



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL



Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada
Unidad Legaria
Posgrado en física educativa

“El aprendizaje de velocidad constante, masa, fuerza y aceleración uniforme por los estudiantes de secundaria por medio de técnicas colaborativas, los KCs y las curvas de aprendizaje”

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRO
EN CIENCIAS EN FÍSICA EDUCATIVA

PRESENTA:

Lic. Sebastián Ramos Durán

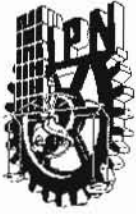
Director:

Dr. Daniel Sánchez Guzmán

Co-director:

Dr. Ricardo García Salcedo

México D. F., septiembre de 2011



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México D.F. siendo las 17:00 horas del día 25 del mes de junio del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICATA Legaria para examinar la tesis titulada:

"El aprendizaje de velocidad constante, masa, fuerza y aceleración uniforme por Los estudiantes de secundaria por medio de técnicas colaborativas."

Presentada por el alumno:

Ramos
Apellido paterno

Durán
Apellido materno

Sebastián
Nombre(s)

Con registro:

A	0	9	0	7	9	2
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

Maestria en Ciencias en Física Educativa

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis

Dr. Daniel Sánchez Guzmán

Dr. Ricardo García Salcedo

Dr. César Eduardo Mora Ley

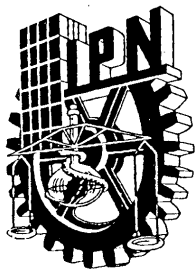
Dr. Edilso Reguera Ruiz

Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

Dr. José Antonio Irán Díaz Góngora





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México el día 25 del mes octubre del año 2011, el (la) que suscribe Sebastián Ramos Durán alumno (a) del Programa de Maestría en Ciencias en Física Educativa con número de registro A090792, adscrito a CICATA Legaria, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de Dr. Daniel Sánchez Guzmán y Dr. Ricardo García Salcedo y cede los derechos del trabajo intitulado “El aprendizaje de velocidad constante, masa, fuerza y aceleración uniforme por los estudiantes de secundaria por medio de técnicas colaborativas”, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección sramosduran@yahoo.com, rgsalcedo@gmail.com, dsanchezgz@gmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.


Sebastián Ramos Durán

Nombre y firma

Agradecimientos

Al Cicata Legaria del IPN por su profesionalismo y por haberme acompañado en esta etapa de mi vida de alto crecimiento profesional. En particular a su director; Dr. Cesar Mora, quien gracias a sus gestiones permitió que este posgrado me fuese accesible.

2

Al Dr. Daniel Sánchez quien desde el principio me estuvo acompañando en mi formación y finalmente me acompañó en la elaboración de este trabajo que ahora concluyo.

Al Dr. Ricardo García por sus críticas acertadas a los posters que presenté en las ciudades de México, Puebla y Guanajuato; así como sus señalamientos a los avances de esta tesis.

A mis compañeros de la Escuela Secundaria Oficial de San Lucas; así como a mis alumnos quienes con su entusiasmo siempre me promovieron a seguir adelante en esta empresa.

Dedicatoria

A Martha, mi compañera de toda la vida, y a mis hijos

A mis amigos y hermanos que siempre me animaron a seguir adelante.

Contexto sociocultural de dónde se hace esta investigación

Primero una breve justificación de para qué realizar tal contexto. Comienzo con una anécdota personal sobre las condiciones de esta comunidad en el año de 1986. Para promover la naciente escuela salimos a los diferentes domicilios y uno de los habitantes comentó que sus hijas no iban a inscribirse porque sencillamente eran mujeres. Esta anécdota refleja el grado cultural tan bajo que ha tenido esta región del país. Las fuentes para este contexto:

4

- 1) Un estudio que hicimos los maestros de la secundaria en el año de 1986 y que actualmente está en manos de la Delegación Municipal quien gentilmente me facilitó los materiales.
- 2) Un trabajo de tesis doctoral de la UNAM de Dalia Banda

Las condiciones sociales del municipio de Jerécuaro

Jerécuaro tiene una extensión territorial de 884 kilómetros cuadrados, equivalentes al 2.89% de la superficie estatal. El municipio limita al norte con Apaseo el Alto; al noreste con el estado de Querétaro; al sur con Tarandacua; al suroeste con Acámbaro; al este con el de Coroneo y al oeste con el de Tarimoro

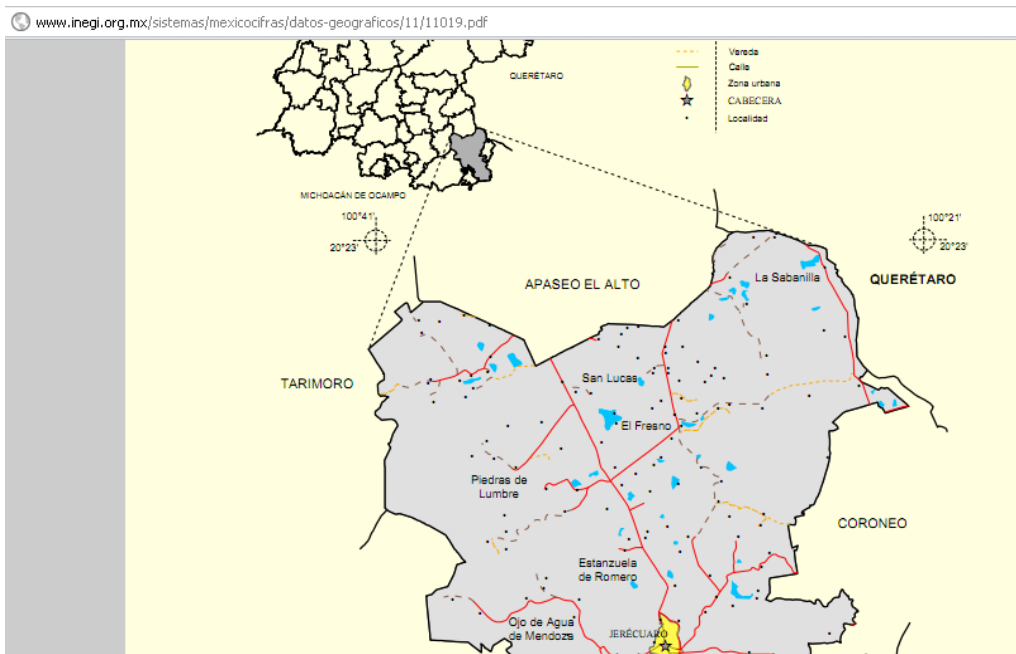


Figura 1. La ubicación de la comunidad dentro del municipio de Jerécuaro. En la parte superior izquierda aparece un mapa del estado de Guanajuato.

De acuerdo con el XII Censo General de Población y Vivienda, para el año 2000 el municipio de Jerécuaro contaba con una población de 55,301 habitantes, de los cuales 26,586 eran hombres (48.1%) y 28,725 mujeres (51.9%). Por su parte, CONAPO hizo la estimación que para el año 2008

habría 23,497 mujeres, mientras que para 2012 habrá sólo 21,550; en el caso de los hombres CONAPO estimó un declive a 20,442 en 2008, y a 18,395 en 2012. Conforme al CONEVAL en el año 2005 el 32% de la población de Jerécuaro vivía en condiciones de pobreza alimentaria, es decir, 1 de cada 3 habitantes.

Tabla 1. El año 2000 representa los habitantes reales. Los años 2008 y 2012 son estimaciones de las instituciones correspondientes.

años	hombres	mujeres
2000	26585	28725
2008	20442	23497
2012	18395	21550

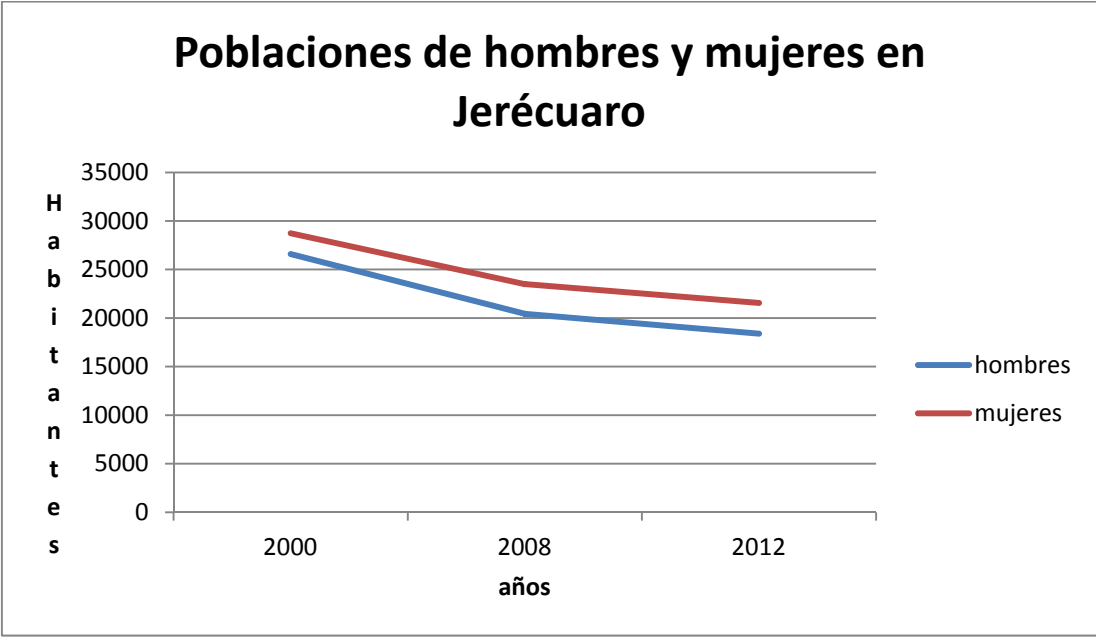


Figura 2. La gráfica muestra una emigración consistente. Estos datos adquieren extrema importancia para situar el contexto de alta marginación de este municipio guanajuatense

De igual forma se estimó que el 41.4% de la población municipal vivía en condiciones de pobreza de capacidades, es decir, 19,100 personas sin los recursos para satisfacer sus necesidades diarias de alimentación, educación y salud (CONEVAL). De las 144 localidades que tiene el municipio, 13 de ellas se encuentran en "muy alto grado de marginación", 115 localidades concentrando a 30,827 habitantes se encuentran en "alto grado de marginación". Jerécuaro se posiciona en el 7º lugar entre los municipio de la entidad, respecto al número de personas en "alta marginación" (2005). De

acuerdo con el Índice de marginación, en 2005 Jerécuaro era el quinto municipio con mayor porcentaje de población sin drenaje en la entidad.

Como el sector rural se encontró desfavorecido por las políticas hacia el campo, el municipio de Jerécuaro dedicado a la agricultura, como principal actividad económica, enfrentó graves consecuencias que repercutieron principalmente en las familias de campesinos, siendo un factor más que permitiera la migración.

6

La localidad de San Lucas

En el caso específico de San Lucas, que es donde realizamos el proyecto de investigación, cuenta con 1537 habitantes esto de acuerdo al censo general de población del 2000, es importante decir que ésta es una de las localidades rurales más pobladas del municipio de Jerécuaro.

Tabla 2. Población por sexo

Entidad	Mujeres	Hombres	Población total
Estado de Guanajuato	2,429,717	2,233,315	4,663,032
Municipio de Jerécuaro	28,725	26,586	55,311
Localidad de San Lucas	802	735	1,537

La mayor parte de esta rica región es agrícola “bajío” y fue colonizada por los españoles un poco después de la conquista que empezó en el suelo mexicano en 1521. San Lucas fue un asentamiento indígena, la mayoría otomí, al menos esto a finales del siglo XVI. La hacienda parece haber sido apropiada y manejada o gobernada por los españoles colonizadores, por finales del siglo XVIII.

La primera mención de San Lucas es encontrada en documentos y memorias de la provincia de Michoacán, 1579-1581, en la cual esta enlistada entre numerosas y pequeñas localidades dentro del pueblo de Acámbaro y bajo la jurisdicción del pueblo de Yurirapundaro. Los mismos documentos indican que los indígenas de esa área hablaban chichimeca y mazahua.

El San Lucas Moderno

La mayor parte son campesinos que combinan su actividad agrícola con la de obreros eventuales en la ciudad de Querétaro principalmente. Las mujeres siguen siendo amas de casa pero algunas ya también salen a trabajar. La emigración a los Estados Unidos ya ha dejado de ser una gran alternativa ante las dificultades que encuentran por allá últimamente.

A manera de conclusión de este contexto sociocultural puede decirse que:

La investigación se realiza en un lugar de alta marginación con las consecuencias que ello implica: la iglesia católica, caciques voraces y políticos sin escrúpulos son quienes han mantenido la información y la formación para estos mexicanos; con el retraso científico-tecnológico que ello conlleva.

Las ideas previas con las que se trabaja en ciencias son los esquemas aristotélicos de la Iglesia Católica.

7



Figura 3. Parte de la escuela en donde se ha realizado esta investigación

Contenido

Capítulos	Páginas
1. Introducción	
Resumen	9-10
Gráficos para la investigación	11-12
Objetivos	13,14,15
Hipótesis de investigación	16
Antecedentes	17-21
2. Conductismo y Constructivismo	
2.1 El conductismo y algunos antecedentes	22-26
2.2 Enlace entre las teorías constructivistas y el colaboracionismo	26-32
3. Técnicas colaborativas y KLI	
a. Colaboracionismo, técnicas colaborativas	
3.1.1. ¿Qué es el aprendizaje colaborativo?	33-34
3.1.2. Técnicas colaborativas	34-36
3.1.3. Elementos siempre presentes en el trabajo colaborativo	36
3.1.4. Decálogo de mitos sobre el colaboracionismo	
3.2 El marco del conocimiento-aprendizaje-instrucción (KLI, por sus siglas en inglés)	37-38
3.2.1. ¿Qué es el KLI?	38
3.2.2. Aprendizaje robusto y definición de los KCs	39
3.2.3. Principios pedagógicos que sustentan al KLI	39-40
3.2.4. Tipos de KCs y formas para determinar su complejidad	40-45
3.2.5. Las curvas de aprendizaje	45-46
3.2.6. Sobre el tipo de investigación de este trabajo	46-47 47-49
4. Metodología y desarrollo	
4.1. La aplicación de las técnicas colaborativas para el ciclo 2009/2010	50-57
4.2. La aplicación de los KCs y sus curvas de aprendizaje.	58-61
5. Recogida de datos y conclusiones	
5.1. Respecto a las actividades colaborativas del ciclo 2009/2010	62-68
5.2 Respecto a los KCs para el ciclo 2010/2011	69-81
5.3 Interpretaciones y conclusiones respecto a las técnicas colaborativas (ciclo 2009/2010)	81-82
5.4 Interpretaciones y conclusiones respecto a los KCs y sus curvas de aprendizaje (ciclo 2010/2011)	82-83
Linkografía y bibliografía	84-86

Capítulo 1 Introducción

Resumen

La poca asimilación duradera de los conceptos en física obliga a la necesidad de realizar una mejora continua en el trabajo docente. Ante esto el presente trabajo, aplicado a un grupo de secundaria del ciclo 2009/2010, relaciona las técnicas colaborativas con el aprendizaje del concepto fuerza para el caso estático. El trabajo se fundamenta en la hipótesis de que sí la actitud hacia el trabajo colaborativo mejora; entonces también mejora el aprendizaje y para lograr la comparación entre dichas actitudes y los aprendizajes físicos; debe recurrirse a cuatro niveles de madurez en el trabajo colaborativo y a la apropiación de los conceptos físicos. Dichos niveles de madurez fueron definidos por Piaget de manera general y fueron concretados y redefinidos por el autor de este trabajo a partir de dos años de experiencia en el uso de técnicas colaborativas. Se realizará una correlación entre niveles de madurez y aprendizajes de los conceptos. Dicha correlación va realizándose desde los conceptos más elementales hasta llegar al tema nodal —el cálculo de la resultante en la aplicación de un par de fuerzas que actúan sobre un punto fijo. Como una continuación y mejora de este trabajo, también se considera una aplicación al grupo del siguiente ciclo 2010/2011 de las técnicas colaborativas y la definición y aplicación de los KCs (componentes del conocimiento) y para medir el avance en el conocimiento utilizamos *curvas de aprendizaje*, gráficas de errores vs intentos y entre cada intento utilizamos las técnicas pertinentes en espacios de tiempo breves pero suficientes y según el tipo de componente errado.

Abstract

The low lasting assimilation in physics' concept requires the need for continuous improvement in teaching. In response, the present work, applied to a group of middle school students' cycle of 2009/2010, associates the collaborative techniques in learning the concept "force" to the static case. The work is based in the hypothesis that if the attitude towards the collaborative work improves then it also improves learning. To make the comparison between these attitudes and physical learning, four levels of maturity in the collaborative work and appropriation of physical concepts should be used. These maturity levels were generally defined by Piaget and were concretized and redefined by the author of this work from two years of experience in the using of these collaborative techniques. There will be a correlation between concepts of maturity and learning levels. This correlation has being realized from the most basic concepts up to the nodal theme –the calculus in the resulting application of a pair of forces acting on a fixed point. As a continuation and improvement of this work it is also considered an implementation to the next middle school students' cycle 2010/2011 of collaborative techniques and the definition and implementation of KCs (knowledge components); and to measure the progress in knowledge we use *curves of learning*; graphical errors vs. attempts, between each attempt we use the techniques involved in short periods of time but enough. The type of erroneous component is also considered.

Gráfico de la investigación para la aplicación de las técnicas colaborativas

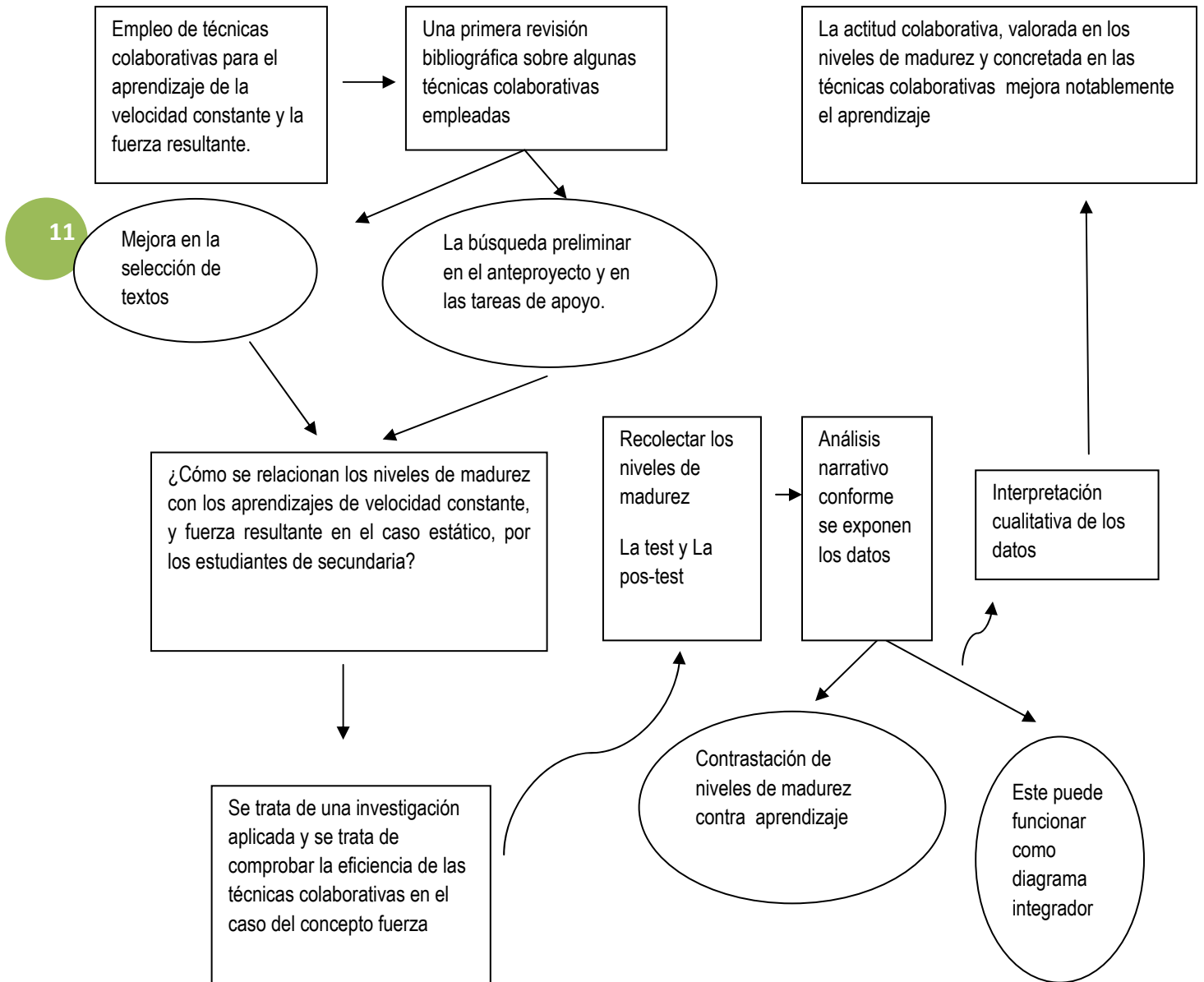
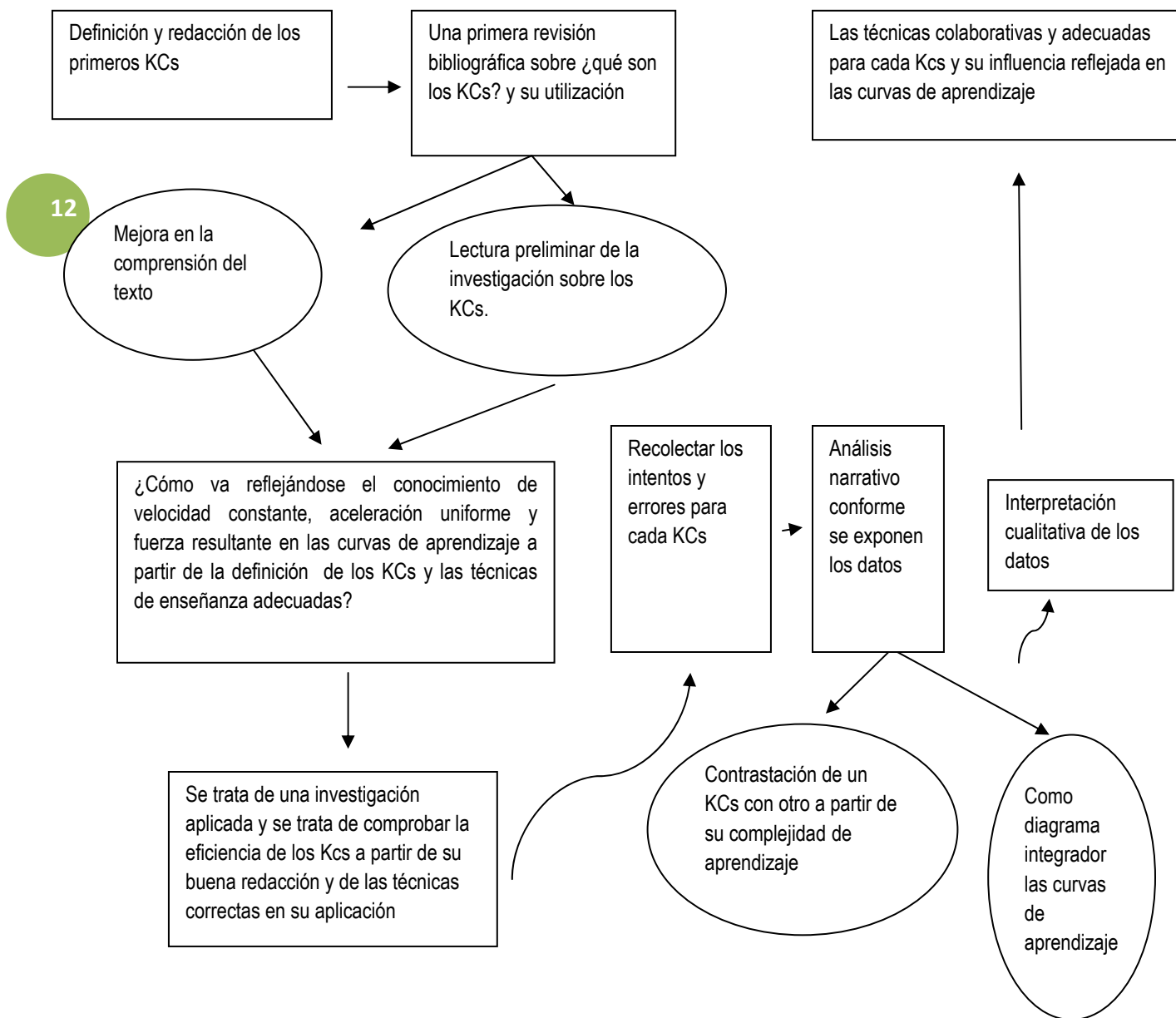


Gráfico de la investigación para la aplicación de los KCs y las curvas de aprendizaje



Objetivos

Es conveniente antes de precisar los objetivos explicar cómo sucedió la elección del tema.

La razón principal para la elección del tema es que el trabajo de investigación no va ser “aparte” de los temas de los planes y programas oficiales y el primer bimestre trata precisamente del concepto de fuerza, velocidad constante y aceleración uniforme.

Las razones educativas para la elección de las técnicas colaborativas para abordar el tema se describen enseguida.

