

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA
APLICADA Y TECNOLOGÍA AVANZADA**

**LA EVALUACIÓN EN ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
CON USO DE TECNOLOGÍA**

Tesis que para obtener el grado de
Maestría en Matemática Educativa

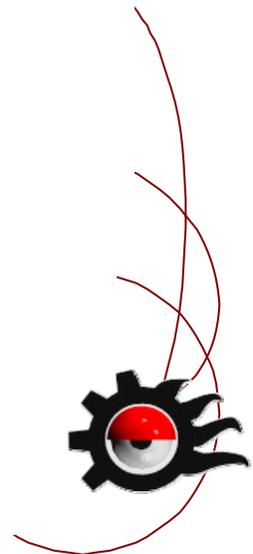
Presenta:

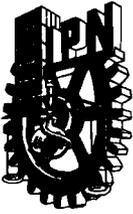
Adriana Gómez Reyes

Director de Tesis:

Dr. Apolo Castañeda

México, D. F., Octubre de 2007





INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de México siendo las 11:00 horas del día 21 del mes de septiembre del 2007 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 de grado titulada:

"La evaluación en actividades de aprendizaje con uso de tecnología"

Presentada por la alumna:

GOMEZ

Apellido paterno

REYES

materno

ADRIANA

nombre(s)

Con registro:

A	0	3	0	2	1	6
---	---	---	---	---	---	---

aspirante al grado de:

Maestría en Ciencias en Matemática Educativa

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

LA COMISION REVISORA

Director de tesis

Dr. Apolo Castañeda Alonso

Dra. Gisela Montiel Espinosa



CICATA IPN

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional

Dr. Francisco Javier Lezama Andalón

M. en C. Juan Gabriel Molina Zavaleta

M. en C. Angel Homero Flores Samaniego

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

Dr. José Antonio Irán Díaz Góngora



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION

CARTA DE CESION DE DERECHOS

En la ciudad de México D. F. el día 27 del mes de Septiembre del año 2007, la que suscribe Adriana Gómez Reyes, alumna del Programa de Maestría en Ciencias en Matemática Educativa con número de registro: A030216 Adscrito al Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del IPN, manifiesta que es autora intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Apolo Castañeda Alonso

Y cede los derechos del trabajo intitulado

La evaluación en actividades de aprendizaje con uso de tecnología

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 permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: orodelsilencio@yahoo.com.mx Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Adriana Gómez Reyes

Dedicatoria

A Andrés y Diana

con todo mi amor.

Agradecimientos

Quiero agradecer al Programa de Matemática Educativa de CICATA por la oportunidad que me brindó de prepararme en la profesión que tanto quiero, la docencia. En especial a mi director de tesis, Dr. Apolo Castañeda, y al Dr. Javier Lezama quien siempre ha estado pendiente de mis avances.

Quiero agradecer a la UNAM y al IPN, ambas grandes instituciones en manos de quienes están puestas las esperanzas de nuestro país, por todo el apoyo que me han brindado como parte de su personal académico, y muy especialmente por todo lo que he aprendido en sus aulas (físicas y virtuales) tanto en el papel de alumna como en el de profesora.

Quiero agradecer a mis padres a quienes debo más de lo que puedo enlistar, por su ejemplo, por lo que me han enseñado y especialmente por su apoyo incondicional. A mis hermanos y mis cuñados por estar siempre a mi lado. A mis sobrinas, mis tíos y a mis abuelos (en recuerdo), por completar la gran familia que me ha permitido ser quien soy. A mis hijos por ser ellos mismos y por toda la paciencia que me han tenido.

Quiero agradecer a mis amigos, quienes sin ningún interés me han acompañado, apoyado y sobre todo me han enseñado; en particular a los miembros de la RIIEEME, a quienes deseo todos los éxitos que se merecen.

Quiero agradecer al amor, ese “poliedro de infinitas caras”...

