auto-evaluación para el profesor

Estos documentos se pueden conseguir solicitándolos a los siguientes correos:

[rangulo@itesm.mx](mailto:rangulo@itesm.mx)

[ivica@itesm.mx](mailto:ivica@itesm.mx)

Prof. J. Reyes Angulo

Prof. Ivica Kalichanin

#### **Bibliografía**

<sup>1</sup> Kolmos, A. Reflections on Project Work and Problem Based Learning. *European Journal of Engineering Education*, Vol 21, No. 2, 1996.

<sup>2</sup> Dirección de Investigación y Desarrollo Educativos de la Vicerrectoría Académica del Sistema Tecnológico de Monterrey. *Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño: Método de Proyectos*.

<sup>3</sup> Kjersdam, F., and Enemark, S. *The Aalborg Experiment. Project innovation in University Education*. Pp. 23. Aalborg University Press. 1997. DK.

<sup>4</sup> Kjersdam, F., and Enemark, S. *The Aalborg Experiment. Project innovation in University Education*. Pp. 33. Aalborg University Press. 1997. DK.

<sup>5</sup> Dirección de Investigación y Desarrollo Educativos de la Vicerrectoría Académica del Sistema Tecnológico de Monterrey. *Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño: Método de Proyectos*. Pp. 9.

<sup>6</sup> Vithal, R., Christiansen, I. y Skovsmose, O. *Project Work in University Mathematics Education*. Aalborg University Press. 1994. DK