Para la enseñanza de la fuerza resultante las experiencias más recurrentes han sido:

- Aprenderse las unidades de fuerza
- Calcular la fuerza resultante mediante el método del paralelogramo.
- Jalar algo pesado con grupo de alumnos en diferentes ángulos.

Se trata de buscar respuestas de enseñanza efectiva para el PEA (proceso enseñanza aprendizaje). No queremos repetir los errores:

- Enseñanza de unidades de forma ciega; sin que el alumno sepa que se está midiendo.
- Aplicación ciega de fórmulas a problemas que la mayor parte no entienden.
- Empleo de matemáticas inaccesibles para este nivel.
- Técnicas de enseñanza tradicionales: expositivas, aburridas, poco atractivas para el estudiante.

Como lo señala Meza en su trabajo de tesis *“La simple exposición de ideas abstractas y desarrollos matemáticos a oyentes pasivos conduce a resultados bajos de aprendizaje y comprensión.”* (FISED-IPN; 2009). Esta dura verdad la hemos sufrido como alumnos en física y ahora que somos maestros. Nuestras “mejores clases” desarrollando alguna fórmula o despejando algo complicado fueron las más inútiles y aburridas, salvo para los dos o tres alumnos que le entendían.

Las técnicas colaborativas, el aprendizaje colaborativo es una forma de la evolución pragmática de las teorías constructivistas. Es decir; las técnicas colaborativas es una de tantas formas de responderles, cómo hacerlo, a Piaget, Ausubel, Vigotsky.

Estas técnicas puestas en manos de las nuevas herramientas del PEA pueden ser mucho más poderosas. Me refiero a los sensores, la Web; es decir las Tics. Sin embargo el poder sigue teniéndolo la didáctica, por eso es que las actividades tradicionales de ningún modo van a menospreciarse en esta investigación. Mi proyecto de tesis está enfocado al desarrollo y utilización de estas técnicas colaborativas en el nivel secundaria con el concepto fuerza y la medición mediante la aplicación de los KCs y sus curvas de aprendizaje. Las dos actividades generales sobre las que se basará esta investigación serán:

- La aplicación de las técnicas colaborativas en el aprendizaje de la velocidad constante y la fuerza resultante en el caso estático
- La construcción de los KCs y sus respectivas curvas de aprendizaje respecto a los mismos temas del punto anterior.

La definición del problema de investigación tiene 2 etapas:

Etapa 1)

El proceso para la determinación del problema comienza desde Septiembre del 2008 y desde esta fecha hasta enero del 2009 hay un período de búsqueda de tema hasta el anteproyecto de tesis y el 20 de enero del 2009, en una tarea respecto a realizar el anteproyecto de tesis escribí:

Tema: La enseñanza de la Física Mediante las técnicas referentes a grupos colaborativos en la escuela secundaria.

Concepto Físico a investigar: Concepto de fuerza.

Etapa 2)

Cambios en el enunciado. La lectura a fondo del KLI por parte del PSLC, y ya con fines de aplicación docente, y las lecturas del libro de Sally Schumager y J. MacMillan —Investigación educativa— obligan a replantearse el enunciado original de mi trabajo de tesis. La aplicación de estas nuevas herramientas — los KCs y las curvas de aprendizaje— ya no fue posible en el grupo del ciclo 2009/2010, pero si en el ciclo 2010/2011.

Es decir que las técnicas colaborativas aplicadas en el ciclo 2009/2010, pueden ser aplicadas al grupo del ciclo 2010/2011 y además aplicar la medición mediante KCs y curvas de aprendizaje. Precisemos ahora los objetivos

El objetivo general:

Obtener una mejor comprensión de los conceptos básicos: velocidad constante, aceleración uniforme y fuerza estática por parte del alumno, empleando un proceso mixto que combine técnicas tradicionales con técnicas modernas haciendo uso de lo que se conoce como las TIC's, de las técnicas colaborativas, de la definición de los KCS y sus curvas de aprendizaje.

Objetivos específicos:

Los objetivos específicos:

- El alumno comprenderá el concepto de velocidad constante mediante un proceso mixto que combine técnicas tradicionales con modernas, el uso de las TIC's, de las técnicas colaborativas, de los KCs correspondientes y sus curvas de aprendizaje.

- El alumno comprenderá el concepto de aceleración uniforme mediante un proceso mixto que combine técnicas tradicionales con modernas, el uso de las TIC's, de las técnicas colaborativas, de los KCs correspondientes y sus curvas de aprendizaje.
- El alumno comprenderá la diferencia entre masa y peso mediante un proceso mixto que combine técnicas tradicionales con modernas, el uso de las TIC's, de las técnicas colaborativas, de los KCs correspondientes y sus curvas de aprendizaje.
- El alumno comprenderá el concepto de fuerza mediante: mediciones diversas de la fuerza, la aplicación de un par de fuerzas en un punto fijo y en general un proceso mixto que combine técnicas tradicionales con modernas, el uso de las TIC's, de las técnicas colaborativas, de los KCs correspondientes y sus curvas de aprendizaje.

Hipótesis de investigación

Preguntas de investigación:

¿Cómo se relacionan los niveles de madurez con los aprendizajes de velocidad constante, y fuerza resultante en el caso estático, por los estudiantes de secundaria?

¿Cómo va reflejándose el conocimiento de velocidad constante y fuerza resultante en las curvas de aprendizaje a partir de la definición de los KCs y las técnicas de enseñanza adecuadas?

16

Para la primera pregunta tenemos las variables: N=niveles de madurez y E=Errores en la prueba.

Los niveles de madurez N se obtienen por medio de varias observaciones en las primeras sesiones de trabajo observando cómo trabajan en el equipo, qué rol juegan, qué actitud tienen.

El aprendizaje logrado mediante pruebas escritas sustentadas por un proceso que un poco más adelante se describe y por ende los errores en las pruebas.

Para la segunda pregunta tenemos las variables x =errores y y =intentos.

Las respuestas previas a las preguntas de investigación o bien las hipótesis de investigación:

Las estudiantes con mayor madurez tienen un alto nivel de aprovechamiento y las estudiantes con menor madurez tienen un bajo nivel de aprovechamiento

El avance continuo del conocimiento puede observarse, mediante las curvas de aprendizaje, en la medida que se eligen bien los KCs y sus respectivas técnicas de enseñanza

Antecedentes

En relación a la aplicación de técnicas colaborativas en la enseñanza de la física en secundaria respecto al tema de este trabajo la búsqueda durante el ciclo 2008/2009 ha sido un tanto vana; prácticamente no hay antecedentes. Los trabajos respecto a técnicas colaborativas y la enseñanza de las ciencias son más bien de especificar conceptos generales; lenguaje indispensable como en el caso del tercer antecedente expuesto en este trabajo.

En el anteproyecto para esta maestría fechado con 20 de enero de 2009 el primer antecedente considerado viene en el link

http://e-formadores.redescolar.ilce.edu.mx/revista/no3_04/Trabajo%20colaborativo.pdf

En esta referencia se especifican los elementos básicos que deben estar presentes en los grupos de trabajo colaborativo:

- La interdependencia positiva.
- La responsabilidad individual.
- La interacción promotora.
- El uso apropiado de destrezas sociales.
- El procesamiento del grupo.

El seguimiento riguroso de estos elementos, producirá las condiciones para una colaboración efectiva. Sin embargo no hay ninguna aplicación a la enseñanza de la física sólo el referente teórico.

El segundo antecedente es: *Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol.2, No. 2, May 2008* 124 <http://www.journal.lapen.org.mx>; Los autores: Zafer Tanel and Mustafa Erol sistematizan una serie de técnicas colaborativas y su aplicación en la enseñanza del electromagnetismo a nivel universitario. Al respecto de estas técnicas se hace una descripción en el marco referencial de este trabajo; esta descripción tiene su justificación en su aplicación concreta con el grupo de secundaria en dónde se aplica esta tesis; es decir que aún cuando el trabajo de Zafer y Mustafa es a nivel universitario ya es un acercamiento para la aplicación en secundaria. Es este antecedente el referente fundamental para este trabajo.

Los investigadores Zafer y Mustafa precisan las técnicas colaborativas a utilizar con el grupo experimental para su contrastación el grupo de control. Definen 4 técnicas:

- a) "Preguntar y aprender juntos". Es básicamente una técnica de lectura en grupo.
- b) El Jigsaw. Una forma de organizar al grupo en parejas de especialistas y no especialistas para que aquellos asesores profundamente a los no especialistas.
- c) Una técnica para la resolución de problemas.
- d) Una forma cooperativa de organizar el laboratorio.

Los resultados del trabajo de Zafer y Mustafa muestran las ventajas del aprendizaje cooperativo sobre las formas convencionales. Los autores ofrecen también resultados cualitativos en cuanto a las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia. Actitudes desde luego del grupo experimental.

Para el trabajo de esta tesis son las dos primeras técnicas las utilizadas en el grupo de secundaria. La razón es que en la secundaria rural no hay laboratorio convencional y la resolución de problemas basta con el jigsaw y la asesoría pertinente del alumno especialista.

Como tercer antecedente Patricia Morantes en su “Conceptualización del trabajo grupal en la enseñanza de las ciencias” (*Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 3, No. 2, May 2009*) Esta autora ve en el lenguaje una barrera para los profesores de ciencias al momento de implementar alternativas diferentes a la clase magistral, al uso indiscriminado de fórmulas; es decir a la enseñanza tradicional. Ella pretende, con este artículo ayudar en este aspecto al precisar algunos conceptos referentes al trabajo grupal. Hace una distinción entre trabajo colaborativo y cooperativo aunque acepta que tal distinción es irrelevante para otros autores. También realiza un análisis de varios artículos que hagan una referencia al trabajo grupal.

Como cuarto antecedente Manuel Fernández y González buscan sentar las bases para una nueva asignatura a las que ellos llaman “Ciencia para el mundo contemporáneo”

(http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen5/Numero_5_2/Fernandez_Gonzalez_2008.pdf)

Esta nueva asignatura obedece a la necesidad de alfabetizar, científicamente hablando, a la población en general y que esta currícula debe considerar también a los estudiantes de secundaria que no van a ser ingenieros o científicos y que aún los que van a ser deben llevar también tal asignatura. Tal alfabetización consiste en reconocer la ciencia en los diversos escenarios sociales: en los comerciales, en las propagandas políticas, en los noticieros; dicho reconocimiento con fines de aprendizaje.

El trabajo de Fernández y González se introduce en las técnicas colaborativas al proponer el debate como una forma de aprendizaje de las ciencias:

Las leyes de la ciencia no son sustituidas por el debate, sino todo lo contrario: son el soporte del debate. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* Pag, 193 Fernández. González

El debate implica una organización de equipos, roles en los equipos; es decir Fernández y González entran de plano en el terreno del trabajo colaborativo. Sin embargo su trabajo no es aún una investigación que utilice técnicas colaborativas; es todavía una propuesta taxonómica dentro del constructivismo.

Un quinto antecedente es sobre el trabajo de Picquart de la UAM; *Lat. Am. J. Phys. Educ. 2, 29-36 (2008)*: “Qué podemos hacer para lograr un trabajo significativo en la física” En donde propone la resolución de problemas cuál si fuesen pequeños proyectos a realizar. Dentro de la metodología que propone para el trabajo hace mención del trabajo cooperativo mediante la organización en equipos, sustentando su propuesta en Vigotsky y en Piaget. Sin embargo dentro de la justificación y sustentación del trabajo en equipos no ofrece roles dentro del equipo, ni técnicas colaborativas a utilizar y mucho menos investigación respecto al trabajo colaborativo.

Un sexto y último antecedente para este trabajo será el de Collazos y Jair Mendoza: *Cómo aprovechar el “aprendizaje colaborativos” en el aula*. El artículo trata también del desarrollo del lenguaje en torno al colaboracionismo y cooperativismo en el aprendizaje y realiza una disertación sobre lo que significa cada uno así como una propuesta de roles a desarrollar. Sin embargo no presenta ninguna aplicación en el aula; es decir tampoco es una investigación. El artículo está

fechado en el 2006. Sin embargo las conclusiones que ofrecen Collazos y Mendoza pueden considerarse como un antecedente para el trabajo de esta tesis.

El aprendizaje colaborativo:

- No es nuevo; lleva más de un siglo pero desde los 70 ha sido considerado su estudio.
- No puede ser aplicado siempre.
- No funciona por si sólo
- No es simple. Las actividades de grupo son más complicadas que las actividades de la enseñanza tradicional

Una conclusión sobre los antecedentes de investigación de las técnicas colaborativas en el aula en la enseñanza de la física puede ser:

Lo más importante, en lo que se refiere al aprendizaje cooperativo (o colaborativo según el autor) en la enseñanza de la física en la primera década de este siglo; ha sido el desarrollo de lenguaje y la investigación es aún incipiente. Es de destacarse el trabajo de Zafer y Mustafa que realizan su investigación utilizando técnicas colaborativas que ellos mismos sistematizan y que las aplican en la enseñanza del electromagnetismo.

Antecedentes en relación a los KCs y las curvas de aprendizaje

En el artículo *Self-explaining in the Classroom: Learning Curve Evidence*; de Robert G.M. Hausmann y Kurt VanLehn; Ya hay una definición y aplicación de los KCs y las curvas de aprendizaje. El tema, como lo dice su título es sobre las ventajas de la auto-explicación de los estudiantes como apoyo para el aprendizaje robusto (Aprendizaje que perdura en el tiempo y es transferible a más situaciones).

La investigación contrasta dos propuestas: Cuenta-contenido de la explicación y cuenta-generación de la auto-explicación. En seguida una explicación de dichas propuestas:

1) Cuenta el contenido de la auto-explicación.

La siguiente tabla considera el contraste entre una explicación de enseñanza, con lo que debería ser considerada una alta calidad de explicación producida por el estudiante. El tema es el sistema circulatorio

Tabla 3. Explicación de un maestro, explicación de un estudiante

Explicación de enseñanza	Explicación producida por el estudiante
S7: <i>del lado derecho se bombea la sangre a los pulmones y del lado izquierdo al resto del cuerpo.</i>	S32: <i>Los músculos del ventrículo derecho se contraen y fuerzan a la sangre por el lado derecho, a través de la válvula semi-lunar por los vasos de los pulmones.</i>
“Así es, el lado derecho recibe la sangre, la bombea a los pulmones, los pulmones la traen de vuelta al lado izquierdo y de ahí se bombea sangre a través de la aorta por ese mismo lado izquierdo”	(pausa): “Me refiero a, creo que, yo entiendo ahora que, acabo de, No puedo pensar, No sé, pero hay una especie de músculo que se contrae que empuja la sangre, um, a través de la válvula en los vasos, pero yo no sé.”

Nota: el texto en *cursiva* es lo que dice el libro de texto de los alumnos

Las palabras clave para describir la diferencia entre ambas explicaciones son la completitud y la coherencia.

La explicación de enseñanza, generada por una estudiante de enfermería que fungía como tutora del grupo; es más completa y coherente que la explicación de los estudiantes. Además a la explicación de los estudiantes le falta fluidez, declaraciones con toma de sentido, y comentarios meta-cognitivos.

Dadas las diferencias entre las dos explicaciones, la cuenta del contenido de la auto-explicación predice que la calidad de la auto-explicación determinará el aprendizaje total. Así, una explicación de enseñanza es de más alta calidad que una explicación producida por los estudiantes y será más efectiva porque es más completa y coherente.

20

2) Cuenta-generación de la auto-explicación

En contraste, la generación-cuenta sugiere que es importante que el estudiante se active por medio de la auto-explicación. Que durante la auto-explicación el estudiante:

Realiza un proceso activo de aprendizaje, que incluye el acceso al conocimiento previo, desde la memoria a largo plazo, usando razonamiento y toma de sentido hasta hacerlo parte de su conocimiento profundo.

Los investigadores hacen mención del *efecto de generación*, el cual establece que los temas producidos por un individuo son probablemente más recordados y reconocidos a lo largo del tiempo. Hacen hincapié que este efecto ya ha sido probado en temas simples pero es aún un tema abierto si el efecto generación puede generalizarse a dominios más complejos, tal como procedimientos o aprendizajes conceptuales.

El estudio diseñado contrasta las dos cuentas de auto-explicación.

El experimento se aplica a 104 estudiantes, reclutados de 5 secciones de un segundo semestre, un curso de cálculo basado en física e impartido en la Naval la cual les dio crédito por su participación (N=104).

Se precisaron 4 condiciones experimentales y se reparten en 4 grupos aleatoriamente: Parafraseo para ejemplos completos (26), parafraseo para ejemplos incompletos (23), auto-explicación para ejemplos completos (27) y auto-explicación para ejemplos incompletos (28)

El dominio cubierto durante este experimento fue electro-dinámica, con énfasis en una fuerza actuando sobre una partícula cargada debido a la presencia de un campo eléctrico. Los materiales para la capacitación (problemas, ejemplos e indicaciones) fueron desarrollados en asociación con un instructor de LearnLab (<http://www.learnlab.org/>; Learnlab sirve a los investigadores con protocolos, herramientas para que puedan promover en los estudiantes el aprendizaje robusto) y otros dos físicos

Redacción de los KCs, análisis y resultados

Una de las suposiciones de LearnLab es que el conocimiento puede descomponerse en componentes individuales. Los Knowledge Components (componentes del conocimiento) son

unidades de conocimiento abstractas, las cuales incluyen conceptos, principios, reglas, conocimiento declarativo y esquemas. La ventaja de asumir que el conocimiento es descomponible es que permite a los investigadores seguir el aprendizaje de los componentes del conocimiento individual a través del tiempo y puede ser representado con curvas de aprendizaje, las cuales trazan una puntuación sobre las posibilidades de lograr determinado componente de conocimiento (KC). La suposición es que cuando los estudiantes aprenden, el número de errores decrecerá, tanto como su necesidad de ayuda.

Los KCs:

- KC1. Aplicando la definición de campo eléctrico ($F=qE$).
- KC2: dibujando un campo eléctrico (vectores).
- KC3: dibujando un vector, una fuerza eléctrica.
- KC4: Definiendo la carga de una partícula.

El componente de conocimiento más importante fue la aplicación de la definición de campo eléctrico porque fue lo principal del capítulo.

A modo de conclusión sobre los antecedentes de los KCs y sus curvas de aprendizaje:

Hay abundantes antecedentes en matemáticas pero en física relacionados con el tema de esta tesis no los encontré en el momento de la búsqueda; sin embargo la taxonomía está plenamente desarrollada y elijo escribirla en el marco referencial de este trabajo.

En el capítulo siguiente se da un recorrido teórico por los caminos del conductismo y constructivismo antes de abordar los aspectos teóricos específicos de este trabajo como son el colaboracionismo, los KCs y sus curvas de aprendizaje.

Capítulo 2 Conductismo y constructivismo

2.1. El conductismo y algunos antecedentes.

Introducción. Notas de Historia de la Psicología.

El Psicólogo alemán Hermann Ebbinghause (ver *Biografías y vidas*), quien fue el primero en estudiar científicamente la memoria. Y que además contribuyó de manera notable al convencimiento de que los métodos cuantitativos eran aplicables a los procesos mentales superiores (obtuvo su doctorado en 1873 en la Universidad de Bonn); sentenció: “La Psicología tiene un largo pasado pero una corta historia” [cf. Pozo. *Teorías Cognitivas del aprendizaje*]. Esta verdad aceptada durante mucho tiempo ha perdido vigencia y se ha encontrado que la Psicología comienza mucho antes.

Puede considerarse su comienzo cuatrocientos años a.c.; y puede puntualizarse dicho comienzo del siguiente modo:

- En el libro VII de la República de Platón se expone el mito de la caverna. *El mundo que nosotros conocemos, encadenados como estamos a nuestros sentidos, no es sino la sombra proyectada en una pared de la caverna de la realidad por las Ideas Puras que son imbuidas, al nacer, en nuestra alma.*
- Sócrates concreta el mito de la caverna al enseñarle a un joven que sus conocimientos de Geometría consiste en llevar a su conciencia las ideas que siempre estuvieron en su alma.
- Aristóteles rechaza la caverna de Platón; es decir las ideas innatas por la de la *tabula rasa* en donde se van imprimiendo las sensaciones. El conocimiento procede de los sentidos que se asocian según 3 leyes: la contigüidad, la similitud y el contraste. Nace pues el asociacionismo.
- En el siglo XVII Descartes, Leibnitz y Kant hacen resurgir la doctrina platónica mediante el racionalismo e idealismo.
- En los siglos XVII y XVIII el asociacionismo aristotélico alcanza su mejor expresión con Hobbes, Locke y Hume.
- El siglo XX. Puede considerarse que existe una historia oficial, por parte de Khun, de la Psicología; y que puede dividirse en dos partes:
 - 1) Como respuesta al subjetivismo surge el conductismo en la segunda década del siglo y se consolida a partir de 1930 entrando en un periodo de ciencia normal (el periodo en que la ciencia no sufre ningún cuestionamiento y funciona como la ciencia de la época). Se fundamenta en los estudios de aprendizaje mediante condicionamiento y considera innecesario el estudio de los procesos mentales superiores para la comprensión de la conducta humana. Como toda ciencia o teoría llega un momento en que no puede explicar múltiples fenómenos es decir; existe una anomalía empírica. Esto aunado al empuje de las nuevas tecnologías cibernéticas que vienen de la mano de la Teoría de la Comunicación, la Lingüística y la propia Cibernética, harán que el paradigma conductista entre en crisis a partir de 1950.
 - 2) A mediados de 1950 el conductismo es sustituido por el procesamiento de información y ya con la computadora resulta posible el estudio de los procesos mentales que el conductismo

marginaba. De esta forma se entra en un nuevo período de ciencia normal, esta vez bajo el dominio de la psicología cognitiva, Y el conductismo se considera en agonía. Este período alcanza hasta nuestros días.

De la historia oficial de la Psicología por parte de Khun surge la interrogante: ¿Realmente el conductismo esta casi muerto? ¿La Psicología Cognitiva puede considerarse ciencia normal?

.Tal vez con el trabajo de Skinner basta para responder a estas preguntas con un no rotundo. El conductismo no está muerto y tampoco la Psicología Cognitiva puede considerarse ciencia normal. Habría que hacer algunas referencias de su trabajo y de las aplicaciones de su trabajo para ver que el muerto que Khun mató goza de cabal salud. Pero antes algunas notas sobre el padre del conductismo en su versión más reciente basado en: C. George Boeree. *Teorías de la personalidad*. <http://www.psicologia-online.com/ebooks/personalidad/skinner.htm>.

Skinner nace en 1904 en Pensilvania y muere en 1990. Consigue su licenciatura en 1930 y su doctorado en 1931 y se queda en Harvard hasta 1936. Después de andar por otras universidades regresa a Harvard en 1948 en donde ya se queda el resto de su vida. Estos datos son importantes para mostrar que la obra del conductista más representativo es reciente y un modo de decir no a la supuesta muerte del conductismo.

El sistema de Skinner está basado en el **condicionamiento operante**. El organismo está en proceso de “operar” sobre el ambiente, lo que en términos populares significa que está irrumpiendo constantemente; haciendo lo que hace. Durante esta “operatividad”, el organismo se encuentra con un determinado tipo de estímulos, llamado estímulo reforzador, o simplemente reforzador. Este estímulo especial tiene el efecto de incrementar el operante (esto es; el comportamiento que ocurre inmediatamente después del reforzador). Esto es el condicionamiento operante: el comportamiento es seguido de una consecuencia, y la naturaleza de la consecuencia modifica la tendencia del organismo a repetir el comportamiento en el futuro.” Cf. C. Goerge Boeree

Algunas de sus técnicas, actualmente, se aplican en cárceles, hospitales psiquiátricos. Como ejemplo la economía simbólica que consiste en la ausencia o presencia de premios como monedas, caramelos según sea para reforzar o desalentar determinada conducta. Este ejemplo nos muestra que la Psicología Cognitiva no necesariamente vive como ciencia normal.

Sin irnos al extremo de los ejemplos de las cárceles u hospitales psiquiátricos de USA basta ver en las secundarias mexicanas los condicionamientos expresos para formar cierto perfil de ciudadano. Al estudiante de secundaria que comience a utilizar aretes o gorras en el salón de clases, el personal comienza a darle un trato de pre-delincuente por lo que se desalientan estas conductas de una manera tajante.

Pero, ¿Qué es el conductismo?

De acuerdo al trabajo de Skinner tenemos las palabras claves: **Condicionamiento operante, estímulo reforzador.**

El señala:

1. Orientación metodológica que estudia el comportamiento que sigue a una relación de estímulo y respuesta sin ser consciente de esa relación.
2. Estudio de la conducta en términos de estímulos y respuestas.

En un análisis más reciente, sobre el conductismo, Pozo, se centra en la búsqueda del núcleo de toda la diversidad de autores en las décadas de los 70 y 80 del siglo pasado (Pozo. *Teorías cognitivas del aprendizaje*). Enseguida un resumen de su trabajo.

Para desarrollar el núcleo del conductismo es necesario antes entender, a grandes rasgos, el trabajo de Hume (1739/1740). Veamos la siguiente puntualización acerca de su obra:

- a) El conocimiento está constituido exclusivamente por impresiones e ideas.
- b) Por a) se deduce que el origen del conocimiento son las sensaciones. Ninguna idea puede contener información sino es recogida previamente por los sentidos.
- c) Las ideas no tienen valor en sí mismas. El conocimiento se alcanza mediante los principios de semejanza, contigüidad espacial y temporal y causalidad.