Índice

Agradecimientos	i
Índice	ii
Cuadros, diagramas e imágenes	iii
Resumen	1
Abstract	2
Glosario	3
Introducción	5
Capítulo I Antecedentes	6
I.1 La Tecnología en la vida cotidiana.....	7
I.2 Uso de tecnología en el ámbito escolar.....	9
I.3 Definición de Actividad matemática con uso de tecnología.....	12
I.3.1 Líneas de investigación.....	13
I.3.2 Uso de la tecnología en el IPN	15
I.3.3 Injerencia del uso de tecnología en la obtención de las competencias básicas.....	19
I.3.4 Experiencia de la AIM	21
I.3.5 Experiencia docente.....	22
I.3.6 Experiencia discente.....	22
I.4 La modelación y las gráficas en situaciones de movimiento con tecnología. 24	
I.4.1 Marco Teórico de Torres (2004).....	26
I.4.2 Pregunta de investigación en Torres (2004).....	27
I.4.3 ¿Cómo se plantea la experiencia?	28
I.4.4 Aportación problema (reflexión).....	30
I.4.5 Contenidos matemáticos involucrados	33
I.4.6 “Lista de cotejo”	37
I.4.7 Comparación con el trabajo de Torres.....	38
I.4.7.1 Limitaciones	42
I.5 Definición de una problemática.	43
I.5.1 Evaluación.....	43
I.5.2 La evaluación en un escenario de uso de tecnología.....	44
Capítulo II Marco teórico	49
II.1 Evaluación	50
II.1.1 ¿Por qué evaluar?	52
II.1.2 ¿Qué evaluar?	54
II.1.3 ¿Cómo evaluar?	55
II.1.4 Evaluación como forma de control	63
II.2 Evaluación en el IPN	65
II.2.1 Evaluación en escenarios tecnológicos.....	69
II.3 El trabajo de Torres, (2004)	72

II.3.1 Que entiende por evaluación	72
Capítulo III Caso práctico	74
III.1 Desglose de la situación de aprendizaje estudiada en Torres (2004)	76
III.1.1 Objetivos de aprendizaje.....	77
III.1.2 Uso de la tecnología	80
III.1.3 Recopilación de la información	82
III.1.3.1 Reportes.....	83
III.1.3.2 Acetatos	85
III.1.3.3 Observaciones de los monitores.....	86
III.1.3.4 Pantallas	89
III.1.3.5 Audio.....	90
III.1.3.6 Video	91
III.2 Planteamiento de la evaluación con base en el análisis de Torres (2004)	92
III.2.1 Respuestas de los estudiantes y los datos.....	95
III.2.2 Evaluación de conocimientos.....	96
III.2.3 Evaluación de habilidades	96
III.2.4 Evaluación de actitudes.....	99
III.3 Problema de Andrés	101
III.3.1 Planteamiento de la situación de aprendizaje.....	102
III.3.2 Mostrar la evaluación.....	102
III.3.2.1 Equipo 1.....	103
III.3.2.2 Equipo 2.....	107
III.3.2.3 Equipo 3.....	113
III.3.2.4 Equipo 4.....	117
Capítulo IV Conclusiones	125
Referencias Bibliográficas	134
Vita.....	140

Cuadros, diagramas e imágenes

Ilustraciones

Ilustración 1. Muestra de examen parcial de álgebra	10
Ilustración 2. Distinción entre valor epistémico y valor pragmático.....	12
Ilustración 3. Posibilidades de encuentro	29
Ilustración 4. Ejemplo de examen.	45
Ilustración 5. Comparativo de dos exámenes con 4 años de diferencia.	46
Ilustración 6. Fragmento del reporte del equipo 6.....	85
Ilustración 7. Comparación de los acetatos, antes y después de la tecnología.	86
Ilustración 8. Primer ejemplo de pantalla.....	89
Ilustración 9. Segundo ejemplo de pantalla.....	90
Ilustración 10. Tercer ejemplo de pantalla	90
Ilustración 11. Discusión grupal posterior al uso de la tecnología.....	91

Ilustración 12. Reporte equipo 1. Primera sesión.....	103
Ilustración 13. Reporte equipo 1. Segunda sesión.....	104
Ilustración 14. Reporte equipo 2. Primera sesión.....	109
Ilustración 15. Reporte equipo 2. Segunda sesión.....	109
Ilustración 16. Reporte equipo 3. Primera sesión.....	114
Ilustración 17. Reporte equipo 3. Segunda sesión.....	114
Ilustración 18. Reporte equipo 4. Primera sesión.....	119
Ilustración 19. Reporte equipo 4. Segunda sesión.....	120
Ilustración 20. Pilares de la evaluación	129
Ilustración 21. Pilares de la evaluación. Propuesta.	130

Tablas

<i>Tabla 1. Usos de la tecnología.</i>	13
<i>Tabla 2. Usos de las graficas.</i>	27
<i>Tabla 3. La evaluación debe ser... ..</i>	51
<i>Tabla 4. Instrumentos de evaluación.....</i>	61
<i>Tabla 5 Puntaje recomendado para calificar resolución de problemas.</i>	66
<i>Tabla 6. Evaluación propuesta (IPN; 2004a, p 15)</i>	68
<i>Tabla 7. Aprendizajes detectados en la situación de aprendizaje planteada por Torres (2004)</i>	78
<i>Tabla 8. Contenidos enunciados por Torres (2004)</i>	79
<i>Tabla 9. Clasificación de la lista de control incluyendo respuestas</i>	89
<i>Tabla 10. Listas de cotejo.....</i>	94
<i>Tabla 11. Rubrica para visión de las gráficas</i>	97
<i>Tabla 12. Rubrica para trabajo en equipo</i>	98
<i>Tabla 13 Rubrica para uso de la tecnología</i>	98
<i>Tabla 14. Bitácora COL.....</i>	99
<i>Tabla 15. Rubrica de actitudes.</i>	100
<i>Tabla 16 Lista de cotejo del equipo 1</i>	106
<i>Tabla 17. Resultados de las rubricas del equipo 1</i>	106
<i>Tabla 18. Lista de cotejo del equipo 2</i>	111
<i>Tabla 19. Resultados de las rubricas del equipo 2</i>	112
<i>Tabla 20. Lista de cotejo del equipo 3</i>	116
<i>Tabla 21. Resultados de las rubricas del equipo 3</i>	117
<i>Tabla 22. Lista de cotejo del equipo 4</i>	122
<i>Tabla 23. Resultados de las rubricas del equipo 4</i>	123
<i>Tabla 24. Retomando, La evaluación debe ser... ..</i>	127
<i>Tabla 25. Propósitos de la evaluación... ..</i>	128

Resumen

La evaluación del aprendizaje, es una parte fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje, por esa razón en el presente estudio se abordará la evaluación del aprendizaje en escenarios tecnológicos donde se modela situaciones de movimiento.

La conciencia de que el trabajo individual no es más que un grano de arena en la enorme labor de mejorar la enseñanza en nuestro país, lleva a relacionar la presente investigación con el trabajo de otros profesores, buscando así alcanzar, en conjunto, un trabajo que logre un aporte significativo.

En los antecedentes se plantea la introducción de la tecnología desde la vida cotidiana hasta el ámbito escolar, en particular en el Nivel Medio Superior del Instituto Politécnico Nacional. Se revisa cómo se considera la tecnología en las Competencias Básica del Bachillerato, enunciadas por la Secretaría de Educación Pública, así como el punto de vista de profesores y estudiantes de este nivel.

El marco teórico está conformado por diversos estudios sobre evaluación, donde destacan la *Evaluación sistemática*, realizada por Stufflebeam y Shinkfield (2005), y la edición que hace Pellegrino, Chudowsky y Glaser (2001/2004) a los trabajos de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos. En este último documento, se subrayan tres consideraciones fundamentales para la evaluación: el modelo de cómo se alcanza el aprendizaje de los estudiantes, las actividades con las que se observará su desempeño y el método interpretativo que se usará con los datos recopilados. Estas consideraciones permitirán observar cómo afecta el uso de la tecnología la evaluación del aprendizaje.

Se hace un análisis de la actividad desarrollada por Torres (2004) y de las fuentes de información con que contó para su investigación. Con base en este análisis se plantea una posible evaluación y las precauciones que se deben tener para su funcionamiento.