El conductismo comparte la teoría del conocimiento de Hume y su núcleo central es el asociacionismo del conocimiento y del aprendizaje como hijo del asociacionismo aristotélico ya mencionado. Los rasgos constitutivos del conductismo serán:

- a) Principio de correspondencia. La mente, si es que existe, es una copia fiel de la realidad, un reflejo de ésta y no al revés.
- b) Es una teoría estímulo-respuesta (E-R). Está reducida a elementos simples: estímulos y respuestas.
- c) Ambientalismo. El conductismo como enfoque asociacionista y mecanicista, sitúa el principio motor de la conducta fuera del organismo. El aprendizaje siempre es iniciado y controlado por el ambiente.
- d) El carácter pasivo de organismos que se limitan a responder a las contingencias ambientales.
- e) La equipotencialidad. Las leyes del aprendizaje son igualmente aplicables a todos los ambientes, especies e individuos. En otras palabras, sólo existe una forma de aprender: la asociación. Existen tres tipos de equivalencia:
 - i) Toda situación de aprendizaje estará controlada únicamente por las leyes formales de la asociación, sin que el contenido de los términos asociados afecte el aprendizaje.
 - ii) El segundo principio hace referencia a la universalidad filogenética¹ de los mecanismos asociativos.
 - iii) El tercer principio establece la equivalencia entre organismos de la misma especie.

El conductismo, a partir de la década de los cuarenta recibe sus dos más duros golpes:

¹ Filogenia. Origen y desarrollo evolutivo de las especies y, en general, de las estirpes de los seres vivos Diccionario de la lengua española pág. 676

- 1) La época cibernética que hace posible el estudio de cómo funciona el humano.
- 2) Lo anterior agrava las anomalías empíricas que hasta entonces habían pasado desapercibidas.

El mayor ejemplo es el trabajo de García y Koeling (1966) que en sus experimentos con ratas mostraron que los estímulos de ningún modo eran neutros, que la rata tomaba decisiones. Se llegó a decir cosas tan risibles como “una rata tiene sus preferencias”. Queda pues establecida una selectividad en el aprendizaje.

Se comprobó además que ese aprendizaje selectivo podía producirse con sólo un ensayo, en un intervalo de algunas horas entre estímulo y estímulo sin que la rata emitiera alguna respuesta. La conducta del animal, por lo tanto no guardaba una correspondencia con las contingencias ambientales.

Al rescate del conductismo. Ante el ataque feroz al núcleo del conductismo surgen los neo-asociacionistas en la década de los ochenta que reformulan los experimentos con animales y aceptan sus limitaciones para explicar la conducta humana. También cambian E-R por E.E, sin embargo mantienen el núcleo duro del conductismo (no incluyen la selectividad en el núcleo) y con afirmaciones como “este animal está biológicamente más preparado para el aprendizaje” caen en los brazos de Platón; en las ideas innatas formuladas por el pensador griego.

Ventajas del conductismo

Una ventaja es que las conductas forzadas pueden inducirse mediante estímulos en condiciones de absoluto control. Por ejemplo las cárceles. Sin embargo, aún en estos escenarios las conductas esperadas o predecibles no suceden cómo es el caso de los motines o de los escapes de reos.

Otra ventaja es la enseñanza cuando no hay opciones ni tiempo para el aprendizaje. Es decir el aprendizaje puede significar la vida. Por ejemplo un bebé debe condicionársele, de tal modo para que no se caiga de un segundo piso, pues si se le permite experimentar puede significar sencillamente la muerte.

Misma situación que el bebé sucede con la enseñanza a las mascotas en su modo de conducirse en la ciudad. Muchas mascotas, por no haberlas condicionado adecuadamente, mueren atropelladas como puede verse cotidianamente en las ciudades.

Desventajas del conductismo

Aplicado en las aulas puede significar la inhibición de la creatividad, del talento y la premiación al servilismo y la chabacanería. En las secundarias mexicanas se premia mucho la obediencia servil que de ningún modo conduce a la libertad del pensamiento, indispensable para el desarrollo científico.

Dado el carácter selectivo del aprendizaje; el aprendizaje esperado ante determinados estímulos puede no suceder:

- Quien aplica el conductismo en el aula a diario tiene que vivir frustraciones debido a que el aprendizaje esperado no necesariamente sucede si se les estimula a los estudiantes de la misma forma.
- Un profesor que asume la selectividad, no se frustra, simplemente acepta los diferentes estilos de aprendizaje y busca diferentes formas para que el aprendizaje suceda.

A manera de conclusiones respecto al conductismo puede puntualizarse:

- 1) Puede afirmarse que el conductismo carece de sujeto y, si lo tuviera, sería una réplica de la estructura de la realidad, de acuerdo con el principio de correspondencia.
- 2) El conductismo fue incapaz de elaborar alguna teoría unitaria del aprendizaje que con tanto anhelo buscaba, a pesar de disponer de un núcleo teórico y metodológico común.
- 3) Con experimento de García y Koeling sobre las decisiones de las ratas por cierto sabor cae en tierra el principio de equivalencia de los estímulos. Queda pues establecida una selección de lo que se aprende.
- 4) El conductismo se ocupa exclusivamente de la relación entre los elementos de la asociación; sean estos estímulos o enunciados lógicos sin que le importe la naturaleza de dichos elementos y viéndose obligado a suponer la equivalencia funcional de los elementos relacionados. Como consecuencia el conductismo no puede explicar porque una cosa es más difícil de aprender que otra.

El conductismo pues, consiste en esperar que a determinadas formas de enseñanza sucedan determinados aprendizajes. Nunca funciona así. Los aprendizajes suceden a diferentes ritmos y veces con formas diferentes que las que uno pretende en primera instancia. Y también hay que aceptar que a veces uno no es capaz de lograr que el aprendizaje suceda, cómo lo muestran las pruebas de enlace año con año.

La búsqueda de múltiples formas ya implica una aceptación de la selectividad del sujeto (recuérdese que teóricamente el conductismo no tiene sujeto) en el aprendizaje; la búsqueda mediante diferentes canales de aprendizaje: auditivo, kinestésico, visual. Uso de pizarrón, trabajo colaborativo, aula multimedia, exposiciones de trabajos, en fin todo lo que implique la participación activa del estudiante, la construcción de su aprendizaje.

2.2. Enlace entre las teorías constructivistas y el colaboracionismo

Los orígenes de las teorías cognitivas del aprendizaje

Pozo habla de una nueva Psicología cognitiva a partir de 1956. Aunque debe considerarse que la Psicología Cognitiva ya tenía rato en Europa y entre sus más influyentes creadores están: BINET, PIAGET, DUCKER y VIGOTSKY. Enseguida, a rasgos muy generales, la obra de estos pioneros de la Psicología Cognitiva².

² La referencia para la obra de estos pioneros es Biografías y vidas. <http://www.biografiasyvidas.com/indices.htm>. a menos que se especifique otra.

BINET. Nace en Niza en 1857 y muere en 1911. En 1903 publicó *“Estudio experimental de la inteligencia”*, en donde expone los estudios realizados con sus dos hijas, produciendo la primera escala de inteligencia. Para ubicar el alcance de su obra en su época hay que entender que para entonces los psicólogos querían estudiar objetivamente aspectos de las funciones psíquicas, que dividían en elementos fundamentales siguiendo los planteamientos atomistas de la época; en cambio, Binet propuso estudiar globalmente la capacidad intelectual en función de la edad de los niños. Puede decirse que Binet es el padre de la Psicometría.

PIAGET. Neuchâtel, Suiza 1896- Ginebra, 1980. Para este Psicólogo los principios de la lógica comienzan a desarrollarse antes que el lenguaje y se generan a través de acciones sensoriales y motrices del bebé en interacción con el medio. Piaget estableció varios estadios sucesivos en el desarrollo de la inteligencia: Sensoriomotor, inteligencia intuitiva (estadio de sumisión al adulto); operaciones concreta y operaciones formales.

DUCKER. 1903 Leipzig; 1940. Acuñó el término *fijación funcional* para describir las dificultades en la percepción visual y en la resolución de problemas, que surgen del hecho de que un elemento de una situación en su conjunto ya tiene una función (fija) que tiene que ser cambiada para la toma de la percepción correcta o para encontrar la solución del problema.

VIGOTSKY. 1896-1934. Académico Ruso. Enfatiza en la importancia crucial del aspecto social para el aprendizaje; La importancia del significado social de la conciencia humana para el aprendizaje. Acuña el concepto de zona de desarrollo próxima (ZDP). Francisco Cascio. *Vigotsky*. <http://www.monografias.com/trabajos14/vigotsky/vigotsky.shtml>

La distancia entre el nivel real de desarrollo –determinado por la solución independiente de problemas y el nivel de desarrollo posible, precisado mediante la solución de problemas con la dirección de un adulto o colaboración de compañeros más diestros Cf. Francisco Cascio

La fecha oficial para el nacimiento de la Nueva Psicología Cognitiva; propuesta por G.A. Miller, coincide con las fechas de dos acontecimientos trágicos en nuestra América: fue un 11 de septiembre la caída de la democracia chilena, con la muerte de su presidente; y fue también un 11 de Septiembre los actos de guerra contra la ciudad de Nueva York; y para la nueva corriente Psicológica, fue un 11 de septiembre de 1956 en un Simposio celebrado en el M.I.T. y entre las celebridades asistentes puede mencionarse a Chomsky (algunos de sus artículos publicados, actualmente, en el diario mexicano la Jornada); Newell, Simon y G.A. Miller. En seguida una reseña general sobre cada uno de ellos.

CHOMSKY. 1928 en Filadelfia, Pensilvania, Estados Unidos, Estudió filosofía y lingüística en la Universidad de Pensilvania, donde se doctoró en 1955, año de su ingreso en el Massachusetts Institute of Technology (MIT). Considera que el cerebro humano tiene una capacidad innata para el aprendizaje de la gramática [21]. En 1957 publica *Estructuras Semánticas* donde da a conocer sus ideas sobre la nueva lingüística, con formas cuasi-matemáticas. ONU para la educación, las

ciencias y la cultura. *Infoamérica Chomsky*. Unesco, Universidad de Málaga, España.
<http://www.infoamerica.org/teoria/chomsky1.htm>

NEWELL y SIMON. Ambos comienzan a trabajar durante 1955 en el campo de la *inteligencia artificial*. Esta última idea aún no existía y se acuñó hasta el verano de 1956. Newell y Simon comenzaron a hablar sobre la posibilidad de las máquinas de enseñar a pensar. Su primer proyecto fue un programa que podría demostrar teorema matemáticos como los utilizados en Russel y Whitehead's *Principia Mathematica*. En el simposio de 1956 del MIT presentan *The Logic Theory Machine* donde demuestra algunos teoremas matemáticos utilizando un computador.

MILLER. En su Artículo: "The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information" publicado en *The Psychological Review* en 1956; Miller muestra nuestros límites para procesar información mediante un experimento de relacionar tonos diferentes con números; utilizando también el sistema binario; encontrando al 7 ± 2 como nuestro límite de procesamiento. He aquí algunas de sus expresiones respecto a la importancia del 7:

Mi problema es que he sido perseguido por un entero. Durante siete años este número me ha seguido en todo, ha incursionado en mis datos más privados, y me ha asaltado desde las páginas de nuestras revistas. Este número tiene una variedad de disfraces, siendo a veces un poco más grande y, a veces un poco más pequeño de lo habitual, pero sin cambiar nunca tanto como para ser irreconocible Cf. Stephen Malinowsky. *The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information*. *The Psychological Review*, 1956, vol. 63, pp. 81-97.

<http://www.musanim.com/miller1956/>

Algunos autores (Kessel y Bevan 1985, Mayer y Sigel 1981) opinan que la nueva Psicología Cognitiva recoge la influencia de Piaget, Binet, Vigotsky, Ducker. La Psicología Cognitiva, para 1956 ya era una corriente establecida en el viejo continente debido al rotundo fracaso del conductismo. Sin embargo tal influencia no es reconocida por algunos autores de los años 60 (Neisser, Lachman y Butterfield).

Continuando con este marco teórico, para el enlace entre el constructivismo y el trabajo colaborativo es fundamental mencionar lo siguiente

Acerca de³ los autores Rodríguez, Moreira y Acosta sobre el aprendizaje significativo de Ausubel es preciso señalar lo siguiente :

Aprendizaje significativo: pensamiento, sentimiento y acción.

- Ausubel precisa la importancia de una actitud significativa, pero es Novak quien considera la influencia de la experiencia emocional en el proceso de aprendizaje. "*Cualquier evento*

³ Ma. De la Luz Rodríguez Palmero, Javier Marrero Acosta, Marco Antonio Moreira. Revista electrónica: *Investigações em Ensino de Ciências* – V6(3), pp. 243-268, 2001.
http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID76/v6_n3_a2001.pdf

educativo es, de acuerdo con Novak, una acción para intercambiar significados (pensar) y sentimientos entre el aprendiz y el profesor” (Moreira, 2000 a, pág. 39/40).

- Es posible, por ejemplo, relacionar la asimilación, la acomodación y la equilibración piagetianas con el aprendizaje significativo;
- Cabe interpretar la internalización vygotskyana con la transformación del significado lógico de los materiales en significado psicológico, lo mismo que es destacable el papel de la mediación social en la construcción del conocimiento;
- Podemos también concluir que el aprendizaje será tanto más significativo cuanto mayor sea la capacidad de los sujetos de generar modelos mentales cada vez más explicativos y predictivos.
- Moreira aporta el concepto de *Aprendizaje Significativo Crítico: es aquella perspectiva que permite al sujeto formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, estar fuera de ella.*

Para Ausubel, “la exposición verbal es en realidad la manera más eficiente de enseñar la materia de estudio y produce conocimientos más sólidos y menos triviales que cuando los alumnos son sus propios pedagogos”.

Para Pozo:

Ausubel desarrolla insuficientemente la función de la toma de conciencia en la reestructuración del conocimiento. Se muestra una falta de atención a la naturaleza y a la persistencia de los conceptos previos del alumno cuando sólo se aplican estrategias expositivas.

Precisamente, está última crítica de Pozo respalda las actividades colaborativas como una gran opción contraria a las estrategias expositivas y Vigotsky señala:

La justificación del aprendizaje colaborativo, se avala porque el hombre es un ser social que vive en relación con otros y los grupos son la forma de expresión de los vínculos que se establecen entre ellos "... el psiquismo humano se forma y desarrolla en la actividad y la comunicación, destacando los beneficios cognitivos y afectivos que conlleva el aprendizaje grupal como elemento que establece un vínculo dialéctico entre proceso educativo y el proceso de socialización humana ..." cf. L. S. Vigostky (1982, 48).

Dirac planteó las funciones generalizadas y fueron otros matemáticos quienes vieron el cómo; así mismo, Vigotsky planteó el aprendizaje social y a otros les ha tocado ir definiendo el cómo. Parte de ese cómo son precisamente las técnicas colaborativas. Novak respalda la búsqueda del cómo al señalar la importancia de los sentimientos en el PEA.

En lo que se refiere a este trabajo interesa el enlace con los 4 niveles de madurez definidos por Piaget y la relación con los aprendizajes logrados.

Para Piaget hay factores de maduración en el proceso de formación de las estructuras cognitivas del individuo: Maduración, experiencia, equilibrio y transmisión social⁴

¿Cuál es el enlace de estos 4 factores con el trabajo colaborativo? y más precisamente ¿Cómo se desempeña el alumno; en su proceso de asumir el trabajo colaborativo de acuerdo a estos 4 factores?

Enseguida algunas respuestas que ofrece la teoría

30

- **Maduración.** Este factor se manifiesta en la medida que el alumno va haciéndose cargo de su propio aprendizaje y el trabajo colaborativo ofrece un ambiente natural para ello. *Los alumnos desarrollan sus propias estrategias de aprendizaje, señalan sus objetivos y metas, al mismo tiempo que se responsabilizan de qué y cómo aprenden. La función del profesor es apoyar las decisiones del alumnos (Gross 1997, p. 99).*

Esbozo de niveles de madurez de acuerdo a la experiencia en los dos último ciclos escolares respecto al trabajo colaborativo en el centro escolar que da origen a este trabajo:

- i) Cuando los procesos de colaboración comienzan es muy común ver signos de desesperación entre los alumnos, esperan la clase magistral para asumir su actitud pasiva —*No explica; dice desesperado algún estudiante*— Es éste un signo pleno de inmadurez del estudiante. Digamos que es el nivel 0.
 - ii) Los alumnos más inmaduros comienzan a participar primero apuntando algo en su libreta; jugando el rol como secretarios pero sin una participación todavía inteligente. Es decir; aún no aportan ideas en los procesos del grupo, pero tienen una incipiente participación. Es este el nivel 1.
 - iii) En este nivel sucede la participación ya de conjeturas. En el caso de uno de los alumnos que comenzó en el primer nivel daba gusto ver como conjeturaba sobre el descenso del humo vertical en una caja transparente; después de haber pasado por un tubo de papel y por lo tanto después de haberse enfriado. Es este el segundo nivel.
 - iv) El siguiente nivel es el de liderazgo del grupo. La estudiante (porque casi siempre es mujer) se hace cargo de la sistematización del trabajo, de la asesoría de los compañeros y dirige la presentación. En este breve esbozo, éste es el máximo nivel de madurez —el nivel 3.
- **Experiencia.** *Parafraseando a Jonson, el aprendizaje colaborativo constituye un sistema de interacciones cuidadosamente diseñado que organiza e induce la influencia recíproca entre*

⁴ Sebastián Ramos, Daniel Sánchez. *El cálculo de la fuerza resultante de un par de fuerzas sobre un punto fijo por los estudiantes de secundaria mediante técnicas colaborativas.* Revista electrónica: Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 4, Suppl. 1, Nov. 2010. http://journal.lapen.org.mx/LAJPE_AAPT/36_LAJPE-S1-25_Sebastian_Ramos_corr_f.pdf

los integrantes de un equipo y se desarrolla a través de un proceso gradual en el que cada miembro se siente mutuamente comprometido con el aprendizaje de los demás generando una interdependencia positiva. Patricia Morantes, Ronaldo Rivas Suárez. Vol 3 Num. 2 mayo de 2009. <http://www.journal.lapen.org.mx>.

Precisamente es en este sistema de interacciones donde la experiencia va creciendo. Jonson señala lo de “cuidadosamente diseñado” como una advertencia de que sólo de este modo el intercambio de experiencias sucederá con mayor eficiencia; no sucederá con cualquier técnica o cualquier sistema que se le ocurra al docente en el momento; el maestro debe planear cómo antaño se pedía y tal vez con mucho más detalle que el maestro tradicional como se señalará más adelante en una sección denominada mitos del trabajo colaborativo.

- **Equilibrio.** Que mejor ejemplo que el estudiante desesperado que pide a gritos una explicación del profesor para él tomar el apunte correspondiente. El desequilibrio de este estudiante es mayor cuando no sólo el profesor contribuye (a su desequilibrio) sino que los demás estudiantes “se paran” a buscar respuestas y le comienzan a preguntar a otros. Es cuando, todavía de mala gana, saca la libreta y comienza a apuntar lo que oye en un esfuerzo por equilibrarse en la nueva realidad social de su entorno. *Los estudiantes asumen roles desde múltiples perspectivas que representan diferentes puntos de vista de un mismo problema* (cf. Patricia Morantes, Ronaldo Rivas Suárez. Lapen Vol 3 Num. 2 mayo de 2009, p. 12). En este ejemplo, para fin de equilibrarse, el estudiante asume el rol de secretario, tal vez inconscientemente.

La transmisión social. A diferencia del tradicionalismo donde sucede “*la transmisión social*” — si es que así puede llamársele— de un modo monótono, unilateral y aburrido: un profesor explicando y un grupo de estudiantes oyendo y algunas veces apuntando; en los grupos colaborativos dicha transmisión sucede durante todo el proceso de existencia del grupo. Patricia Morantes resalta que las relaciones formales pueden sintetizarse en:

- a. El establecimiento de condiciones iniciales.
- b. El establecimiento de roles a los participantes del equipo.
- c. La estructura de interacciones productivas durante el desarrollo del trabajo en equipo.
- d. La presencia de un monitor que regule las interacciones

Los cuatro puntos resaltados evidentemente tienen que ver con actividades de transmisión social. Tal vez no con la misma intensidad, unos respecto a otros:

- i) Porque en el primer punto la intervención del profesor es obligada; requiere de explicar las condiciones.
- ii) En el punto b) quizá sólo explicar los roles y dejar que el equipo vaya definiendo el rol de cada individuo; o sea que en este punto el equipo comienza a tener procesos de **transmisión social ya propios**.
- iii) Definitivamente el tercer punto es ya meramente un intercambio de saberes al interior del grupo e inter-grupales. El rol del maestro se convierte en la de facilitador de la

transmisión social: rol que va desde conseguir material básico hasta dar alguna opinión o incluso explicar porque es conveniente su silencio.

- iv) Respecto al cuarto punto, el rol de regulación casi siempre lo asume la líder; de un modo prácticamente natural. El profesor debe simplemente, respetar eso.

En nuestro recorrido respecto al marco referencial hace falta ahora definir las técnicas colaborativas que han de emplearse y definir el tipo de investigación que ha de llevarse a cabo. Estas dos cuestiones serán abordadas en el capítulo 3 de este trabajo.

Capítulo 3 Técnicas colaborativas, KLI y tipo de investigación que se lleva a cabo.

Ya una vez justificado dentro del constructivismo, el aprendizaje colaborativo, requerimos definirlo eligiendo una definición entre varias fuentes de la literatura al respecto:

3.1 Colaboracionismo, técnicas colaborativas

3.1.1 ¿Qué es el aprendizaje colaborativo?

Algunas definiciones de la WEB

- a) Es el conjunto de métodos de instrucción o entrenamiento para uso en grupos, así como estrategias para propiciar el desarrollo de habilidades mixtas (aprendizaje y desarrollo personal y social).
- b) En el aprendizaje colaborativo cada persona es responsable de su propio aprendizaje, así como el de los restantes miembros del grupo (Johnson 1993)
- c) El aprendizaje colaborativo, es otro de los postulados constructivistas que parte de concebir la educación como proceso de socio-construcción que permite conocer las diferentes perspectivas para abordar un determinado problema.
- d) El aprendizaje colaborativo propone la armonía entre la dirección, maestros, profesores, estudiantes, padres de familia comprometiendo a todos en la búsqueda de respuestas a las exigencias sociales amparadas en un creciente desarrollo tecnológico.

Patricia Morantes hace distinción entre colaboración y cooperación

- e) En la *colaboración*, todos los miembros del grupo trabajan “juntos”, realizando las mismas labores para alcanzar el objetivo. En la *cooperación* el equipo divide las tareas en trozos, y cada uno de los miembros es responsable de una sub-tarea distinta, que al final son todas unidas para presentar el producto final.

f) *Aunque el Aprendizaje Colaborativo es más que el simple trabajo en equipo por parte de los estudiantes, la idea que lo sustenta es sencilla: los alumnos forman "pequeños equipos" después de haber recibido instrucciones del profesor. Dentro de cada equipo los estudiantes intercambian información y trabajan en una tarea hasta que todos sus miembros la han entendido y terminado, aprendiendo a través de la colaboración.*

La definición elegida es la f) por las siguientes razones:

- La primera definición se refiere a los métodos de instrucción que tendrán que llevarse a cabo en los “grupos pequeños” de trabajo
- La segunda definición enfatiza que los miembros del grupo se hagan responsables de su propio aprendizaje. Esto último concuerda con “trabajan hasta que todos lo han entendido y terminado”.
- Tercera definición. Evidentemente estamos hablando de constructivismo y de socioconstrucción.
- Cuarta definición. Esta definición tiende a ser más amplia; sin embargo el trabajo cotidiano en el aula no hace trabajar al padre o la madre en técnicas colaborativas y por eso los personajes de “afuera” son un tanto secundarios para la implementación de dichas técnicas.
- Quinta definición. La parte de f) que dice —*dentro de cada equipo los estudiantes intercambian información y trabajan en una tarea*— se refiere al **trabajo cooperativo**.

3.1.2. Técnicas colaborativas

Las siguientes dos técnicas fueron usadas en un tema de electromagnetismo de una universidad turca⁵. Cada paso de la técnica está generalizado para efectos que pueda servir en cualquier otro tema. Los tiempos están estimados considerando una lectura breve y la evaluación es sobre 100 puntos. Los puntajes de evaluación son a mi criterio; pensando ya en cómo aplicaría esta técnica. Este último cambio no cambia nada de la propuesta fundamental de la técnica. Antes de describir las actividades es necesario dar una definición.

Lectura a pasos. Consiste en la lectura de un texto breve, digerible para los estudiantes y que sea una parte del tema a tratar.

- 1) Circulando lectura a pasos (Aproximadamente durante 3 minutos): a cada estudiante le es dada una lectura a pasos.
- 2) Estudio individual de una lectura a pasos y preparación de un Cuestionario Individual (Aproximadamente 30 minutos): En esta etapa, los estudiantes leen su lectura a pasos y preparan sus cuestionarios individuales. Mientras preparan su cuestionario individual, los estudiantes deben ser advertidos que el cuestionario preparado será evaluado. Los estudiantes deben producir preguntas para aprender conceptos significativos de los tópicos de estudio. El puntaje debe ser de 10 puntos.
- 3) Formación de Grupos Cooperativos de 5 estudiantes (aproximadamente 5 minutos): Los grupos deben ser heterogéneos, tomando en cuenta el desempeño y nivel social de los estudiantes. Los miembros deben ponerle un nombre al equipo. (10 puntos). Estos Diez puntos son importantes porque los estudiantes al saberlo forman rápido sus equipos.
- 4) Grupo de Discusión y Preparación del Cuestionario del Grupo. (aproximadamente 30 minutos): Los cuestionarios se los reparte el grupo y cada uno le pone una calificación del 1 al 10; como forma de evaluación. Se saca el promedio de lo evaluado. Posteriormente los

⁵ Zafer Tanel and Mustafa Erol. *Buca Education Faculty, Department of Physics Education, Dokuz Eylul University, 35150, Izmir, TURKEY. Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol.2, No. 2, May 2008*

grupos preparan sus cuestionarios de grupo, los estudiantes deben ser también advertidos que los cuestionarios preparados también serán evaluados. En este proceso, la calidad del cuestionario preparado del grupo debe también ser evaluada. Para esta evaluación debe considerarse 20 puntos.