Una vez planteada esta evaluación, se muestra su funcionamiento con una actividad de modelación tecnológica de movimiento donde se buscó una mayor aproximación a la situación usual de clase.

Abstract

Learning assessment, despite of being a fundamental part of the teaching-learning process, had not been paying due attention in Mathematics teaching. In this study I deal with learning assessment in a technological scenario in which students model movement situations.

Knowing that individual work is only a small contribution to the huge task of improvement of teaching in our country, lead me to relate this research with other teachers' work, trying, in this way, to achieve a joint effort that means a significant contribution to the field.

In the background, I approach technology introduction from daily life to a school context, particularly at High School level at Instituto Politécnico Nacional. I look at the way in which technology is considered in the document *Competencias Básicas del Bachillerato*, issued by Mexican Education Ministry, as well as teachers and students points of view.

The theoretical background is conformed by different studies about assessment, included *Systematic Assessment*, by Stufflebeam and Shinkfield (2005), and Pellegrino, Chudowsky and Glaser (2001/2004) edition of the work of National Academy of Sciences in the USA. In this last document it is highlighted three basic considerations for assessment: students learning model, the tasks with which students performance is going to be observed, and the interpretative methodology used to process the information gathered. These considerations will allow to observe how using technology will affect learning assessment.

I discuss the activities developed by Torres (2004) and the data sources she had at hand during her research. Based on this analysis I suggest a possible assessment proposal and the provisions that we must take into account in order to improve its working.

Once stated this assesement proposal, I show its working with a technological modelling activity in wich I sought a better approach to the usual classroom situations.

Glosario

Actividades de aprendizaje	Actividades diseñadas con la finalidad de que los participantes logren un aprendizaje en específico.
Aprendizaje	“...involucrarse en una actividad intelectual cuya consecuencia final es la disponibilidad de un conocimiento con su doble status de herramienta y de objeto.” (Artigue, 1995)
Aprendizaje actitudinal	Aprendizaje consistente en la modificación de las actitudes que se presentan ante una situación u objeto.
Aprendizaje conceptual	Aprendizaje de conceptos, hechos o datos.
Aprendizaje procedimental	Aprendizaje que permite la ejecución de un proceso.
Ámbito escolar	Ambiente académico. Espacio físico y de tiempo donde se desarrollan los procesos de enseñanza-aprendizaje estructurados en base a un currículo previamente establecido
Calculadora graficadora	Calculadora con el poder de elaborar y presentar gráficas, a partir de datos generados por una tabla o algún otro dispositivo.
Dispositivo Transductor	Dispositivo auxiliar de una calculadora o computadora que permite traducir a datos utilizables por dicho aparato las señales generadas por un sensor (en este caso de movimiento).
Evaluación	Un estudio sistemático planificado, dirigido y realizado con el fin de ayudar a un grupo de clientes a juzgar y/o perfeccionar el valor y/o el mérito de algún objeto. (Stufflebeam & Shinkfield, 2005). Proceso que consiste en la emisión de juicios de valor con respecto a un proceso o producto (Garza, 2004). Proceso a través del cual se observa, recopila y analiza información relevante, respecto del proceso de aprendizaje de los estudiantes, a fin emitir juicios de valor y tomar decisiones pertinentes y oportunas para la retroalimentación y a la emisión de la nota evaluativa. (acreditación) (IPN, 2005c).
Evaluación diagnostica	Evaluación con fines de diagnóstico realizada al inicio del curso, tema o unidad de aprendizaje.
Evaluación formativa	Evaluación realizada a lo largo del proceso de aprendizaje con la finalidad de retroalimentar y mejorar el proceso.
Evaluación sumativa o terminal	Evaluación dada al final del proceso de aprendizaje con la única finalidad de acreditar.
Metacognición	Proceso de reflexionar sobre el pensamiento propio y orientarlo. (Pellegrino, et all; 2001/2004)
Modelación	“Proceso de matematización en el aula como actividades

	<i>que desarrollan interactivamente docentes y alumnos en un salón de clases, usando las matemáticas para interpretar y transformar un fenómeno de la naturaleza confrontando y argumentando diferentes versiones.” (Torres, 2004; p 30)</i>
Modelación matemática	Reconstrucción de significados que dan forma a las situaciones que crean los humanos y que participan en ellas; es una construcción original que utiliza material conocido, por ejemplo, las ideas y concepciones compartidas por los participantes. La parte esencial de la modelación es la formación de esas construcciones, y hacer distinción entre ellas para seleccionar una es una clase de actividades y acciones hechas con herramientas. Por ello, el humano se somete a usarlas, entenderlas y llevarlas a ciertos actos, y así reconstruir significados. (Cordero, 2001).
NMS	Nivel Medio Superior
Paquetes didácticos	Materiales auxiliares para los cursos de matemáticas elaborados por la Academia Institucional de Matemáticas del IPN, los cuáles constan de libro del estudiante, libro del profesor, disco interactivo.
Simulación	Actividad que permite expresar un fenómeno físico estudiado, permitiendo al estudiante su análisis, así como la generación de significados relacionados al lograr una visión cualitativa del fenómeno en estudio.
TIC	Tecnologías de información y comunicación

Introducción

La tecnología ha modificado nuestro entorno por completo; de la misma manera el proceso de enseñanza-aprendizaje, como parte de nuestra vida cotidiana, se ve modificado. Al modificarse la forma en que aprenden los estudiantes, la evaluación debe cambiar para reflejar adecuadamente los aprendizajes logrados, y así, la evaluación se ve también afectada. En el presente trabajo se hace una exploración sobre la forma de evaluar los aprendizajes en ambientes diseñados para trabajar con tecnología.

En el capítulo I se presentan los antecedentes de este trabajo, donde se hace una revisión de la tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje y la consecuente necesidad de evaluar los aprendizajes de los estudiantes considerando esta nueva variable. La pregunta que guía esta investigación es ¿cómo debe plantearse la evaluación del aprendizaje en una situación de uso de tecnología?

En el capítulo II se revisarán los conceptos relacionados con la evaluación del aprendizaje y la tecnología como elemento de las situaciones de aprendizaje, constituyendo el marco teórico que nos permita evaluar el aprendizaje en este ambiente.

El caso particular de un taller extracurricular se revisará en el capítulo III, en este taller se trabaja modelación de movimiento con uso de calculadoras con poder de graficación y con dispositivos transductores que permiten trasladar el movimiento realizado por los estudiantes a la calculadora. La amplia y organizada observación que se llevó a cabo en dicho taller, nos brinda información suficiente sobre la actuación de los estudiantes en la situación de aprendizaje planteada para, a partir de este análisis y apoyado en el marco teórico, proponer una evaluación efectiva en situaciones de aprendizaje con uso de tecnología. La funcionalidad de la evaluación propuesta se muestra con otra situación de aprendizaje, similar en cuanto al uso de tecnología.

Las conclusiones presentadas en el capítulo IV, remarcan el hecho de que la evaluación no es única, y enumeran la serie de precauciones que deben considerarse para que la evaluación del aprendizaje sea efectiva, respondiendo así a la pregunta de investigación.

Capítulo I Antecedentes

Partiendo de la premisa de que la evaluación debe estar íntimamente ligada a la forma en que se enseña, en el presente trabajo se hará una exploración sobre la forma de evaluar los aprendizajes en ambientes diseñados para trabajar con tecnología, por lo que comienza revisando lo que el uso de la tecnología ha implicado tanto en la vida cotidiana como en el proceso de enseñanza-aprendizaje y específicamente en el Instituto Politécnico Nacional (IPN), buscando como conclusión lo que el proceso de evaluación de los aprendizajes debe considerar en estos escenarios a diferencia de los escenarios habituales.

La Tecnología en la vida cotidiana

En nuestro entorno observamos cómo se ha desarrollado la tecnología en un lapso relativamente breve, basta con voltear a nuestro alrededor para constatar no sólo este acelerado desarrollo sino la forma en que éste ha modificado nuestro entorno: hogar, trabajo, transporte, comunicación y espacios educativos; si los comparamos con cinco, o 10 años atrás veremos que ahora encontramos computadoras integradas a nuestra vida.