- 5) Intercambio de Cuestionarios de Grupo (duración 2 minutos): El material suministrado a cada grupo son las tarjetas del cuestionario de otro grupo.
- 6) Respondiendo las Preguntas recibidas por los Grupos. (10 minutos): Una vez discutidas los cuestionarios recibidos, los grupos preparan las respuestas y las escriben en la sección de respuestas de la tarjeta pregunta/respuesta que debe incluir nombres de miembros y nombre del grupo. 20 puntos (la evaluación debe ser cualitativa en el sentido de que si los estudiantes responden como producto de una colaboración genuina, entonces la calificación es 20 “aunque las respuestas no sean correctas”)
- 7) Presentación de Respuestas en la Clase y Discusión (30 minutos): Cada grupo, de manera resumida, debe presentar el cuestionario y su respuesta a la clase. Después de la presentación de cada grupo, debe haber una discusión para aclarar los mensajes poco claros. El puntaje debe ser 40 puntos

Para la aplicación de la siguiente técnica (Jigsaw) cuando fue puesta en práctica, antes de llevar a cabo este trabajo no pude aplicarse tal cual; seguramente por la adecuación que debe hacerse por la diferencia de niveles. Para este marco teórico la técnica aquí expuesta, es producto de tres fuentes: 1) La empleada por los investigadores en su investigación sobre enseñanza en electromagnetismo; 2) La experiencia del ciclo escolar 2008/2009 y 3) las mejoras para aplicarla ya dentro del desarrollo de esta tesis.

El proceso de aplicación de la técnica “Sierra caladora”(Jigsaw) incluye las siguientes actividades:

- 1) Formación de grupos sierra caladora (3 minutos): El grupo se divide en equipos de especialistas. Pueden ser 3 especialidades (más especialidades puede causar confusión): a) Problemas con velocidad constante; b) Cálculo de la resultante por el paralelogramo; c) Cálculo de la resultante utilizando el Cabri II plus. Los grupos se numeran del 1 al 3
- 2) Estudiando su especialidad. (2 sesiones de 50 minutos): Los grupos adquieren la especialidad que les tocó y la comparten con sus pares. Pueda ser que sea una lectura, pueda ser que sea algún problema sencillo o alguna destreza en algún software y su respectiva explicación con el fenómeno físico.
- 3) Evaluación por especialidades. Con una prueba sencilla el profesor verifica cuánto dio el estudio de especialidad. De acuerdo a los resultados el profesor debe tomar la decisión de qué hacer; si retomar el punto 2) o seguir adelante. Los alumnos deben ayudar a calificar para que el proceso sea fluido.
- 3) Desintegración de Grupos de Especialistas y Formación de grupos Sierra caladora (5 minutos): En esta etapa los estudiantes deben ser separados del grupos especialistas y formar grupos con algún especialista y otros (a lo mucho 3) que quieran adquirir esa especialidad.

4) Explicando los tópicos especialistas (2 sesiones de 50 minutos): Los estudiantes deben explicar sus tópicos especialistas al otro o a los otros. El especialista y el asesorado deben decirle al profesor cuando el aprendizaje haya sucedido, según su criterio. El proceso debe terminar cuando la mayoría haya aprendido, según criterio del grupo.

5) Criterio del profesor. En este caso la situación remedial fue citar a los alumnos atrasados para ir reforzándolos en los conceptos no aprendidos.

3.1.3. Elementos siempre presentes en el trabajo colaborativo

Para distinguir un paradigma de otro las palabras claves suelen ser los elementos distintivos. En el paradigma tradicional de enseñanza, las palabras son: pasividad, clase magistral, autoritarismo (aunque le llaman disciplina sus defensores), orden extremo en el aula, comunicación unilateral (del maestro al alumno), memorización. Las palabras claves del paradigma constructivista, que se apoya en el trabajo colaborativo, también ofrecen los elementos siempre presentes en las palabras que se derivan: Cooperación, comunicación, responsabilidad, trabajo en equipo (Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. *Aprendizaje Colaborativo* www.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/ac/Colaborativo.pdf)

a. **Cooperación.** Los estudiantes se apoyan mutuamente para cumplir con un doble objetivo: lograr ser expertos en el conocimiento del contenido, además de desarrollar habilidades de trabajo en equipo. Los estudiantes comparten metas, recursos, logros y entendimiento del rol de cada uno. Un estudiante no puede tener éxito a menos que todos en el equipo tengan éxito.

b. **Responsabilidad.** Los estudiantes son responsables de manera individual de la parte de tarea que les corresponde. Al mismo tiempo, todos en el equipo deben comprender todas las tareas que les corresponden a los compañeros.

c. **Comunicación.** Los miembros del equipo intercambian información importante y materiales, se ayudan mutuamente de forma eficiente y efectiva, ofrecen retroalimentación para mejorar su desempeño en el futuro y analizan las conclusiones y reflexiones de cada uno para lograr pensamientos y resultados de mayor calidad.

d. **Trabajo en equipo** Los estudiantes aprenden a resolver juntos los problemas, desarrollando las habilidades de liderazgo, comunicación, confianza, toma de decisiones y solución de conflictos.

e. **Autoevaluación.** Los equipos deben evaluar cuáles acciones han sido útiles y cuáles no. Los miembros de los equipos establecen las metas, evalúan periódicamente sus actividades e identifican los cambios que deben realizarse para mejorar su trabajo en el futuro.

En la atmósfera del tradicionalismo, las críticas hacia el constructivismo suelen ser duras y generalmente cotidianas y consistentes. Como un caso particular de esas críticas son “los mitos” referidos al trabajo colaborativo. Una forma equivocada de responder a estas críticas es el silencio o peor aún la agresión; se requiere saber defenderse con argumentos. Dicha defensa nos irá afianzando en nuestra propuesta e irá sumando adeptos en beneficio directo de los estudiantes.

3.1.4. Decálogo de mitos sobre el colaboracionismo

La puntualización de este decálogo corresponde a:

www.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/ac/Colaborativo.pdf páginas 33-36.

- La exposición está prohibida en el trabajo colaborativo

La exposición en las técnicas colaborativas sigue siendo un recurso valioso pero sirve para apoyar el trabajo de los equipos y casi siempre es breve. Cuando se utiliza bien, es decir; cuando los equipos necesitan una explicación general para seguir trabajando lo que menos hay es desgano; lo que si hay es una gran participación de buena parte del grupo.

- Los profesores no alcanzan a cubrir todo el programas porque las actividades colaborativas ocupan mucho tiempo

Cuando un grupo acostumbrado al tradicionalismo comienza con actividades colaborativas su rendimiento es ínfimo y su resistencia a aceptar el cambio es fuerte. Pero una vez que van apropiándose de las técnicas nuevas entonces su productividad va en aumento. En un principio, lo que procede con los grupos nuevos en esta modalidad es una buena dosis de paciencia.

- No hay suficiente tiempo en clase para las actividades con trabajo colaborativo.

En dado caso que alguna actividad “se salga”; del tiempo de clase; habría que dejarla para la siguiente, nada impide hacerlo. No obstante la mayor parte de las veces una planeación cuidadosa evitaría esos desajustes. Habría que también señalar que este mismo “mito” puede perfectamente aplicarse a las actividades tradicionalistas en caso de una deficiente planeación.

- Si las tareas se piden en equipo, algunos alumnos no contribuyen y reciben el crédito por trabajo que no hicieron

Las recomendaciones para evitar esto son las siguientes:

- a) Hacer exámenes rápidos e identificar, mediante el resultado, los estudiantes que no participan.
- b) Invitar a los estudiantes más atrasados a que expliquen los nuevos aprendizajes.

Estos exámenes rápidos pueden ser dos preguntas claves sobre el trabajo, llegando incluso a pedirle a los más avanzados que se abstengan de responder.

- El trabajo colaborativo significa que los estudiantes deben aprender por si mismos con poca participación del profesor

En el sentido tradicional la participación del profesor es fundamental, en el trabajo colaborativo, suele ser nula algunas veces. Muchas veces el profesor puede pasar varias sesiones “sin haber dado una sola clase”; es decir; que la clase magistral se convierte en un artículo de lujo con esta modalidad. En el sentido del trabajo colaborativo, el profesor debe estar atento a todos los equipos e ir viendo su avance ya sea para decidir no intervenir o para hacer alguna aclaración o para proponer la consulta de determinado material; es decir para facilitar el aprendizaje. La intervención directa del profesor, puede incluso ser un gran error, cuando los equipos ya tienen sus propios procesos.

- El trabajo colaborativo significa menos trabajo para el profesor

Es exactamente lo contrario; la planeación requiere de mucho más tiempo, y la participación en clase del profesor es mucho más intensa, aunque menos protagónica o de plano nada protagónica.

- Los profesores no realizan su trabajo si los estudiantes aprenden por si mismos

Argumentos en contra de este mito:

- a) Los profesores que trabajan por medio de técnicas colaborativas, conciben el aprendizaje mediante interacción social y no sólo de profesor a estudiante.
- b) La enseñanza debe comenzar con el conocimiento, experiencia y comprensión que tiene el alumno y no con lo que tiene el profesor
- c) El profesor debe abandonar la autoridad tradicional que le daba su rol de expositor.
- d) El nuevo rol del profesor es crear el ambiente para que los estudiantes descubran el conocimiento mediante la interacción.

- Los profesores deben cambiar todo el curso con el trabajo colaborativo

No es así. Algunas actividades pueden ser muy individualizadas y no ser parte de un trabajo colaborativo; como por ejemplo alguna evaluación muy técnica cómo si sabe resolver problemas con velocidad constante. De cualquier modo el siguiente cuestionario sirve como apoyo para determinada tarea en que queramos emplear alguna o algunas técnicas colaborativas.

- a) ¿Cuál es el objetivo de esta tarea; proyecto o actividad?
- b) ¿Cómo se colabora con el objetivo al pedir a los alumnos que trabajen en equipo?
- c) ¿El proyecto es suficientemente complejo y retador como para que no sea posible que el estudiante lo realice individualmente?
- d) ¿El proyecto requiere que los estudiantes sinteticen su trabajo de forma colaborativa, en lugar de sólo completarlo separadamente y después recopilarlo?

- Los profesores pierden el control en el trabajo colaborativo

El ruido y el bullicio son una consecuencia natural de la interacción entre los estudiantes.

3.2. El marco del conocimiento-aprendizaje-instrucción (KLI, por sus siglas en inglés).

Es este el nuevo elemento que debo considerarse para el marco teórico. En el ciclo 2009/2010 se aplicaron las técnicas colaborativas y como continuación de este trabajo, en el ciclo 2010/2011 se aplicó el marco teórico referentes a componentes del conocimiento y llevando a cabo mediciones con curvas de aprendizaje⁶.

⁶ Kenneth R. Koedinger Albert T. Corbett Charles Perfetti. *The Knowledge-Learning-Instruction (KLI) Framework: Toward Bridging the Science-Practice Chasm to Enhance Robust Student Learning*. Human-Computer Interaction Institute School of Computer Science Carnegie Mellon University Pittsburgh, PA 15213; Pittsburgh Science of Learning Center. June 7 2010.

<http://www.learnlab.org/documents/KLI-Framework-Tech-Report.pdf>.

3.2.1. ¿Qué es el KLI?

Sus siglas en inglés significan Knowledge-Learning-Instruction y es un marco teórico que abarca los tres componentes que constituyen su nombre. Aunque nos centramos en la taxonomía⁷ del conocimiento. Sugerimos la "complejidad" como un principio organizador clave y la utilización de la evolución temporal de la aplicación de una unidad del conocimiento, un proceso de aprendizaje, o un principio de enseñanza como método operativo para la conexión a tierra.

El propósito del marco y de los esfuerzos taxonómicos no es sólo la recogida y organización, sino la generación de nuevas preguntas e hipótesis de investigación

Nuestra hipótesis es que un principio de enseñanza en un determinado nivel de complejidad se aplicará a los componentes del conocimiento de semejante complejidad y a los de mayor complejidad, pero no para los de menor complejidad.

En otras palabras, las complejas estrategias de enseñanza (destinadas a apoyar el aprendizaje de procesos complejos de razonamiento deliberado y de toma de sentido) es mejor usarlos sólo para el más complejo de los objetivos, pero para simplificar las estrategias de enseñanza (destinadas a apoyar los procesos de aprendizaje más simples como la memoria) es pertinente y eficaz, para los objetivos de conocimiento, el uso de estrategias de menos complejidad. Ejemplificando:

- 1) Incitar a los estudiantes a la libre explicación (o hacer preguntas de profundidad) es eficaz y eficiente para aprender componentes de conocimiento complejo (por ejemplo, los principios, al igual que las propiedades de campo eléctrico, en matemáticas y ciencias) pero no es eficaz y eficiente para el aprendizaje de conocimientos componentes menos complejo (por ejemplo, las decisiones categóricas, como los artículos de Inglés, en el aprendizaje de segundas lenguas).
- 2) Cuestiones sencillas de lenguaje de memorización como el uso de la preposición "de" para la multiplicación en fracciones no debe de complicarse y debe darse la instrucción precisa.

3.2.2. Aprendizaje Robusto y definición de los KCs

El ámbito de aplicación del marco es el de dar cuenta de las condiciones para el *aprendizaje robusto de los estudiantes*: el aprendizaje que perdura en el tiempo (retención a largo plazo) y de las transferencias a las nuevas situaciones que difieren de la situación de aprendizaje a lo largo de varias dimensiones (por ejemplo, las diferencias superficiales en materiales y eventos de evaluación).

⁷ Taxonomía. Ciencia que trata de los principios, métodos y fines de la clasificación. **Diccionario Esencial de la lengua española.**

Como una extensión del aprendizaje Robusto tenemos un tipo de transferencia del aprendizaje acelerado; que esencialmente significa aprender a aprender; es decir, la adquisición de estrategias generales de aprendizaje que pueden aplicarse a una amplia gama de situaciones, así como el aprendizaje conceptual en el que en los conceptos se aprenden lo suficiente (es decir, profundamente, en forma bastante general) para transferir a un nuevo dominio. He aquí dos ejemplos:

- Por ejemplo, los estudiantes que llevaron una libre explicación en una unidad física en la electricidad los llevó a futuros aprendizajes acelerados en una unidad de magnetismo (Hausmann y VanLehn, 2007).
- Un hablante nativo de inglés que aprenda francés como segundo idioma, aprenderá el sistema específico de la lengua francesa que generó el marco de la lengua inglesa. Este aprendizaje puede proporcionar una sensibilidad de género marcado para acelerar el aprendizaje de otro idioma, aunque no tuvo un efecto inmediato

Tales efectos pueden surgir ya sea porque el estudiante tienen un mejor tratamiento de sus estrategias de aprendizaje al convertirse en un mejor auto-explicador o porque aprendieron conceptos de electricidad (principios de campo eléctrico, por ejemplo) de una manera general, más profunda, de tal manera que es más fácil de adaptar, de adquirir los conceptos de magnetismo similares (principios de campo magnético, por ejemplo).

Los KCS (componentes del conocimiento) serán las herramientas para aplicar el principio de complejidad ya especificado y la definición que ofrecen los autores:

Un *componente de conocimiento* es una unidad adquirida de la función cognitiva o estructura que se puede deducir del rendimiento en un conjunto de tareas relacionadas. En la práctica, se utiliza "componente de conocimiento" en términos generales (y potencialmente, pasar por alto importantes diferencias)

Debido a que el marco KLI tiene como objetivos el análisis de la formación académica, nuestra estrategia es centrarse en el conocimiento que se va a adquirir por parte de los estudiantes en el curso académico correspondiente. Esta estrategia general conduce a una más específica, para centrarse en el nivel de componente en el que el estudiante principiante comete errores. Así, mientras que los componentes se han integrado en otros componentes en forma jerárquica (por ejemplo, la comprensión de frases se basa en la identificación de palabras, que se basa en el reconocimiento de letras).

3.2.3. Principios pedagógicos que sustenta el KLI

Además del trabajo taxonómico que realizan los investigadores para la construcción del KLI también está la recopilación de principios pedagógicos. Para esta tesis se plantean los principios que sistematizan los investigadores de la universidad de Memphis, principios considerados por los investigadores que han ido construyendo el KLI

(<http://www.psyc.memphis.edu/learning/principles/index.shtml>)

Algunos de estos principios tienen demostración on line y algunos otros están en proceso de lograrse este tipo de demostración.

1) Práctica de recuperación.

Es la variable más importante en la promoción de la retención a largo plazo y para la transferencia; los alumnos, en repetidas ocasiones, generan respuestas con un mínimo de claves de recuperación.

Es importante que el estudiante lo haga en repetidas ocasiones pero en contextos diferentes. Un ejemplo sería la enseñanza de la pila eléctrica. Aprenderse sus elementos clave transfiriéndolos a varias situaciones de aprendizaje, por ejemplo: construyendo una pila eléctrica de agua con sal; o con limones o de una anca de rana. Este ejemplo ilustra tanto la recuperación como la transferencia.

La práctica de recuperación puede ocurrir durante cualquier revisión o en los exámenes. En relación a la recuperación tenemos dos efectos (sustentados por los experimentos de Glover):

- a) Efecto examen. En el que intervienen los exámenes para mejorar el aprendizaje de los conceptos que se recuperan de la memoria.
- b) Efecto de separación. Cuando las sesiones de revisión/examen son muy seguidas, no son tan eficaces para mejorar el aprendizaje, se requiere espaciarlas.

Resultados de los experimentos de Glover, 1989:

- Cuando una simple prueba fue administrada inmediatamente después del aprendizaje inicial, el beneficio de los efectos de examen fueron minimizados, en relación a cuando la prueba fue administrada dos días después.
- Considerando dos tipos de pruebas, Una prueba de reconocimiento y otra de libre recordatorio, y en relación a las claves de recuperación tenemos que la prueba de libre recordatorio produce un mejor rendimiento en una prueba final, independientemente del formato de la prueba final y además requiere un mínimo de claves en relación a la otra prueba de reconocimiento. Estos resultados sugieren que al acto de recuperación de la memoria que se le dan un mínimo de claves aumenta el efecto de las pruebas.

2) Variando las condiciones de aprendizaje.

Si las condiciones de aprendizaje varían se requiere un mayor esfuerzo y menos diversión pero deja un aprendizaje generalizado superior. En contraste, menos variabilidad de las condiciones de aprendizaje produce un mejor rendimiento inicial, pero resulta una menor transferencia del aprendizaje.

Los efectos de la variación en el aprendizaje han sido demostrados en tareas motoras/perceptuales así como en tareas mayores de la función cognitiva.

En una tarea motora para niños de 8 a 12 años tirando una bolsa de frijoles a un blanco variando la distancia (Kerr and Booth 1978). El grupo se dividió en dos:

- i) Grupo de baja variabilidad. Consistía en tirar 4 veces a partir de una distancia definida sin nunca variarla (criterio de distancia).
- ii) Grupo de alta variabilidad. Consiste en tirar 4 veces alrededor del criterio de distancia pero siempre sin coincidir con dicho criterio.

Aunque ambos grupos mostraron mejora sobre la práctica, el grupo de alta variabilidad superó al de baja variabilidad en la postest; donde el objetivo fue el criterio de distancia. Este resultado es interesante dado que el grupo de alta variabilidad nunca practicó conforme al criterio de distancia mientras que el grupo de baja variabilidad si lo hizo.

- 3) El aprendizaje es generalmente mejorado cuando los aprendices se les exige presentar la información que adquirieron en un formato distinto a la fuente que consultaron.

La representación y la re-representación de la información tiene implicaciones de cómo la gente organiza la información dentro de sí, reconoce la estructura informacional y finalmente conserva esta información tal como aprende otros materiales.

Variando las condiciones de aprendizaje los estudiantes re-representan la información y hacen un mayor esfuerzo pero producen una mejor retención y transferencia.

- 4) Conocimiento pobre. El nuevo conocimiento depende fuertemente de los conocimientos previos y de la experiencia.

Los aprendices tienen una serie de suposiciones y creencias que pueden servir como un marco mental para el aprendizaje. Usan el conocimiento previo para darle significado a los nuevos materiales. De este modo el conocimiento previo influye en cómo los aprendices interpretan la nueva información y deciden qué aspectos son relevantes y cuáles no lo son.

- 5) Aprendiendo Epistemologías. El aprendizaje es influenciado por nuestros estudiantes tanto como por nuestras epistemologías.

Además de los factores cognitivos, los factores emocionales también influyen en el aprendizaje. La motivación es una propiedad afectiva que da ánimos a un individuo al actuar.

Los objetivos de aprendizaje pueden ser contrastados con los objetivos de rendimiento:

- Los individuos en los objetivos de aprendizaje están motivados para desarrollar efectivamente su competencia en alguna tarea
- Los individuos de los objetivos de rendimiento están más interesados en redactar su competencia solamente, en lugar de buscar las oportunidades que los retan.

Otros factores que influyen en el desempeño de tareas difíciles

- Hay estudiantes que valoran y disfrutan el uso de la inteligencia, habilidad y esfuerzo en el desarrollo de alguna tarea difícil y son resistentes al fracaso.
- Si la falla se atribuye al esfuerzo en lugar de la falta de capacidad, el estudiante puede compensar esforzándose más. Estos estudiantes ven la inteligencia como maleable y la falla simplemente requiere una nueva estrategia o más esfuerzo.
- Para aquellos estudiantes que ven la inteligencia y las habilidades como algo fijo tiende a decrecer su esfuerzo.
- También los padres y maestros son un factor en el aprendizaje. Cuando las teorías de la inteligencia del estudiante parten de sus maestros y padres, entonces el estudiante tiene un buen aprendizaje.

Cuando el estudiante se centra más en el proceso de aprendizaje que en la inteligencia aumenta su esfuerzo en las tareas difíciles y en la implementación de metas de aprendizaje. Pero cuando el estudiante se centra en la inteligencia y menos en el proceso de aprendizaje puede perjudicar el rendimiento, especialmente en las tareas que el estudiante no se siente seguro en realizar..

6) **Experiencia en solitario.** La experiencia en solitario es un pobre profesor. En seguida cuatro aspectos que ilustran este principio:

- No es sorprendente que los alumnos tengan ideas preconcebidas sobre la materia que se enseña. Igual si estas nociones son equivocadas, pueden incrementarse debido a la experiencia cotidiana; más aún en ausencia de objetivos de retroalimentación.
- La gente puede tener algunas herramientas heurísticas para juzgar e interpretar los resultados pero la heurística puede ser un atajo mental que no siempre ofrece soluciones correctas.
- El uso de la heurística, como sucede a menudo, en situaciones cotidianas e inconscientemente, puede pasar por alto la forma en que se produjeron las ideas erróneas.
- La gente tiene una pobre meta-cognición; esto es, las personas son los peores jueces de lo que ellos creen saber (Maki 1998). La confianza basada en la familiaridad o facilidad del aprendizaje, no es un buen indicador de la adquisición de un conocimiento real.

7) **Evite el aprendizaje pasivo.** Promover comprensión en profundidad, evita situaciones de aprendizaje pasivo donde el profesor sólo lee y el alumno toma notas.

Aunque la comprensión profunda resulta de un proceso activo y elaboraciones significativas durante el aprendizaje, muchos salones de clase están desprovistos de tales elementos (Graesser, Person, & Hu, 2002). Muy pocas preguntas del profesor repercuten en un razonamiento profundo tal como integración y síntesis por parte de los estudiantes.

Las pruebas de elección múltiple:

- Son utilizadas a manera de asestar un tiro.
- No reflejan la comprensión de la materia y dan poca información de lo que el alumno ha aprendido.

- Los estudiantes pueden obtener una alta puntuación en este tipo de pruebas y no ser capaces de aplicarlo en algún otro contexto; es decir, no sucede la transferencia. Así un alto promedio no es indicativo de entendimiento profundo y puede enmascarar deficiencias en la comprensión.

El aprendizaje no debe ser visto sólo para recordar hechos de manera aislada sino de integración de objetivos de aprendizaje y aplicables a contextos fuera del aula.

8) Procesos de recordar

Para describir este proceso se requiere algo sobre la teoría de los rastros de la memoria. El Doctor Ramón Bargas del laboratorio de Fisiología de la UNAM sintetiza las hipótesis que plantea Hebb en 1949 acerca de las neuronas:

La primera hipótesis: Cómo cambia la fuerza de la sinapsis con el uso. A este fenómeno se le da el nombre de “plasticidad de largo plazo”. Entendiendo por fuerza de la sinapsis el potencial debido a los impulsos eléctricos en las neuronas.

La segunda hipótesis: Si las sinapsis cambian su fuerza con el uso deben formarse circuitos conectados de manera preferente; es decir grupos de neuronas que responden con un todo ante un estímulo.

El trabajo en conjunto, interdisciplinario de ingenieros, fisiólogos, matemáticos, cibernéticos ha dado una formalización lógico-matemática, para asegurar la existencia de un rastro de memoria.

El Doctor Bargas hace un símil para dejar claro lo que es el rastro de memoria:

“Nos gustaría pensar que el ensamble completo guarda un universal, algo así como el conjunto *silla*, surgido por habernos sometido al estímulo silla ininidad de veces. Que la variabilidad permita reconocer las instancias particulares de silla, aunque sean muy distintas (desde un trono hasta un banquito), esto es, que puedan ser identificadas como pertenecientes a dicho conjunto, y que pedazos de una silla puedan identificarse como pertenecientes a ella, es lo que denominamos *composicionalidad*. Uno de los requerimientos teóricos del ensamble. Si esto es así, el problema de los universales está resuelto: se materializan en forma de ensamblajes neuronales dentro de nuestro cerebro. Bueno, eso nos gustaría pensar. Los rastros de memoria serían los conjuntos.” Citado del link:

<http://www.jornada.unam.mx/2008/05/06/index.php?section=ciencias&article=a02n1cie>

Continuamos pues describiendo el octavo principio, el principio de recordar. Se trata del proceso que influye sobre lo que los alumnos recordarán o no recordarán en el futuro.

A pesar de que se pidió a los alumnos recuperar cierta información que facilitará su posterior recuperación de esta misma información; paradójicamente, hay un proceso selectivo "de olvido" de la información relacionada con lo que se les pidió que recordaran. Los autores Andersen, Bjork y Bjork (2000) etiquetan este efecto como "olvido retroactivo inducido". Desde la perspectiva de las teorías de los rastros de la memoria, los rastros de la memoria practicados/recuperados o de información elaborada son fortalecidos, mientras que los rastros para otra información son debilitados: o al menos no fortalecidos, el olvido retroactivo inducido tiene implicaciones de cómo los maestros deberían evaluar a los estudiantes.

Benjamin et al (2000) encontró que en base a la facilidad de recuperación de información durante la práctica, los alumnos con conocimientos más pobres tienden a sobreestimar su posterior recuperación de información con más de lo que se aprende mejor.

- 9) Menos es más
Especialmente cuando consideramos retención a largo plazo y transferencia.

Tabla 4. Razones para considerar este principio desde la naturaleza del aprendizaje y del aprendiz:

Desde la naturaleza del aprendizaje	Desde la naturaleza del aprendiz
Si el proceso de retención de la memoria se lleva a cabo con muy pocas claves de recuperación	Una persona procesa información en forma visual o auditiva, y la cantidad de información que puede procesar está limitada sin importar el tipo de información.
Si el aprendizaje se da variando condiciones o re-representando la información	Cuando se presenta un exceso de información a ser procesada, decimos que una persona tiene una sobre carga cognitiva
Cuando más esfuerzo se logra mayor generalización y retención	

Cualesquiera que sean las metas, tanto los maestros como los alumnos deben estar conscientes de ellas para lograr una cobertura amplia y profunda.

3.2.4. Tipos de KCS y formas para estimar su complejidad

KCS Constante → *constante*. Por ejemplo, "pi" es la relación del círculo de circunferencia y su diámetro. El ya mencionado "de" para la multiplicación en fracciones "¿Qué es $3/4$ de $1/2$?" a menudo el problema no es acerca de las matemáticas, sino de los estudiantes sin saber que "de" indica una "multiplicación".

KCS variable → *Constante*. Una segunda categoría se compone de KCS con condiciones variables de aplicación y una sola respuesta o constante. Por ejemplo, cualquier expresión que indica el cociente de dos cantidades es una fracción. Una vez más tal KC sólo puede ser representado de manera implícita en la mente de un estudiante (o de un experto) en que el estudiante pueda con precisión reconocer las expresiones con fracciones, pero no puede expresar cómo lo hace. Para la mayoría de los que comienzan a hablar inglés, la selección del conocimiento artículo es implícita – lo llevan a cabo en forma efectiva y con fluidez, pero no pueden explicar su elección.

Decimos que un KC se conoce explícitamente cuando los estudiantes pueden explicar el concepto, así como dar la respuesta adecuada en las circunstancias adecuadas.

KCS Variable → *variable*. Tal vez la mayor categoría de KC que tienen variables con condiciones de aplicación y con respuestas que varían dependiendo de las condiciones. En las matemáticas encontrar el área de un triángulo con altura H y base B, multiplicar $H \cdot B \cdot 1 / 2$. Al igual que con las otras categorías estos KC se puede saber de forma implícita, explícita, o ambos. También pueden variar en si tienen o no una justificación. Las reglas para la creación de los plurales son esencialmente arbitrarias y sobre el mundo simplemente son como son y por lo tanto, diferentes idiomas tienen diferentes formas para crear plurales. Algunos KCs, por otra parte, tienen fundamentos y son esencialmente determinada por la naturaleza. Por ejemplo, la fórmula para el área de un triángulo es una regularidad comprobada de espacios euclídeos que se aproximan en el mundo real. Nos apresuramos a señalar que no sólo porque un KC tenga un sentido lógico significa que el alumno conozca los fundamentos aún cuando conozca el KC. La importancia de la función lógica de las clases de KCs, sin embargo, es relevante al considerar si ciertas formas de instrucción, al igual que la argumentación colaborativa o el hablar responsablemente se basan en un determinado tipo de componente de conocimiento. El marco sugiere la hipótesis de que para KCs sin una razón de ser, los métodos de enseñanza como la argumentación colaborativa o el hablar responsablemente no pueden ser productivos.

Las distinciones entre KC implícita y explícita son importantes por varias razones, pero una de ellas es que las diferentes formas de la misma idea se pueden reforzar entre sí. Conocer un KC explícitamente, así como implícitamente puede significar para un estudiante más probabilidades de recuperarlo. Además, para los KCs que tiene sentido el apoyo de estrategias racionales para entender su razón de ser, si se conoce, puede servir para reconstruir un conocimiento olvidado, un componente parcial o mejor aún, adaptarlo en situaciones familiares.

Otra razón para hacer estas distinciones es que sugieren que los diferentes niveles de complejidad de los KCs pueden estar asociados con la dificultad en el aprendizaje.

Dos formas de estimar la complejidad de un KC

- 1) La primera es teórica. Cuanto más compleja es la descripción de los KC, el KC es más complejo. Al igual que las moléculas que se pueden hacer por otras moléculas, las descripciones de KCs tienen otros KCs de referencia.
- 2) Una base forma de la complejidad de un KC es el tiempo que le toma a los estudiantes para ejecutar correctamente el KC. En general un KC más simple se puede ejecutar más rápidamente que uno complejo.

3.2.5. Las curvas de aprendizaje

Para nuestras necesidades de aplicación serán simplemente gráficas de errores contra intentos.KC: Hacer la gráfica correcta de velocidad, partiendo de la medición de distancia contra tiempo.

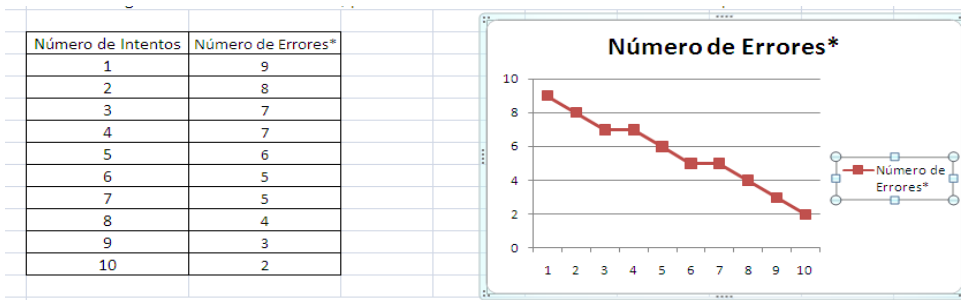


Figura 4 Ejemplo de una curva de aprendizaje. El número de errores se refiere a los equipos (de 3 integrantes) que realizaron mal las gráficas de velocidad.

Se consideran 10 equipos de tres integrantes cada uno.

NOTA: De este ejemplo se puede observar que el número de equipos que realizan la actividad al principio la mayoría comete errores de graficación, pero conforme se va realizando más veces la práctica de hacer la gráfica, el número de grupos con errores va disminuyendo, esto es, van aprendiendo a hacer las gráficas.

Ya referente a la implementación de las curvas, en este trabajo; en cuanto al tiempo de ejecución el criterio será algunos minutos a partir de que terminen los 3 primeros estudiantes. Una vez que termina el primer alumno; en los KCs simples el tiempo para terminar puede ser un minuto, pero en los más complejos el tiempo a considerar es de 3 a 5 minutos.

El recorrido del marco teórico por el conductismo, constructivismo, el colaboracionismo y el KLI el aspecto del conocimiento no ha mostrado el tipo de investigación que ha de llevarse a cabo. El siguiente punto de este capítulo tratará precisamente de eso: ¿qué tipo de investigación ha de llevarse a cabo?

3.2.6. Sobre el tipo de investigación de este trabajo⁸.

Notas sobre la investigación cualitativa y cuantitativa.

El empleo de los términos cuantitativo y cualitativo se hace en dos niveles:

- 1) Distinguir la naturaleza del conocimiento. ¿Cómo entiende el investigador el mundo y último objetivo de la investigación? (cf pp 18 y 19)
- 2) Los términos se refieren a los métodos de investigación (cómo se recogen y analizan los datos) y al tipo de generalizaciones y representaciones que de ellos se derivan (cf p. 18).

La investigación cuantitativa presenta resultados estadísticos en forma de números. La investigación cualitativa presenta los datos como narración (cf p 18)

⁸ James H Mcmillan y Sally Schumacher. *INVESTIGACIÓN EDUCATIVA: Una introducción conceptual*. Editorial Pearson; Addison Wesley. Quinta edición. Esta referencia es para todo 3.4.6 .

Para la siguiente tabla que se presenta:

Las letras negritas representan el texto del libro de referencia. Las letras normales las explicaciones del autor de este trabajo en relación al tipo de investigación.

Tabla 5. Siguiendo la tabla 1.2 de la página 18 capítulo I

Orientación	Cuantitativa	Cualitativa
Concepción del mundo.	Una realidad única, ej. Medida mediante una prueba. No se trata de una realidad única sino de múltiples formas	Realidades múltiples. Fera de ciencias, intercambios constantes colaborativamente, pruebas, uso de tecnología.
Objetivo de la investigación	Establecer relaciones entre variables medidas. Se relaciona el puntaje de la test con el nivel de madurez. En la aplicación de las técnicas colaborativas, los KCs y las curvas de aprendizaje para el ciclo 2010/2011 tenemos una cuestión cuantitativa mayor.	Comprensión de una situación social desde la perspectiva de los estudiantes. El estudiante al verse evaluado en su nivel de madurez implica una enorme posibilidad de cambio en las actitudes Las curvas de aprendizaje dan una excelente oportunidad a los estudiantes para ir mejorando.
Procesos de métodos de investigación	Los procedimientos (pasos secuenciales) son establecidos antes de que comience el estudio. Los procedimientos y pasos no son determinados antes del estudio.	Estrategias flexibles y cambiantes; el diseño emerge a medida que se recogen los datos. Las estrategias más bien son un proceso flexible, de construcción continua.
Estudio prototípico (ejemplo más claro)	Diseño experimental para reducir sesgos No hay tal diseño experimental	Etnografía que emplea una "subjetividad sistematizada. El nivel de madurez, que es una de las variables, tiene un carácter subjetivo y además que puede cambiar en el proceso.
Papel del investigador	Desvinculado por el empleo de una prueba. No habrá tal desvinculación	Personas preparadas se integran en la situación social. Integración total al proceso de investigación. Esto es exactamente lo que se pretende.
Importancia	Meta: generalizaciones universales libres	Meta: generalizaciones

del contexto	de contexto. Importancia ante la objetividad del proceso. En mi investigación no es así; el contexto es fundamental.	universales vinculadas al contexto. Así se espera que se realice.
--------------	--	---

De la tabla anterior puede concluirse que mi investigación es cualitativa, aún cuando la parte cuantitativa no esté desdeñada.

Funciones de la investigación.

Respecto a si la investigación, referente a esta tesis; es básica, aplicada o evaluativa definitivamente mi investigación es aplicada:

Pretende comprobar, mediante una práctica determinada la funcionalidad, la veracidad de la teoría constructivista con una de sus múltiples aplicaciones: el aprendizaje mediante técnicas colaborativas y la aplicación de éstas en la construcción y aplicación de los KCs y sus curvas de aprendizaje.

Las investigaciones cualitativa y cuantitativa no son necesariamente excluyentes. Encuentro que mi investigación es principalmente cualitativa, sin que deje de ser cuantitativa.

La parte cualitativa se obtiene por medio datos de observación en clase; Me refiero a los niveles de madurez; es decir son datos subjetivos que adquieren un número a partir de una observación. La parte cuantitativa son la test y la postest y las tablas y sus curvas de aprendizaje. La variable madurez “quita la objetividad” entre la test y postest por su posibilidad de cambio en los adolescentes.

Es una investigación aplicada, cualitativa interactiva del tipo observaciones de campo. Hay sin embargo también datos numéricos pero hay conclusiones no numéricas.

Sobre los alcances de esta investigación

Es importante determinar si nuestra investigación tiene por objetivo la predicción, o la generación de teorías, o la interpretación de significados, o una guía para la acción (Enrique Yacuzzi: El estudio del caso como metodología de Investigación; link http://www.automark.com.mx/MYRNA_estudiosdecaso.pdf)

De los posibles alcances que menciona el académico Enrique Yacuzzi; mi investigación coincide más con servir de guía para la acción: Prioritariamente guía para mí mismo en próximos cursos; así como para el personal de este nivel a quien pueda interesarle y servirle mi trabajo.

Capítulo 4 Metodología y desarrollo

4.1 La aplicación de las técnicas colaborativas para el ciclo 2009/2010

La secuencia didáctica en líneas generales será la siguiente:

- 1) La percepción del movimiento. Las técnicas a emplear será lectura a pasos descrita en el marco teórico de esta tesis. Las lecturas serán escogidas en el momento de la planeación.
- 2) Velocidad constante. Las dos técnicas a emplear serán los trabajos prácticos y el Jigsaw. Los trabajos prácticos también a definirse en el momento de la planeación.
- 3) La aceleración. Deng enfatiza sobre la utilización de ideas clave para el nivel (Zongyi Deng, *The distinction between Key ideas in Teaching School Physics and Key ideas in the Discipline of Physics*). La pregunta sería ¿cuál es la idea clave para la enseñanza de la aceleración al nivel secundaria? La enseñanza del concepto físico del cambio de la velocidad de manera uniforme.
¿Y la parte matemática? La ecuación que involucra a la distancia, a la aceleración y al tiempo aún en un movimiento rectilíneo no es una idea clave para la enseñanza en secundaria por estar fuera de su entorno cognitivo y la fórmula se convierte en algo transitorio —en algo mientras pasa la clase de ciencias.
Una idea clave es, por ejemplo, que en un plano inclinado vean cómo la velocidad es distinta a diferentes inclinaciones y en base a esto llegar al concepto de aceleración.
- 4) Concepto de fuerza. Como responsable de la aceleración y mediante mediciones diversas.
- 5) La fuerza resultante. En seguida el problema nodal a resolver

El problema técnico es dadas dos fuerzas, un punto en común desde dónde actúan y un ángulo entre ellas: calcular la fuerza resultante. Los ángulos considerados son entre 0 y 180°.

Crear 3 especialidades para el Jigsaw: cálculo de la resultante por medio del paralelogramo, cálculo de la resultante utilizando el Cabri II y cálculo de la resultante utilizando el sensor de fuerza.

Repartir hoja de instructivos para cada especialidad con la lectura a pasos y empezar con la técnica inmediatamente.

De cualquier modo es necesario trazar algunas líneas generales para cada actividad general

Para la actividad del paralelogramo con juego de geometría:

- i) Primero un aseguramiento de destrezas básicas cómo trazar paralelas.
- ii) Un ejemplo uniforme para el grupo de especialistas, en este caso la guía a entregar.

La guía contempla un ángulo por alumno y una tabla para registro de la resultante. Las dos fuerzas deben ser constantes.

Para la actividad con el Cabri

El equipo de especialistas se reparte las computadoras (dos por equipo) y comienzan a seguir el instructivo.

Se hace un recorrido para ir corrigiendo detalles del aprendizaje. La experiencia ha mostrado que este tipo de destrezas las generaciones actuales las aprenden muy rápido y bien.

De acuerdo al par de fuerzas que cada equipo escoja se les pide hagan una tabla en Word y registren sus resultados con ángulos que oscilen entre 0 y 180°.

Vuelven a juntarse los equipos originales y sacan sus conclusiones y las exponen en plenaria.

Para el uso de sensores y el cálculo de la fuerza resultante

Se entrega un dispositivo para que el cálculo de la fuerza sea más fácil. Este dispositivo fue creado por una maestra de otro municipio que conoció nuestro trabajo. Consiste simplemente en una tabla con varios círculos y ligas. Los círculos tienen clavos para con las ligas conseguir fuerzas constantes y obtener la resultante sobre esta base; es decir fuerzas actuantes constantes y ángulo que varía.

Los niveles de madurez serán registrados en las listas de asistencia mediante observación del trabajo en equipos. Dentro de la misma lista llevar registros como indica la siguiente tabla.

Tabla 6. Para la evaluación habría que hacer un registro de este modo:

Alumno	Problemas con velocidad constante	Concepto de aceleración	Concepto de fuerza	La fuerza resultante
Eduardo Molina	10	9	5	5
Jesús Meza	10	10	10	10

Habría que definir los indicadores para poner las calificaciones. Dichos indicadores se especifican en “el examen”.

El examen

Puede resumirse en cinco preguntas que servirían para enlazar los conceptos físicos con los niveles de madurez

- 1) ¿Los estudiantes distinguen los intervalos de distancia y tiempo?
- 2) ¿Distinguen la $d=0$ cuando $v=0$?
- 3) ¿Distinguen distancias negativas?
- 4) ¿Puede graficar a partir de un enunciado?
- 5) ¿Conoce la relación fuerza resultante ángulo de inclinación?

52

Estas cinco preguntas son para el maestro, al estudiante se le presentan en forma gráfica como sigue

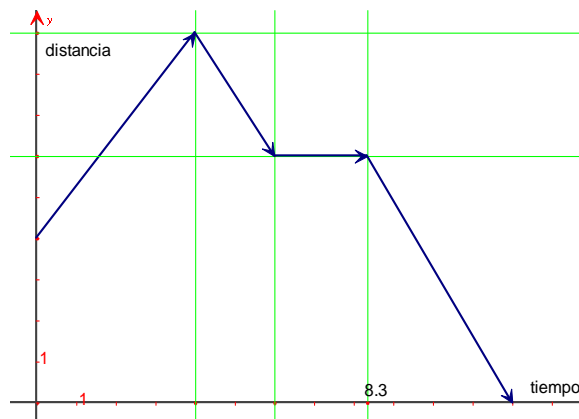


Figura 5. Los 4 vectores representa el movimiento para 4 velocidades diferentes. El alumno debe saber encontrar dichas velocidades

Llena la siguiente tabla:

Tabla 7. En esta tabla el alumno llenará los datos correspondientes a la figura 1

Velocidad	Distancia	Tiempo	Valor de la velocidad
V1			
V2			
V3			
V4			

Las actividades para cubrir las dos actividades generales restantes:

- Lecturas para el concepto de fuerza.
- Destrezas en el Cabri para la suma de vectores.
- El cálculo de la fuerza resultante por medio del sensor.
- El cálculo de la fuerza resultante mediante el método del paralelogramo.
- Comparación de resultados utilizando las tres formas de realizar el cálculo: mediante sensores; mediante el método del paralelogramo y mediante el Cabri.

En lo que sigue se hace una descripción de la implementación de la propuesta comenzando por la feria de ciencias.

53

La feria de ciencias:

Se presentaron 3 productos esencialmente:

- Un gráfico de velocidades diferentes constantes; con el correspondiente cálculo.
- Un gráfico del ejemplo de movimiento acelerado
- Un gráfico de 4 grandes errores. Este surge de la revisión de las libretas de los niños por parte del maestro y consisten básicamente:

- Gráficos que representan retrocesos en el tiempo
- Gráficos que consideran dos o más velocidades en una recta que representa cierta velocidad
- Gráfico que representa mismas velocidades en un movimiento acelerado.
- Gráfico que representa el recorrido de cierto intervalo de distancia en 0 segundos.

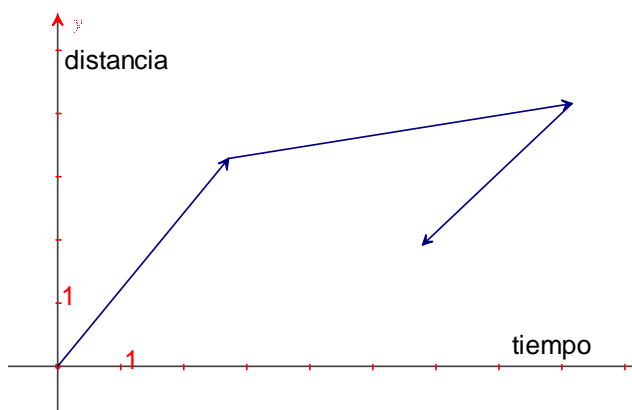


Figura 6. El tiempo no puede regresar

¿Dos velocidades diferentes?

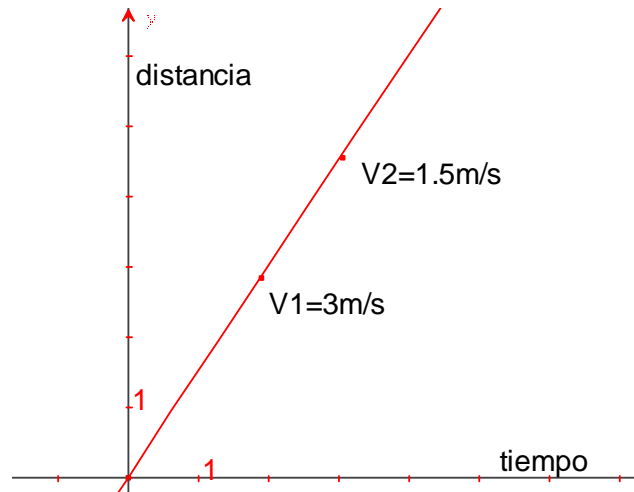


Figura 7. Una recta representa el movimiento a velocidad constante; considerar dos velocidades diferentes es un gran error

Error en el movimiento acelerado

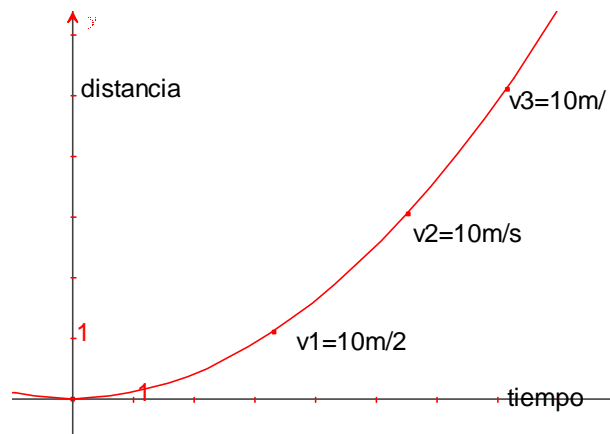


Figura 8. En un movimiento acelerado la velocidad va cambiando

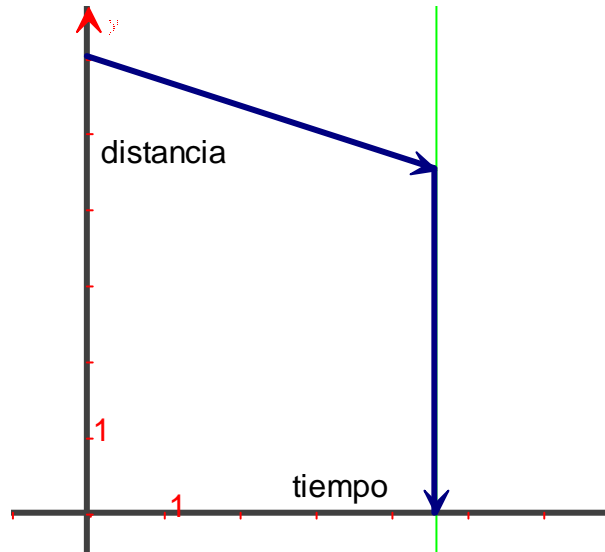


Figura 9. No es posible recorrer cierta distancia en 0 segundos

El cálculo de la fuerza resultante

Aplicación del Jigsaw para compartir aprendizajes de las tres formas de realizar el cálculo: a) Mediante los sensores; b) mediante el método del paralelogramo y c) mediante el Cabri

Uso de los sensores para el cálculo de la fuerza resultante:



Figura 10. Cada liga representa una fuerza previamente medida sobre la línea de acción y la medición de la fuerza resultante se hace sobre la bisectriz del ángulo (la bisectriz como una aproximación a la dirección real)

Respecto al método del paralelogramo se reparten ángulos entre 10^0 y 180^0 y se pide a los alumnos que calculen la resultante para un par de fuerzas idénticas para todos (el par escogido fue de 12N y 8N. Se les pide que concentren los resultados en una tabla y escriban sus conclusiones.

Respecto al Cabri por la enorme facilidad de cambiar el ángulo a voluntad el trabajo se realiza por tercias (debido a que las computadoras no alcanzan para que sea individual) y se les pide también que escriban sus conclusiones.