El avance tecnológico ha sido notorio sobre todo en los medios de comunicación, abriendo la posibilidad de un contacto instantáneo con lugares distantes; la velocidad de comunicación permite acelerar distintos procesos, como los movimientos bancarios, ahora se pueden cobrar casi instantáneamente depósitos hechos en lugares distantes, cuando anteriormente era necesario esperar la llegada de la información y los acuerdos por largos periodos. Otro ejemplo claro de estos avances es el desarrollo de calculadoras y computadoras, que vuelven instantáneos procesos, en otro tiempo tan largos, que se tornaban prácticamente imposibles; procesos como el cálculo de variantes y otros procesos estadísticos, haciendo de esta manera que proyectos inalcanzables por los científicos de otros tiempos, sean tareas cotidianas en nuestras aulas.

Inmersos en un mundo que presenta esta velocidad en procesos e intercambio de información, no podemos extraernos a los cambios pues estaríamos en franca desventaja con respecto al resto del mundo. Al fluir la información con tal velocidad requerimos procesos de análisis mucho más veloces, con más resultados y de mayor utilidad. Cuando tenemos al alcance los datos de todo el mundo concernientes a nuestra investigación, no podemos excluimos y tomar sólo nuestro pequeño entorno sin verlo como parte de un todo. Si en las instituciones educativas preparamos actualmente a los estudiantes para un mundo con estas ventajas debemos prepararlos de forma que las aprovechen.

Para los estudiantes, en particular del Nivel Medio Superior (NMS), la forma habitual de investigar es dar un par de teclazos y encontrar un mundo de información; bajar, no sólo texto, sino videos, música y programas son tareas comunes; y “chatear” con un estudiante que revisa el mismo tema del otro lado del mundo es cosa de todos los días.

Así el nuevo reto está en cómo integrar esa tecnología (cambiante, impresionante, avasalladora) a nuestra aulas para que dé impulso a los esfuerzos realizados todos los días por los profesores y nos ayude no solamente a captar la atención de nuestros estudiantes, sino a lograr en ellos las competencias esperadas. Para esto es necesario establecer nuevas tareas que utilicen las Tecnologías de Información y de Comunicación (TIC) en beneficio de los estudiantes.

I.1 Uso de tecnología en el ámbito escolar.

Todos los cambios provocados en la vida cotidiana por el uso de las TIC, influyen también en el quehacer de docentes y de investigadores. La inserción de la tecnología en las aulas ha sido mucho más lenta que en otros medios. En las Bolsa de Valores, por ejemplo, se aprovechan los más recientes avances de comunicación, pues la claridad y la rapidez con que se tenga la información de lo que sucede en industrias distantes, implica la diferencia entre la pérdida o la ganancia de millones de dólares, mientras en nuestros espacios educativos se pugna por el acceso a estas tecnologías.

En el Nivel Medio Superior los programas recientes del IPN incluyen el uso de las TIC desde su fundamentación (Instituto Politécnico Nacional [IPN], 2006b), esto implica que el trabajo en las aulas debe estar sustentado en el uso de estas tecnologías. En particular, el programa de la asignatura de Álgebra dice en su misión "...[El álgebra] fortalece y desarrolla capacidades, habilidades y destrezas numéricas y algebraicas en nuestros estudiantes, por medio de un programa integral con apoyo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación;" (IPN, 2006b; p 4) estableciendo el uso de las TIC como apoyo fundamental en el desarrollo del programa; en el mismo programa se indica en uno de los objetivos generales que los estudiantes deben adquirir la capacidad de servirse de los medios tecnológicos y se resalta el hecho de que su uso debe ser racional, es decir que no puede ser solamente la obtención de datos sino su comprensión y análisis; sin embargo las actividades propuestas no incluyen actividades con TIC. El perfil del profesor, presentado en estos mismos programas, requiere el manejo de las TIC, pero en la práctica no se ve reflejado su uso en las aulas, un ejemplo claro son los exámenes que se aplican cada bimestre en las escuelas.