Un ejemplo de medición en el Cabri

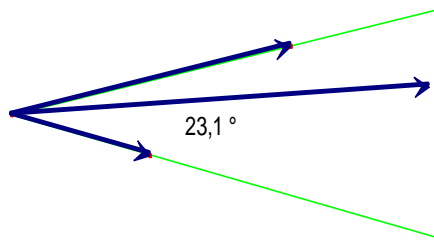


Figura 11. El software permite mover alguna de las semirectas y variar el ángulo a voluntad; en la medida que cambia el ángulo, cambia la resultante.

Es necesario que los alumnos vean que el cálculo de la fuerza resultante mediante el paralelogramo, el software utilizado y el sensor producen la misma conclusión física.

Comparación de las tres tecnologías:

La facilidad de definir el par de fuerzas tanto en el Cabri como en el método del paralelogramo no existe para el caso de los sensores (a menos que se usaran dinamómetros; pero el ciclo pasado se descompusieron dos y no los hemos repuesto) así que tuvimos que limitarnos a las ligas que muestra la fotografía de la figura 5. Se mide por separado la fuerza que ejerce cada liga en el sensor y posteriormente la fuerza resultante y ésta tuvo que ser diferente para cada ángulo. Sin embargo para cada ángulo participaron diferentes alumnos y así se aseguró la participación del grupo.

Para facilitar la tabla que resumiese la comparación definimos 4 equipos: el equipo de 30° ; el equipo de 60° ; el de 80° y el de 120° . Cada miembro del equipo calculó, mediante el paralelogramo, la resultante del par de fuerzas, previamente medida en los sensores. En seguida sacaron promedio de sus resultados para registrar dicho promedio en la tabla. Finalmente hicieron el mismo cálculo en el Cabri. A continuación la tabla resumen:

Tabla 8. Comparación entre las 3 tecnologías

Ang.	F ₁	F ₂	F _s	F _c	F _p
0°	6.5	13.22	18.83	19.72	22.9
30°	11.05	12.40	21.27	22.65	23.84
60°	5.02	10.82	13.89	14.02	15.20
80°	6.05	12.87	18.13	17.66	18.5
120°	11.44	5.06	8.74	9.93	10

Donde F₁ y F₂ son el par de fuerzas para cada ángulo; F_s es la fuerza resultante que da el sensor

F_c es la fuerza resultante que da el Cabri

F_p es la fuerza resultante mediante el paralelogramo

La unidad de medida es el Newton y para el Cabri y el paralelogramo el acuerdo es 1cm= 1N.

Breve prueba

Tabla 9. Para evaluar la fuerza resultante

$$F_1=6.8N; F_2=9.4N$$

Ángulo	0	30.7	180	150	50	10
Fuerza R						

Acomoda las fuerzas donde creas conveniente:

15.6 N; 15.1 N; 14.7N y 4.9 N

La intención es que la resultante para los ángulos de 0 y 180 los alumnos las concluyan de sus diversas actividades y el acomodo lo hagan de acuerdo a las conclusiones de sus actividades con el Cabri y el método del paralelogramo. Los datos de la resultante son producto del Cabri; es decir son reales.

4.2 La aplicación de los KCs y sus curvas de aprendizaje para el ciclo 2010/2011

Las técnicas colaborativas pasan a ser una cuestión cotidiana en este ciclo; algo que será usado diario en las diferentes actividades. Sin embargo la exposición es muy importante en los KCS sencillos para aclarar el lenguaje y este no se convierta en un obstáculo para el aprendizaje.

La secuencia didáctica para esta propuesta la dan los KCs y para este trabajo se consideran 11 de ellos.

KC1. En un plano cartesiano de distancia vs tiempo, reconoce la recta como el modelo matemático idóneo para la velocidad constante

KC2. Dada la gráfica de velocidad constante y dos o más puntos cualesquiera,, en la recta, identifica la misma velocidad.

KC3. Sabe graficar a velocidad constante en condiciones iniciales $d=0$; $t=0$.

KC4. Sabe calcular la velocidad, distancia y tiempo en condiciones iniciales $d=0$; $t=0$ mediante interpolación.

KC5. Asocia la inclinación con la magnitud de la velocidad.

KC6. Sabe distinguir entre velocidad negativa, positiva y cero.

KC7. Sabe graficar en condiciones iniciales $t=0$; $d>0$.

KC8. Sabe graficar en condiciones iniciales $t>0$; $d=0$

KC9. Sabe calcular la velocidad en condiciones iniciales $t=0$ y $d>0$.

KC10. Calcular la velocidad en condiciones iniciales $t>0$ y $d=0$

KC11. Considerar la aplicación de dos fuerzas con varios ángulos en un punto fijo. Dadas las fuerzas resultantes el estudiante será capaz de identificar el ángulo con la fuerza resultante respectiva.

Dentro de los principios de la Universidad de Memphis es útil mencionar el principio 7 que dice que debe evitarse el aprendizaje pasivo. Una forma de aplicar este principio es la enseñanza de la Física en contexto.

Así mismo Elizabeth Swinbank (pág. 22 de las memorias del XVIII taller celebrado en la ciudad de Puebla) plantea la siguiente sistematización acerca de la física en contexto:

El uso de contextos como punto de partida en la enseñanza de la ciencia tiene más beneficios que los enfoques convencionales:

- La mayoría de los estudiantes disfrutaron de sus clases de ciencias.
- Los estudiantes comprenden la ciencia al menos como lo harían en cursos convencionales.
- Algunos estudiantes sienten más disposición positiva para estudiar ciencias a un nivel superior

Enseguida se especifica el contexto físico en que se lleva a cabo la implementación de los KCs y sus curvas de aprendizaje.

Física en contexto como elemento fundamental

Para las actividades de medición definimos diferentes roles:

- Los medidores. Estos estudiantes se encargaban de medir distancias y tiempo.
- Las secretarías. Se encargan de apuntar lo que los medidores van dictando.
- Los técnicos. Se encargan de que funcionen las cosas: el sensor, la camioneta eléctrica.
- Los participantes. Los caminadores, corredores o quienes se deslizan en una bicicleta.



Figura 12. La camioneta eléctrica (construida por los alumnos que aparecen) va hacia el sensor. Este ejemplo ayuda para comprender el KC1 y KC6 (velocidad negativa)



Figura 13. La camioneta eléctrica se aleja del sensor; Ejemplo de velocidad positiva. Contexto para KC1; KC2 y KC6



Figura 14. Un rol importante son las “secretarias”. En este caso ellas apuntan los tiempos de un caminador y un corredor.



Figura 15. Contexto para aprender el movimiento acelerado uniforme. El ciclista desciende 150 metros y será medido su tiempo parcial en algunos puntos del recorrido previamente definidos.



Figura 16. Preparándose para medir la constante g utilizando el sensor de movimiento.

Capítulo 5. Recogida de datos y conclusiones

62

5.1 Respecto a las actividades colaborativas del ciclo 2009/2010

Los niveles de madurez fueron recogidos en las primeras aplicaciones de técnicas colaborativas; en particular la lectura a pasos. Mientras hacían su trabajo se iba observando sus actitudes. A partir de dos observaciones se toma la decisión del nivel de madurez de cada uno.

Algunas evidencias respecto a la aplicación de la lectura a pasos

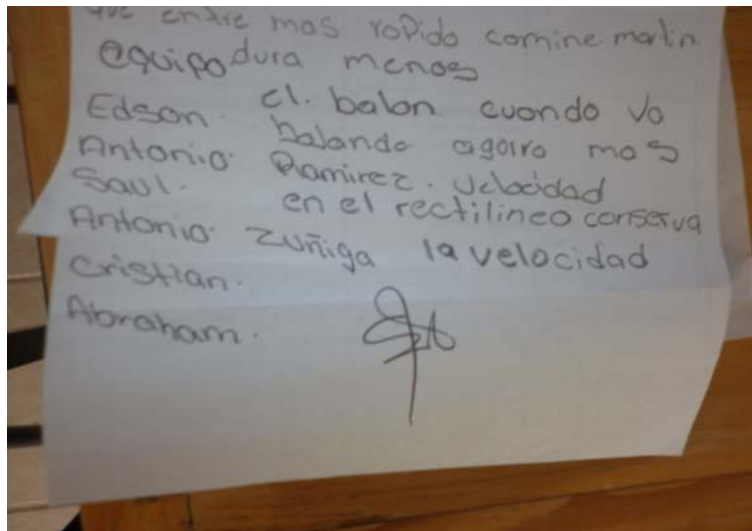


Figura 17. En este breve reporte de lectura se observa que estos alumnos comienzan a construir su concepto de aceleración separándolo de velocidad constante.

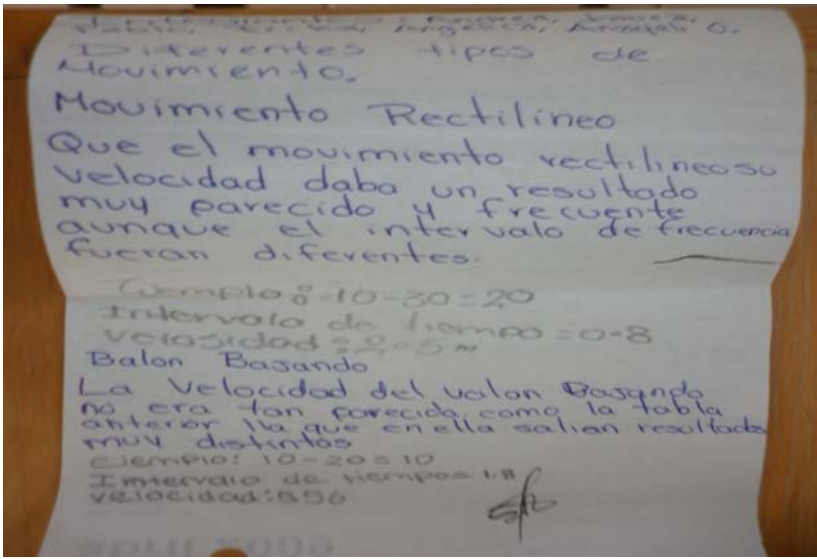


Figura 18. Este equipo analiza dos tablas; una de velocidad constante y otra de aceleración uniforme. En la expresión “no era tan parecida” distinguen ya una diferencia matemática entre la aceleración y la velocidad. Como otro dato cualitativo, acerca de la construcción del concepto de aceleración, es esta anotación de la libreta dedicada a este trabajo que se presenta.

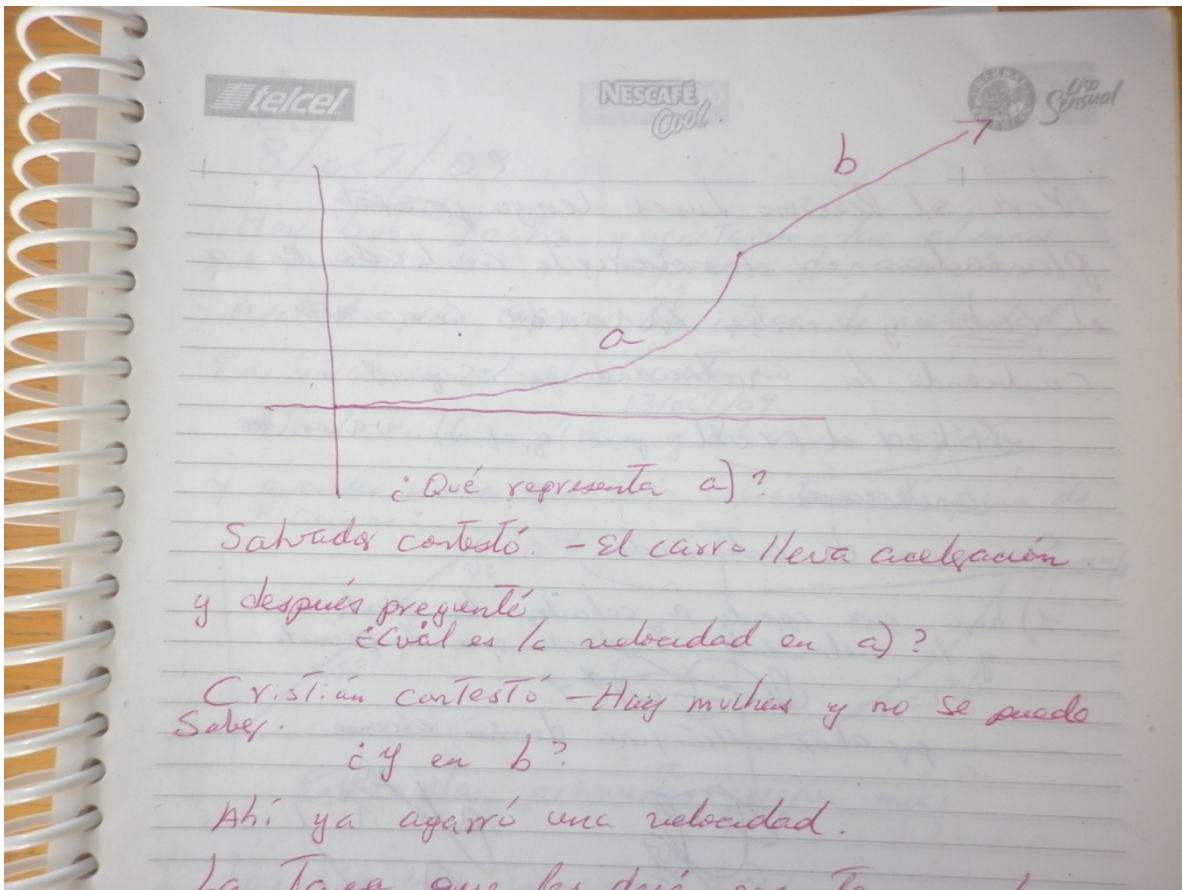


Figura 19. Uno de los alumnos ya distingue el modelo matemático para la aceleración en una gráfica de d-t. El otro alumno parece expresar que v es constante con la expresión "ahí ya agarró velocidad".

Los esfuerzos por sistematizar los datos es importante reportarlos a manera de evidencias del trabajo realizado cotidianamente y las páginas 18 y 19 de mi libreta representan los primeros intentos de evaluación sobre los problemas de velocidad constante.

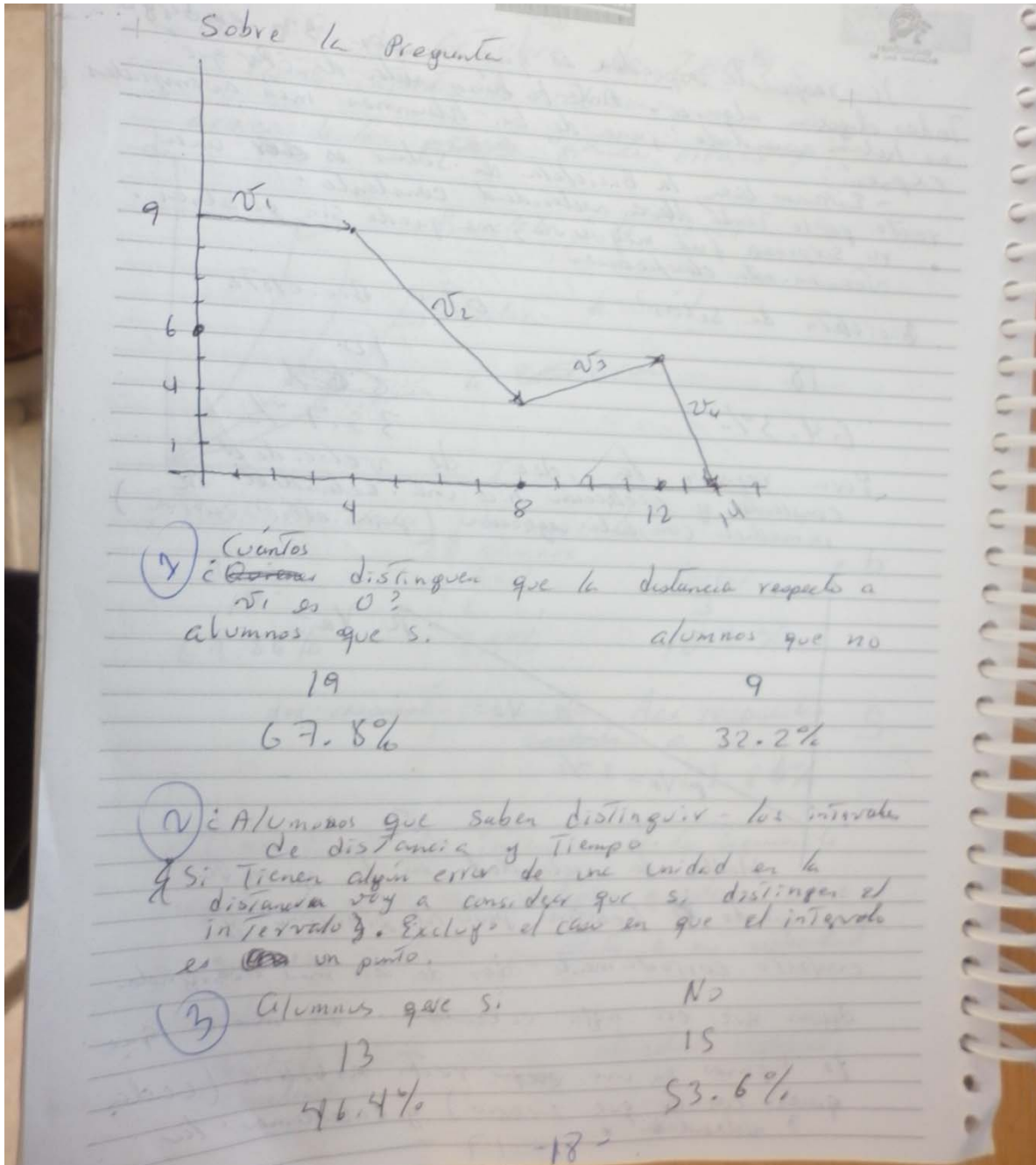


Figura 20. Las primeras mediciones antes de la test

Enseguida las tablas y gráficas sobre los niveles de madurez, la test, la postest.

Tabla 10. Comparación entre los niveles de madurez y las fallas en la test.

Niveles de madurez						
Nivel 3			1	2	6	2
Nivel 2	1	2	3			1
Nivel 1		2	5			
Nivel 0	2	1	1			
fallas →	5	4	3	2	1	0

Explicación de la tabla:

Los alumnos que tuvieron 5 fallas son 3: dos de ellos corresponden al nivel 0 de madurez y uno al nivel 2.

Los alumnos que tuvieron 0 fallas son también 3: Uno de ellos corresponden al nivel 2 y los otros dos al nivel 3.

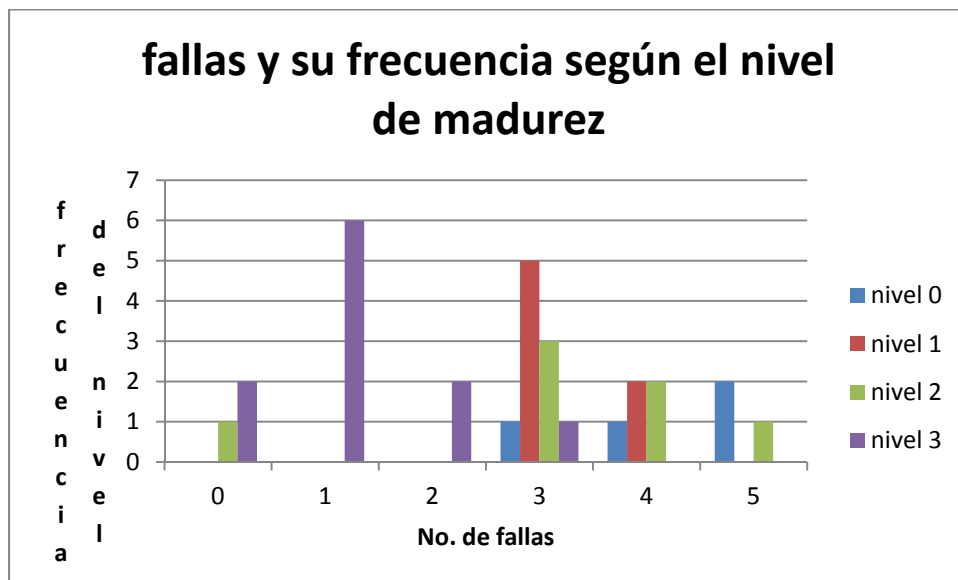


Figura 21. Gráfico correspondiente a la test. Por ejemplo tenemos que tres fallas corresponden a un alumno del nivel 0, 5 alumnos del nivel 1, 3 alumnos del nivel 2 y un alumno del nivel 3.

La postest

Postest

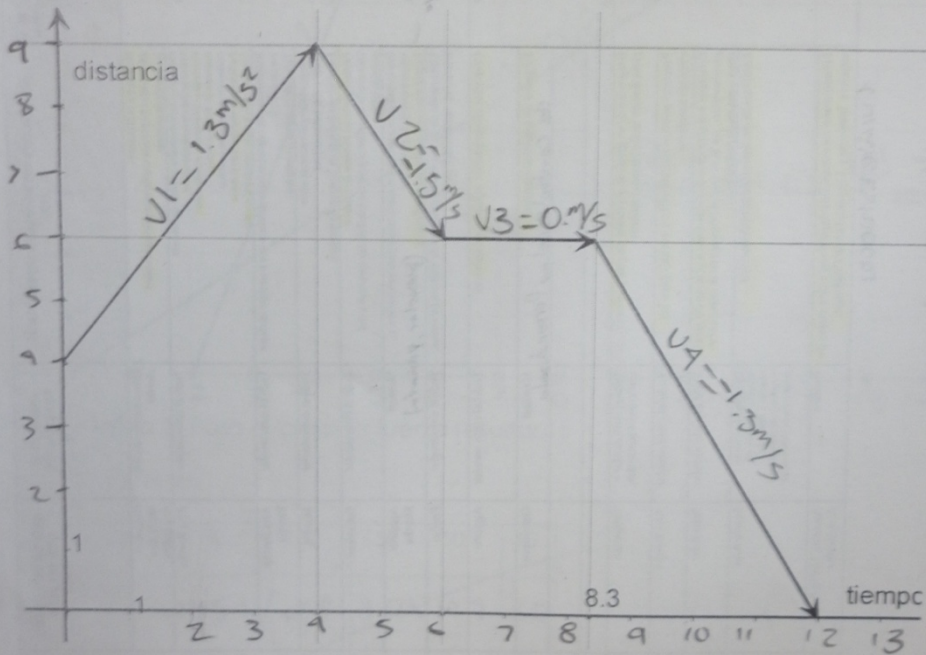
ESCUELA SECUNDARIA OFICIAL DE SAN LUCAS; JERÉCUARO

Nombre Andrea Arreguín Solís

Registro _____ examen _____

Calificación _____

1.



Llena la siguiente tabla:

Velocidad	distancia	tiempo	Valor de la velocidad
V1	5	4	1.3 m/s ²
V2	-3	2	-1.5 m/s
V3	0	2	0 m/s
V4	-6	3.7	-1.3 m/s

Figura 22. El problema gráfico sintetiza las preguntas ya señaladas anteriormente acerca de la velocidad 0, de la velocidad negativa, distancia negativa.

En seguida las gráficas que sintetizan la información recopilada.

Tabla 11. Comparación entre los niveles de madurez y las fallas en la pos-test.

Niveles de madurez						
Nivel 3			2		5	4
Nivel 2			2	1	2	2
Nivel 1		2		1	2	1
Nivel 0	2	1		1		
fallas →	5	4	3	2	1	0

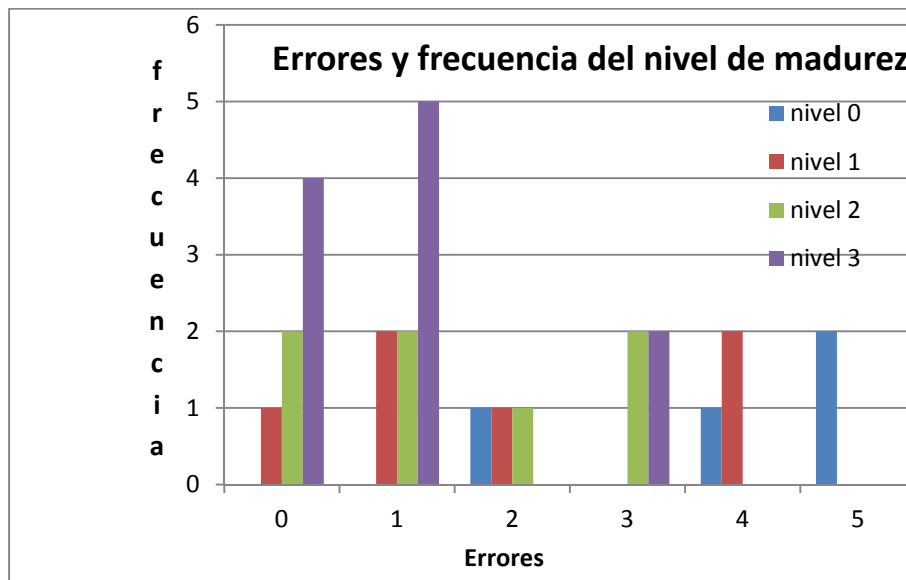


Figura 23. Gráfico de la postest. Quienes tuvieron 5 errores; 2 corresponden al nivel de madurez 0. Quienes tuvieron 0 errores: 4 alumnos corresponden al nivel 3; 2 alumnos corresponden al nivel 2 y un alumno al nivel 1. Es de destacarse el crecimiento del alumno de nivel 1 pero no aparecen alumnos del nivel 0 en esta categoría.

De la libreta de trabajo puede hacerse un concentrado con porcentajes sobre cada pregunta haciendo una comparación entre la test y postest. La siguiente tabla muestra dichos porcentajes y sus comparativos.

Tabla 12. Concentrado para la test y postest respecto a las cinco preguntas formuladas a los estudiantes (%)

Pregunta	Si		No	
	Test	postest	test	postest
No. 1	64	69	36	31
No. 2	93	85	7	15
No. 3	39	50	61	50
No. 4	36	85	54	15
No, 5	85	69	15	31

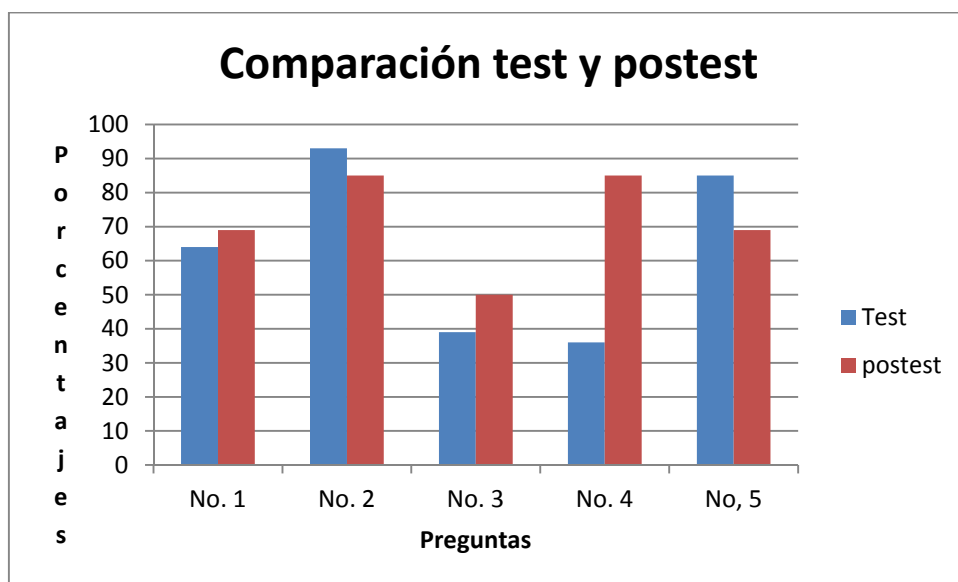


Figura 24. Test y pos-test comparadas para cada pregunta

En este mismo capítulo se ofrecen las conclusiones para esta parte de la investigación.

5.2 Respecto a los KCs para el ciclo 2010/2011

Sobre la recogida de datos. Los datos que se recogen en esta parte de la investigación pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Los errores que se tienen en cada intento de cada KCs. Estos datos son recopilados en las tablas y sus respectivas curvas de aprendizaje.
- Datos cualitativos de notas llevadas a cabo al calor de la investigación. Dichas notas pueden tener fallas de redacción y quizá de mala presentación pero representan la imagen viva de cuándo iban recopilándose los datos y la percepción que en ese momento se tenía.
- Preguntas tipo para cada KCs. Este dato puede ser tan simple como la redacción de algún KC o bien puede ser la imagen del KC contestado por un alumno.
- Evidencias de los trabajos de los alumnos.

A diferencia de la aplicación de las técnicas colaborativas en el ciclo 2009/2010 no hay una test y una pos-test, hay múltiples exámenes breves en cada intento que se lleva a cabo y las tablas y las curvas van dando cuenta de los resultados de dichos exámenes breves. Sin embargo en los KCs más complejos la palabra breve puede que ya no represente la situación real, puesto que algunos alumnos toman hasta 8 minutos para contestar el KC correspondiente. El siguiente ejemplo es a manera de ejemplo de cómo fueron contestados los KCs

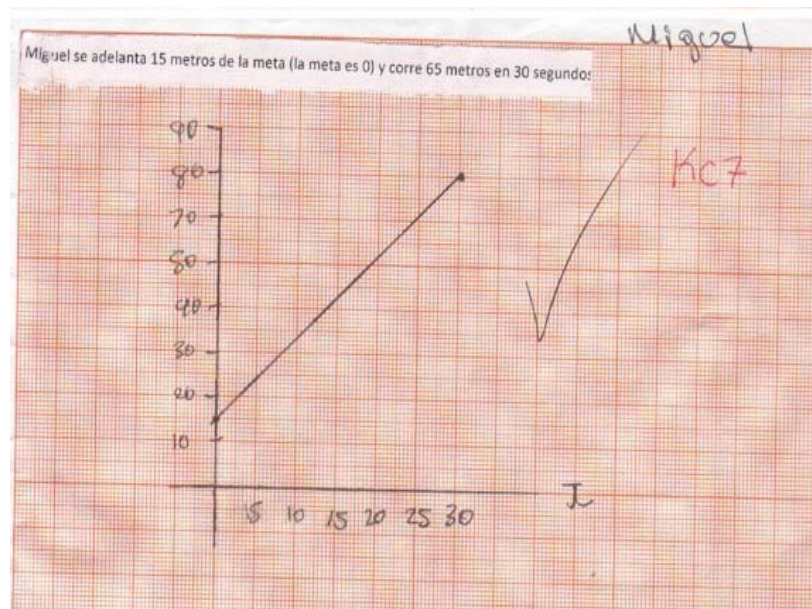


Figura 25. Un ejemplo de un KC

Tablas y curvas de aprendizaje:

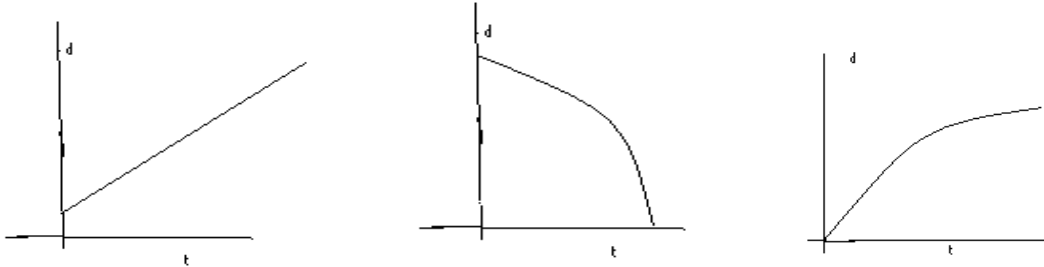


Figura 26. Pregunta referente al KC1. ¿Cuál de las opciones representa la velocidad constante?

Tabla 13. Para el KC1. El uso del sensor utilizado para velocidad constante y algunas otras actividades del contexto de física ofrecen la recta como el modelo idóneo. El KC no ofrece complicaciones.

Intentos	errores
1	6
2	0

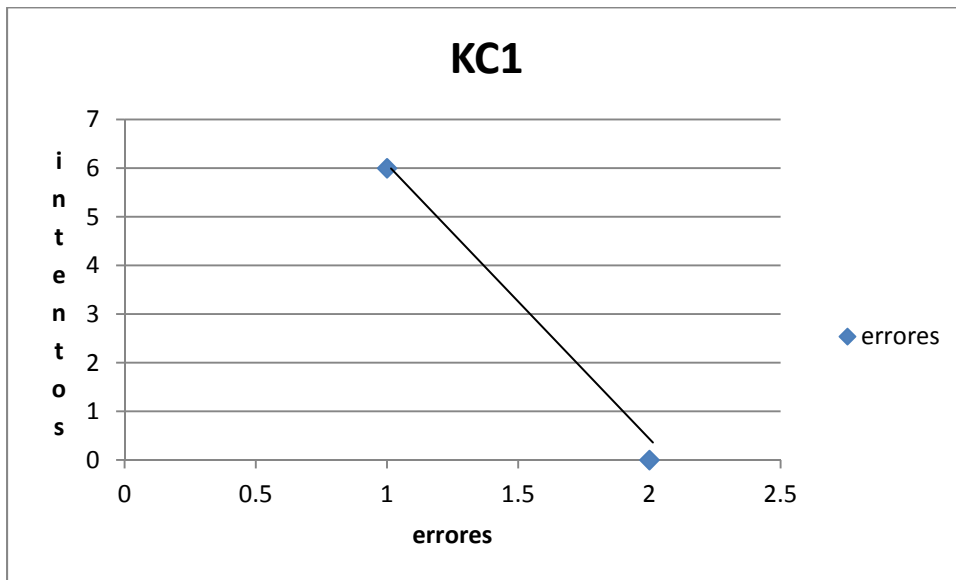


Figura 27. La curva de aprendizaje sumamente simple

Pregunta referente al KC2

Encontrar las 3 velocidades en los puntos señalados en la recta

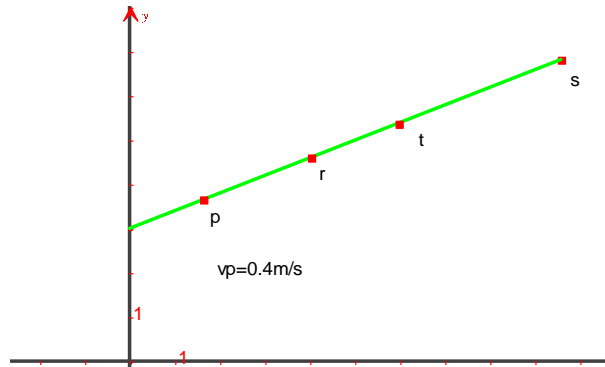


Figura 28. No debe haber complicaciones que la respuesta en r, t y s es la misma que en p sin embargo no es así.

Tabla 14. Para el KC2.

Intentos	Errores
1	8
2	3
3	1

Y su correspondiente curva de aprendizaje

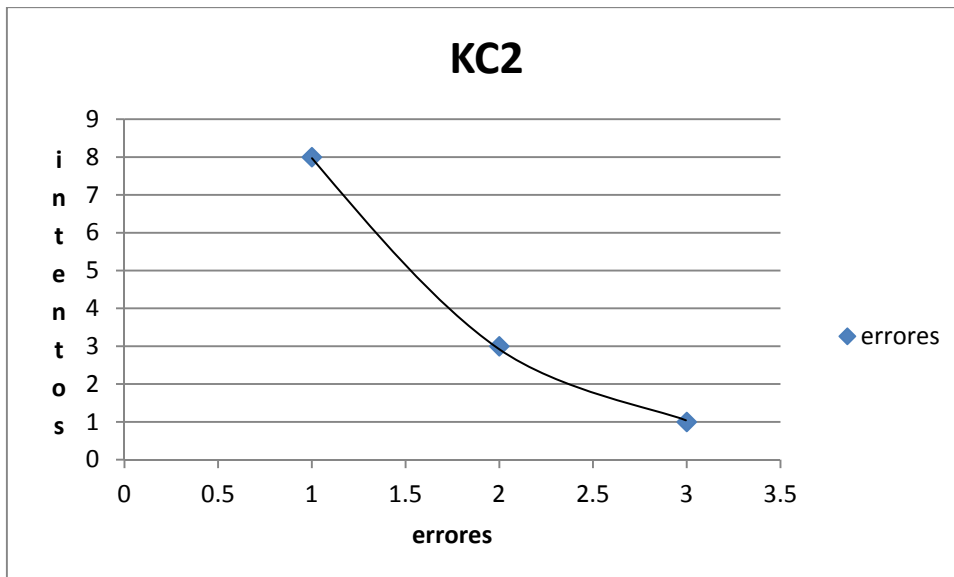


Figura 29. Este KC complementa el modelo de línea recta para velocidad constante en un gráfico de d-t

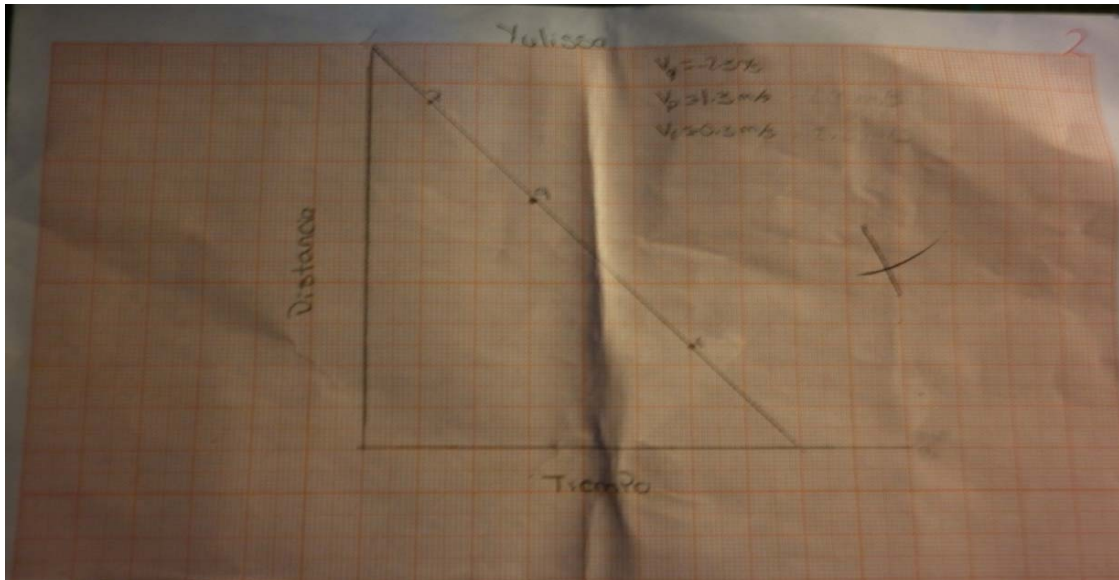


Figura 30. Evidencia de lo que parece ser algo trivial y para nada lo es para los estudiantes de secundaria, como lo muestra este ejemplo de aplicación del KC2.

KC3. Pregunta tipo: Hacer una gráfica distancia tiempo considerando que una persona sale desde 0 y recorre 60 metros en 35 segundos

Tabla 15. Para el KC3, Se trata de graficar la velocidad constante partiendo del origen.

Intentos	Errores
1	6
2	9
3	0

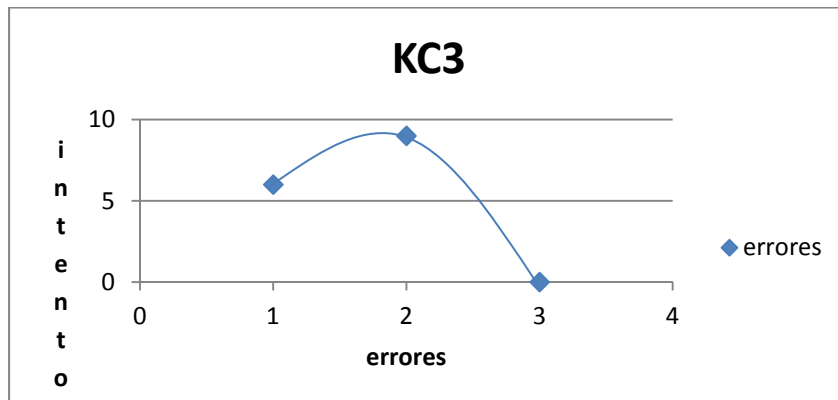


Figura 31. Este KC aún puede considerarse sencillo.

El KC4 se trata ya de calcular la velocidad constante en condiciones iniciales $t=0$; $d=0$ mediante interpolación. Como pregunta tipo: Haz una recta que salga desde el origen en una gráfica de distancia contra tiempo. Encuentra la velocidad en dos puntos cualquiera.

Tabla 16. Para el KC4

Intentos	Errores
1	7
2	5
3	2

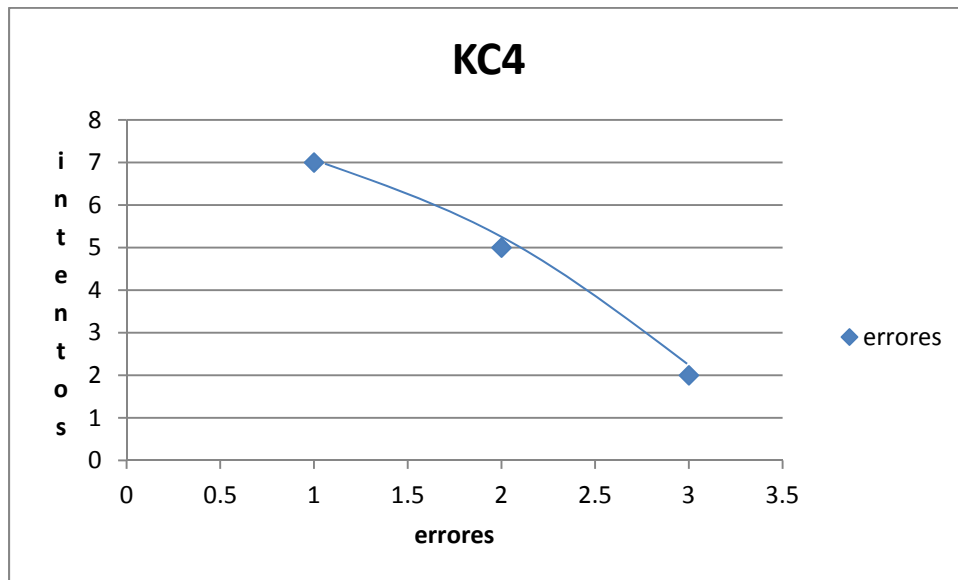


Figura 32. La interpolación complica ya un poco el aprendizaje y dos alumnos no logran conseguir el KC de forma regular por lo que requieren apoyo extra-clase.

El KC5 se trata de asociar la inclinación con la magnitud de la velocidad. Debe enfatizarse que todavía no se ven los parámetros de la recta por lo que debe manejarse el término inclinación en lugar de pendiente. Enseguida una pregunta tipo para este KC.

En una competencia de caminata ganó Alexis, segundo lugar el coco, tercer lugar Mariela y último lugar Yola. Todos salieron al mismo tiempo. Representa esta situación en un gráfico de $d-t$

Tabla 17. Para el KC5

Intentos	Errores
1	5
2	2
3	0

La idea de inclinación está en concordancia con el texto sobre ideas clave que utiliza Deng. La idea de pendiente puede ser una idea clave en bachillerato pero no lo es en secundaria y debe utilizarse simplemente la idea de inclinación de la recta.

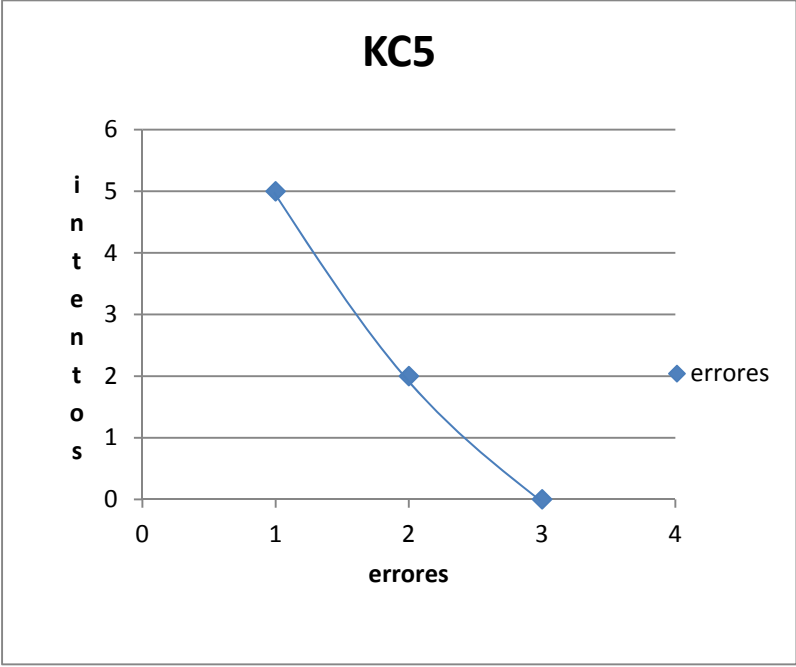


Figura 33. Tampoco es un KC complicado pero es fundamental para acceder a los KCs más difíciles.

KC6.- Cada una de las siguientes rectas representa una velocidad que puede ser 0, positiva (+) o negativa (-) ponles el signo y el cero donde creas conveniente:

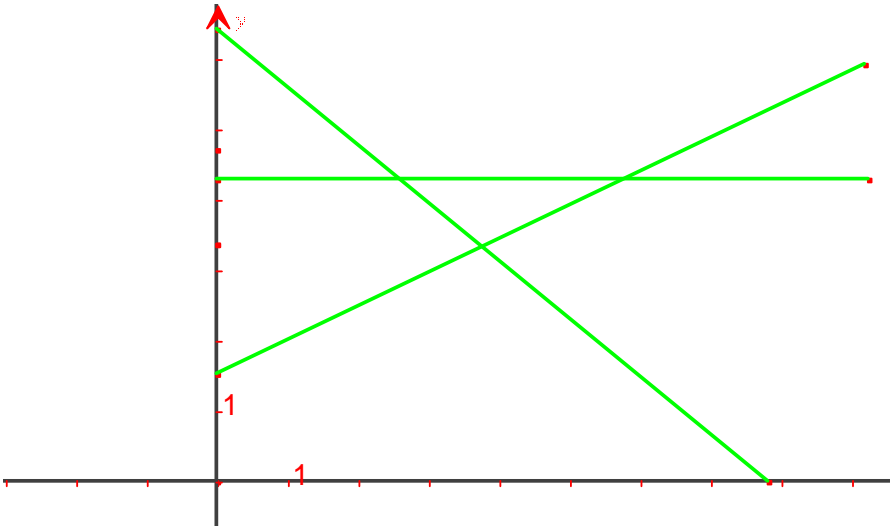


Figura 34. Este KC fue asimilado casi de inmediato como puede verse en la tabla y curva de aprendizaje siguientes.

Tabla 18. Para el KC 6

Intentos	Errores
1	3
2	0

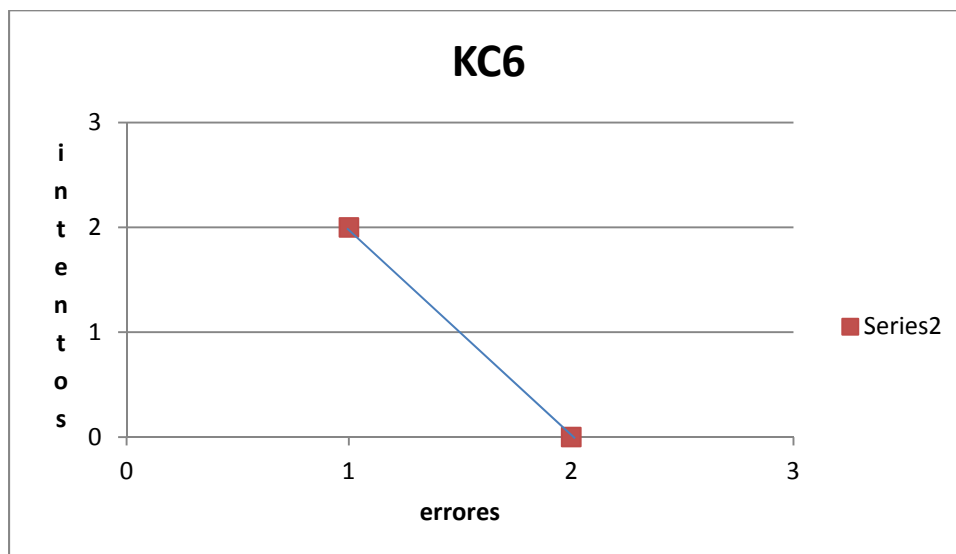


Figura 35. Este KCs ofrece poca complicación debido a lo atinado del contexto y a lo sencillo del KC. El sensor marcaba el tipo de recta según el estado de movimiento del carrito o la camioneta. Los alumnos podían apreciar la recta horizontal cuando la camioneta estaba parada y así mismo podían ver las inclinaciones de la recta según la camioneta se alejaba o se acercaba al sensor.

El KC7. Saber graficar la relación d-t en condiciones iniciales $d > 0$: $t = 0$ cuando hay velocidad constante. Un problema tipo para este KC: Juan Ángel tuvo una carrera contra Maricruz; La carrera fue de 100 metros. Juan Ángel le dio una ventaja de 15 metros. Maricruz tardó 25 segundos. Haz una gráfica para Maricruz.

Obsérvese que en este KC no interesa aún calcular la velocidad de ninguno, ni siquiera la gráfica referente a Ángel; sólo la gráfica de Maricruz que es la que muestra las condiciones iniciales deseadas.

Tabla 19. Para el KC-7

Intentos	1	2	3	4	5	6	7
Errores	17	5	8	4	7	3	1



Figura 36. La curva de aprendizaje de un KC más complejo que los anteriores como puede verse en el número de intentos.

El KC8. Se trata ahora de graficar la relación d-t en condiciones iniciales $d=0$ y $t>0$ suponiendo velocidad constante. Un problema tipo para este KC: Rocío prende su cronómetro y Jenny comienza a correr 2 segundos después durante 15 segundos recorriendo 45 metros; haz una grafica considerando esta situación.

Tabla 20. Para el KC8.

Intentos	1	2	3	4	5	6	7
Errores	17	13	11	10	2	2	1

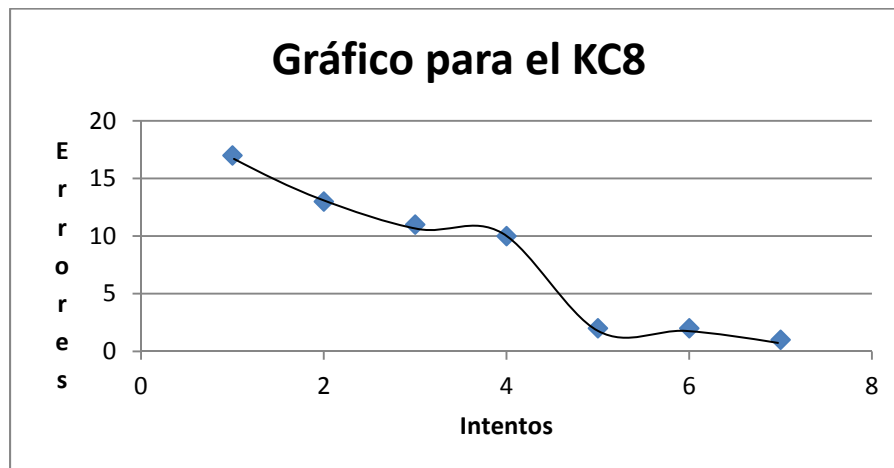


Figura 37. La curva de aprendizaje para el KC8. Para los KC7 y KC8 fue necesaria el JIGSAW (1) por ser KCs más complejos.

Un dato cualitativo para el uso del JIGSAW:

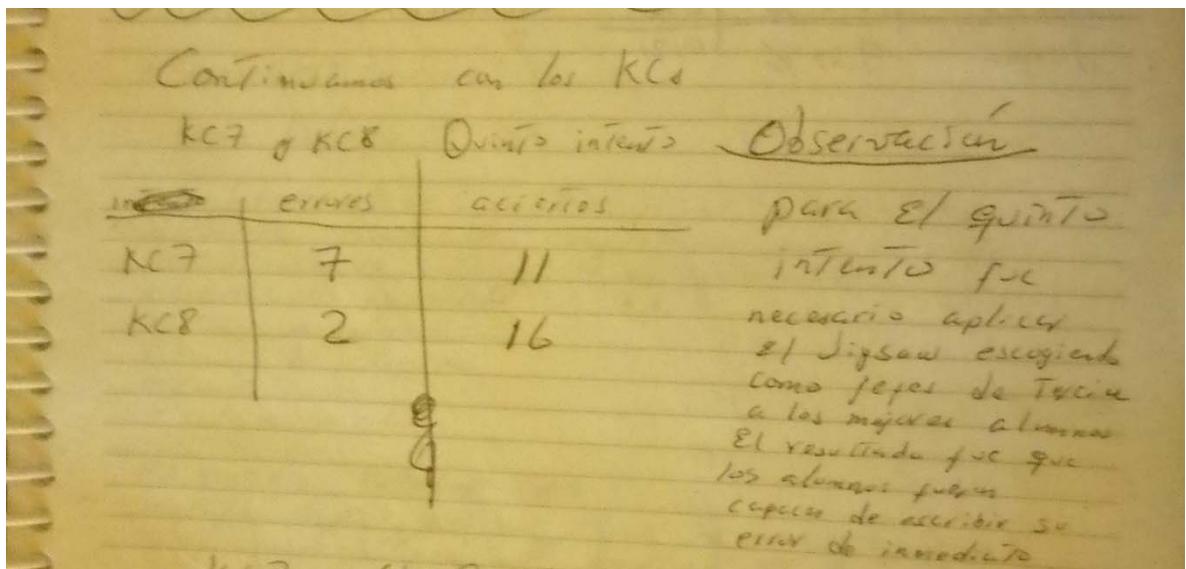


Figura 38. La observación describe cuando fue utilizada la técnica colaborativa y sus resultados de manera cualitativa. Resultados que son respaldados cuantitativamente en los registros de los intentos sexto y séptimo. La imagen fue recortada por razones de espacio pero tiene registro en la libreta del 5 de Noviembre de 2010.

KC9. El contexto para el KC9 es para alguien que sale en una carrera, al mismo tiempo que todos, pero adelantado algunos metros. Se trata de saber hacer la gráfica y saber calcular la velocidad que se supone constante.

La pregunta tipo para el KC9

De la casa del carnicero a la clínica hay 150 metros. La bruja hace una apuesta con un ciclista; la bruja en caballo le da una ventaja de 20 metros. El ciclista recorre lo que le falta en 15 segundos. Haz una gráfica del ciclista y calcula su velocidad

Tabla 21. Para el KC9

Intentos	1	2	3	4	5	6	7
Errores	13	14	7	2	7	8	3

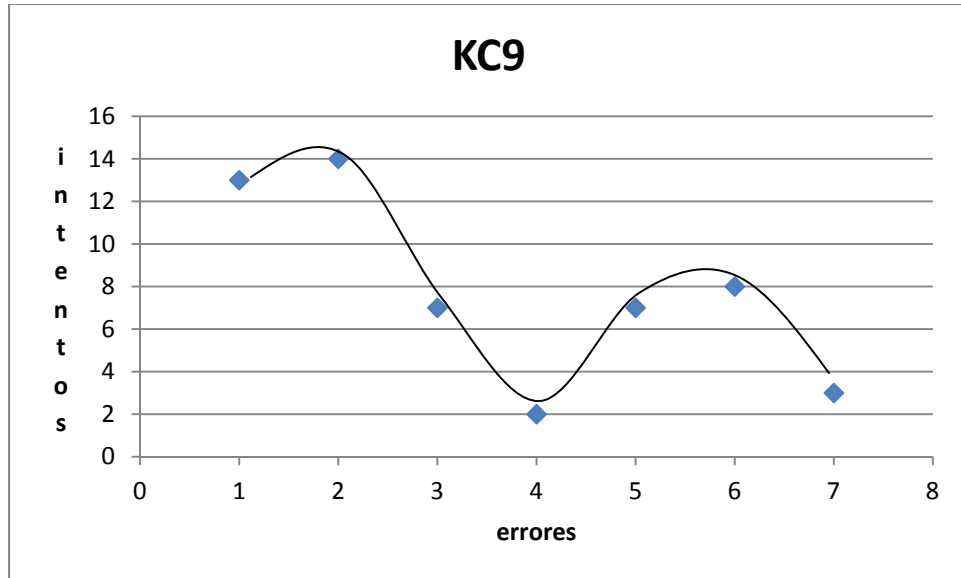


Figura 39. En el KC9, A pesar de los 7 intentos, 3 alumnos no logran aprender. Al final se les ofrece asesoría personalizada extra-clase.

El KC10. El contexto del KC10 es alguien que sale en una carrera desde el mismo punto pero después que el otro; es decir ofrece alguna ventaja en el tiempo. Se trata de saber graficar la recta y calcular la velocidad que se supone constante.

Tabla 22. Para el KC10

Intentos	1	2	3	4	5	6	7
Errores	15	10	5	12	7	8	3

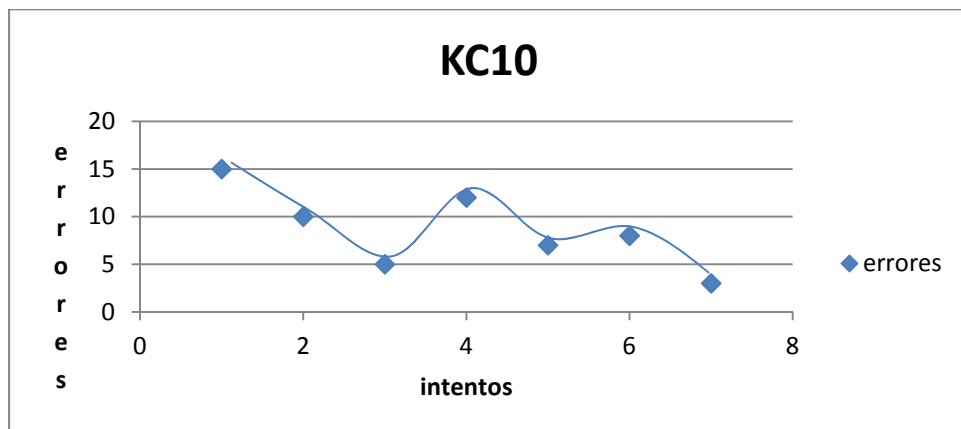


Figura 40. En el KC10 al igual que el KC9; a los 3 alumnos que no aprendieron, a pesar de los 7 intentos, se les ofrece asesoría extra-clase.

Dos fuentes de error. Dos datos más.

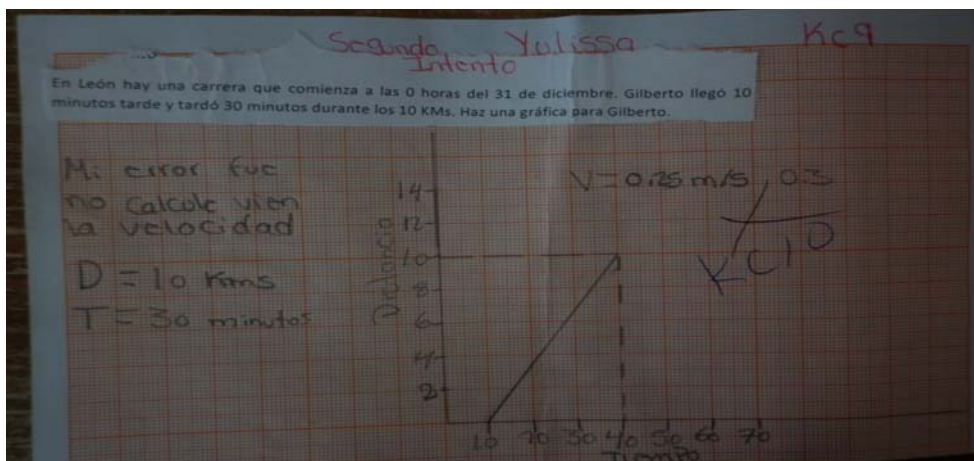


Figura 41. El diseño de problema para la aplicación del KC es fundamental.

de la velocidad $T=0, d=20$
acciones 18/Enero/2011
14 ¿Por qué el
5 X KC10 es más
difícil que el
12 KC9?
17 dos razones i
11 1) La ventaja en la distancia es vocal; se repre sente de ~~en~~ promedio por medio de los sentidos
20 i d = 0
5 acciones
2 La ventaja en el tiempo requiere ~~del~~ del ~~del~~ no es directa de los sentidos requiere una construcción mental
9 X
13
12 67
sentido. Las unidades, le

Figura 42. La observación 2) dice: “La ventaja en el tiempo requiere no es directa de los sentidos requiere una construcción mental”. Se respeta la mala redacción porque la explicación estaba en proceso.

Mejorando la redacción de la observación puede decirse que:

La distancia ofrece una visualización inmediata; al ver a un corredor delante de otro en el momento de la salida pero el que un corredor salga primero que otro, no ofrece una visualización inmediata y menos para identificarlo en una gráfica formal.

Puede también observarse en las curvas de aprendizaje de KC7 y KC8 una gran diferencia en el arranque en los primeros 4 intentos. Así mismo la visualización del adelanto en el tiempo no es igual a la visualización en el adelanto en la distancia. Los dos anteriores datos cualitativos de la libreta de trabajo ilustran esto.

EI KC11

Tabla 23. El KC11. El rápido aprendizaje de este KCs puede deberse al contexto múltiple. Sin embargo no deja de ser sorprendente

intentos	Errores
1	8
2	3
3	0

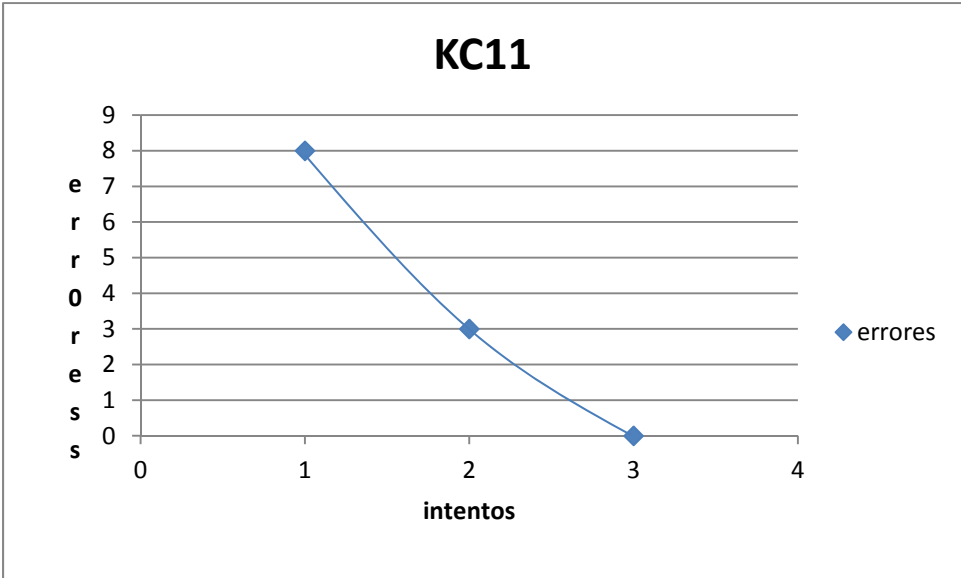


Figura 43. El contexto para el aprendizaje de este KCs es múltiple: Cálculo de la fuerza resultante mediante el paralelogramo; mediante un software y mediante un sensor de fuerza.

Acciones entre intento e intento

- A) Una vez que entrega el primer alumno:
- Para los KCs sencillos se da un tiempo de 1 minuto.
 - Para los KCs complicados se da un tiempo hasta de 4 minutos.
- B) Se da un tiempo de colaboración para corregir errores antes de comenzar el siguiente intento y si es necesario se ofrece alguna breve explicación del maestro.
- C) Cada alumno escribe su error y la corrección correspondiente antes de comenzar el siguiente intento.
- D) Comienza el siguiente intento.
- E) Para los alumnos que aún así no aprendieron se ofrece asesoría extra-clase

Estos 5 pasos son a manera de conclusión de cómo puede ser una metodología para la aplicación de futuros KCs

Interpretación y conclusiones

5.3 Respecto a las técnicas colaborativas (ciclo 2009/2010)

Tabla 24. Conclusiones de avances respecto de la test a la postest

No. De fallas en la test	Avances o retrocesos en la postest
5	<ul style="list-style-type: none"> • Los de nivel de madurez 0 permanecieron sin cambios y se mantuvieron, igualmente con 0 en su rendimiento académico • El único caso de nivel 2 emigró. Revisando el diario de campo, este alumno pasó de las 5 fallas a sólo 3.
4	<ul style="list-style-type: none"> • En la test tenemos 3 alumnos: 1 de nivel de madurez 0 y 2 de nivel 1. No hubo cambios de la test a la postest. • Los dos alumnos de nivel 2 emigraron hacia mejores rendimientos académicos. Revisando el diario de campo uno de ellos pasa de 4 fallas a 1 falla y el otro a 0 fallas.
3	<ul style="list-style-type: none"> • En los niveles de madurez 2 y 3 prácticamente no hay cambios entre la test y postest pues permanecen los mismos 4 con el rendimiento de 3 fallas. • El nivel 1 es el que recibe el mayor impacto y los 5 estudiantes pasan a un rendimiento superior
2	<ul style="list-style-type: none"> • Aparecen, en la postest 2 estudiantes del nivel 3 pero desaparecen los 3 estudiantes (uno por nivel) de la test)
1	<ul style="list-style-type: none"> • El avance más interesante es la aparición de 4 estudiantes de los niveles 2 y 3.
0	<ul style="list-style-type: none"> • Sencillamente de los 3 estudiantes de la test pasa a 7 a la postest.

¿Cómo es posible o cómo se explica el avance de algunos estudiantes de la test a la posttest?

- 1) El curso de matemáticas normal que siguió entre la test y la posttest favoreció madurar en cuánto a números negativos
- 2) Dentro de ciencias continuaron repasándose los conceptos de velocidad, masa, aceleración al continuar viendo el tema de energía, aunque este último tema ya no fue parte de esta tesis.
- 3) Las técnicas colaborativas rindieron sus frutos posteriormente ya que algunos alumnos buscaron asesoría con sus líderes consiguiendo el avance que se manifiesta. Tanto en lo individual como en lo colectivo.
- 4) Un retroceso preocupante es respecto a la pregunta 5 que se refiere al cálculo de la fuerza resultante que paso de un 85% en la test a un 79%. en la posttest.

Otras razones:

- Los niveles madurez considerados, tres meses antes ya no correspondían a la realidad aunque están registrados cómo si no hubiese habido cambios al respecto.
- Los de bajo rendimiento académico no se resignaron y buscaron asesoría con los líderes de los equipos de trabajo. Esta actitud ya no puede considerarse de un bajo nivel de madurez.

Estas dos observaciones, para la conclusión 3, son sumamente poderosas en cuanto a lo que representan las técnicas colaborativas para el aprendizaje; una forma de responder la pregunta de tesis formulada respecto a la apropiación de las técnicas colaborativas.

5.4 respecto a los KCs y sus curvas de aprendizaje 2010/2011

Conclusiones:

- 1) Si un problema para un intento no está bien redactado, el KC se complica demasiado, como los muestran el KC9 y KC10 en dónde una complicación en el manejo de las unidades arrojó las curvas que se observan.
- 2) Cuando el problema está bien redactado y sustentado por un contexto múltiple el aprendizaje puede ser acelerado como fue el caso del KC11.
- 3) Tres son los pilares del éxito para un KCs:
 - Redacción correcta del KC.
 - El aprendizaje en contexto
 - La flexibilidad en las técnicas de aprendizaje.
- 4) La medición continua, mediante las curvas de aprendizaje, va dando una mejora continua.

- 5) Algunos KCs requieren de técnicas complejas —como fue el caso de KC7 y KC8— en donde las técnicas colaborativas fueron necesarias.
- 6) Para otros KCs, extremadamente simples, es suficiente la contextualización física y el señalamiento preciso del lenguaje para su adquisición.

Linkografía y bibliografía

Alberto Domínguez Robles Peñaloza. *Estrategia para el trabajo colaborativo en los cursos y talleres en línea*. Red escolar ILCE. Revista electrónica: Comunidad e-formadores No. 03 Agosto 04. http://e-formadores.redescolar.ilce.edu.mx/revista/no3_04/Trabajo%20colaborativo.pdf

Dr. Frank Arteaga Pupo. *Aprendizaje colaborativo: Un reto para la educación contemporánea*. <http://www.monografias.com/trabajos34/aprendizaje-colaborativo/aprendizaje-colaborativo.shtml>

Consultado 12 de Septiembre de 2011

Maria Eugenia Calzadilla. *Aprendizaje colaborativo y tecnologías de la información y de la comunicación*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador; Venezuela. www.rieoei.org/deloslectores/322Calzadilla.pdf. Consultado 12 de septiembre de 2011

Boletín informativo. *Educación para el siglo XXI; Aprendizaje colaborativo*. Año 3; No. 6. Julio del 2001. <http://www.itesm.mx/va/dide/red/>. Consultado 12 de septiembre de 2011

Patricia Morantes, Ronaldo Rivas Suárez. *Conceptualización del trabajo grupal en la enseñanza de las ciencias*. Departamento de Física y Matemáticas de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Venezuela. Revista Electrónica, Lapen Vol. 3. No. 2, Mayo de 2009. <http://journal.lapen.org.mx/May09/LAJPE%20233A%20%20preprint%20f.pdf>

Zafer Tanel and Mustafa Erol. *Effects of Cooperative Learning on Instructing Magnetism: Analysis of an Experimental Teaching Sequence*. Buca Education Faculty, Department of Physics Education, Dokuz Eylul University, 35150, Izmir, TURKEY. Revista electronica *Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol.2, No. 2, May 2008*. <http://journal.lapen.org.mx/may08/LAJPE%20166F%20Zafer%20Tanel.pdf>. Consultado el 12 de Septiembre de 2011.

Meza. *¿Cómo enseñar física? Principales tendencias y propuestas*. segundo foro de discusión FISED-IPN junio de 2009.

Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. *Aprendizaje Colaborativo*, www.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/ac/Colaborativo.pdf. Consultado el 12 de Septiembre de 2011.

Zongyi Deng. *The distinction between Key ideas in Teaching School Physics and Key ideas in the Discipline of Physics*. National institute of Education, Nanyang Technological University, Singapore. 30 de mayo del 2000, 2001 John Wiley & Sons. Inc. Set Ed 85: 263-278, 2001.

Pedro W. Orieta. *Metodología de la investigación Social y Educativa*. Red Federal de Formación Docente Continua. Santiago del Estero República Argentina.

<http://www.slideshare.net/silviastefanoff/manual-de-investigacin-educativa>. Consultado 12 septiembre de 2011.

Biografías y vidas. <http://www.biografiasyvidas.com/indices.htm>. Consultado el 12 de septiembre de 2012

C. George Boeree. *Teorías de la personalidad*. Traducido al castellano por Dr. Rafael Gautier. <http://www.psicologia-online.com/ebooks/personalidad/skinner.htm>. Consultado el 12 de septiembre de 2011.

Real Academia Española. *Diccionario esencial de la lengua española*. Ed. Espasa Calpe 2006.

MARÍN MARTÍNEZ, NICOLÁS, SOLANO MARTÍNEZ, ISABEL y JIMÉNEZ GÓMEZ, ENRIQUE. *Tirando del hilo de la madeja constructivista*. Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Almería. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. Revista electrónica: Enseñanza de las ciencias, 1999, 17(3). <http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v17n3p477.pdf>. Consultado el 12 de septiembre de 2011.

Pozo. *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Editorial Morata, novena edición.

Ma. De la Luz Rodríguez Palmero, Javier Marrero Acosta, Marco Antonio Moreira. *La teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird y sus principios: una aplicación con modelos mentales de célula en estudiantes del curso de orientación universitaria*. Revista electrónica: Investigações em Ensino de Ciências – V6(3), pp. 243-268, 2001. http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID76/v6_n3_a2001.pdf Consultado el 12 de septiembre de 2011

Kenneth R. Koedinger Albert T. Corbett Charles Perfetti. *The Knowledge-Learning-Instruction (KLI) Framework: Toward Bridging the Science-Practice Chasm to Enhance Robust Student Learning*. Human-Computer Interaction Institute School of Computer Science Carnegie Mellon University Pittsburgh, PA 15213; Pittsburgh Science of Learning Center. June 7 2010. <http://www.learnlab.org/documents/KLI-Framework-Tech-Report.pdf>. Consultado el 12 de septiembre de 2011.

James H Mcmillan y Sally Schumacher. *INVESTIGACIÓN EDUCATIVA; Una introducción conceptual*. Editorial Pearson; Addison Wesley.

Elizabeth Swinbank. *Teaching physics in context: some new approaches and activities*. Centre For Innovation and Research in Science Education, University of York, Memorias del XVIII taller Internacional en la enseñanza de la Física. Puebla; México.

Picquart, M. *¿Qué podemos hacer para lograr un aprendizaje significativo de la física?*. Universidad Autónoma Metropolitana. *Revista electrónica: Lat. Am. J. Phys. Educ.* 2, 29-36 (2008) <http://journal.lapen.org.mx/jan08/LAJPE-120%20Final%20Picquart.pdf>. Consultado 12 de septiembre de 2011

Manuel Fernandez-Gonzalez. *Ciencias para el mundo contemporáneo. Algunas reflexiones didácticas. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada (España).*

http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen5/Numero_5_2/Fernandez_Gonzalez_2008.pdf

Consultado el 12 de septiembre de 2011

Collazos C.A. y Mendoza. *Cómo aprovechar el "aprendizaje colaborativos" en el aula.* Universidad de la Sabana Facultad de Educación. Revista electrónica: Educación y educadores, 2006, Volumen 9, Número 2 pp 61-76.

Francisco Cascio. *Vigotsky.* Profesor postgraduado venezolano ha escrito 6 monografías.

<http://www.monografias.com/trabajos14/vigotsky/vigotsky.shtml>

Consultado el 12 de septiembre de 2011

ONU, para la educación, las ciencias y la cultura. *Infoamérica Chomsky. Unesco, Universidad de Málaga, España.* <http://www.infoamerica.org/teoria/chomsky1.htm>

Consultado el 12 de septiembre de 2011

Sthepen Malinowsky. *The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information.* The Psychological Review, 1956, vol. 63, pp. 81-97.

<http://www.musanim.com/miller1956/>

Consultado el 12 de septiembre de 2011

Sebastián Ramos, Daniel Sánchez. *El cálculo de la fuerza resultante de un par de fuerzas sobre un punto fijo por los estudiantes de secundaria mediante técnicas colaborativas.* Revista electrónica: Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 4, Suppl. 1, Nov. 2010

http://journal.lapen.org.mx/LAJPE_AAPT/36_LAJPE-S1-25_Sebastian_Ramos_corr_f.pdf

Consultado el 12 de septiembre de 2011

Department of Psychology. *Life long learning at work and at home, Principles of learning.* The University of Memphis. <http://www.psyc.memphis.edu/learning/principles/index.shtml>

Consultado el 12 de septiembre de 2011

Diario la Jornada. *La multidisciplinaria permitió probar la existencia de redes neuronales.* Entrevista al Doctor Ramón Bargas, 6 de mayo de 2008.

<http://www.jornada.unam.mx/2008/05/06/index.php?section=ciencias&article=a02n1cie>

Consultado el 12 de septiembre de 2011

Robert G.M. Hausmann , Kurt VanLehn . *Self-explaining in the Classroom: Learning Curve Evidence.* Learning Research and Development Center, University of Pittsburgh

<http://www.learnlab.org/uploads/mypslc/publications/hausmannvanlehn2007p1067.pdf>

Consultado el 12 de septiembre de 2011