NOMBRE: _____ BOLETA No.: _____

GRUPO : _____ No.LISTA: _____ EV.EXAMEN: _____ EV.CONT.: _____ CALIF.: _____

TEMAS A EVALUAR: SISTEMAS NUMERICOS, NUMEROS ENTEROS Y NUMEROS RACIONALES.

INSTRUCCIONES: RESOLVER LOS SIGUIENTES PROBLEMAS.
ESCRIBIR TODOS LOS PROCEDIMIENTOS.
NO USAR CALCULADORA.
VALOR DE CADA PROBLEMA: UN PUNTO.

1. Determinar el mínimo común múltiplo y el máximo común divisor de los números: 18, 24, 36 y 90.

2. Suprimir paréntesis y simplificar la siguiente expresión:

$$(7 - 15 + 12) - \{17 - 25 - [35 - 22 - 18 - (75 - 97)]\}$$

Ilustración 1. Muestra de examen parcial de álgebra

En este ejemplo, los ejercicios planteados a los estudiantes podrían ser resueltos por cualquier calculadora, con lo que le están buscando evidencias de procesos mecánicos, en lugar de aprovechar el recurso tecnológico y pedir a los estudiantes actividades relacionadas con el razonamiento de estos datos.

Las personas aprendemos a un ritmo diferente del que lleva la tecnología en su desarrollo; “Los profesores actuales no han aprendido matemáticas con el uso de la tecnología y hoy deben enseñar de esta forma.” (Suárez, 2006, p. 11), esta situación convierte la integración de las TIC en un verdadero reto, principalmente provocado por los temores de los profesores que se sienten superados por lo estudiantes, y por lo mismo siente que pierden el control.

El hecho de que la inclusión de las TIC en las aulas no se realice con la misma velocidad que el desarrollo de las mismas no implica que tal inclusión no se lleve a cabo. En el caso particular de los Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT) del NMS del IPN se cuenta con salas de computo, entre cuatro y 25 (según el plantel) calculadoras con poder de graficación y con material desarrollado por la Academia Institucional de Matemáticas (AIM) (paquetes didácticos de Álgebra, Geometría y trigonometría, etc.) en donde se considera el

uso de diferentes TIC, de manera que los profesores las van integrando poco a poco en sus actividades docentes; prueba de ello son los talleres que se han realizado en cuanto a la implementación del programa en plataformas como la BSCW (Basic Support for Colaborative Work) y la Black board, algunos de ellos solicitados por los profesores de los planteles.

Los cambios sustanciales son difíciles, requieren romper con paradigmas establecidos y establecer nuevos paradigmas (Kuhn, 1964/2004). En el caso de la integración de las TIC a nuestros espacios educativos, además de romper con los métodos de enseñanza tradicional (donde el profesor debe dar una cátedra magistral que los estudiantes deben escuchar con atención, los buenos estudiantes son quienes repiten “casi de memoria” la clase, y demás ideas similares), requiere romper con temores de los profesores que ven cómo los alumnos tienen mayor facilidad para su manejo que ellos mismos, que ven que los estudiantes “nacieron” (como se dice coloquialmente) con un *mouse* de computadora en la mano, mientras que él apenas está aprendiendo a usarlo.

En el Nuevo Modelo Educativo del Instituto Politécnico Nacional (IPN, 2002B), se considera la inclusión de las TIC como una necesidad que no puede posponerse más, porque, entre otras razones, las exigencias generadas por la sociedad del conocimiento implican que “...ahora forzosamente hay que manejar la tecnología más moderna” (Rama, 1993; citado en IPN, 2002B); dejando claro que dicha inclusión no se puede dar de un día para otro apoyando así el proceso que se está llevando a cabo paulatinamente en las escuelas.

I.2 Definición de Actividad matemática con uso de tecnología.

Artigue (2007, julio) indica que la tecnología trastorna los equilibrios entre el valor epistémico y el valor pragmático de la técnica; es decir entre la posibilidad de entender el mundo y la posibilidad de actuar sobre él, por lo que se vuelven necesarias nuevas tareas para recuperar el equilibrio causando grandes conflictos en los centros de enseñanza.

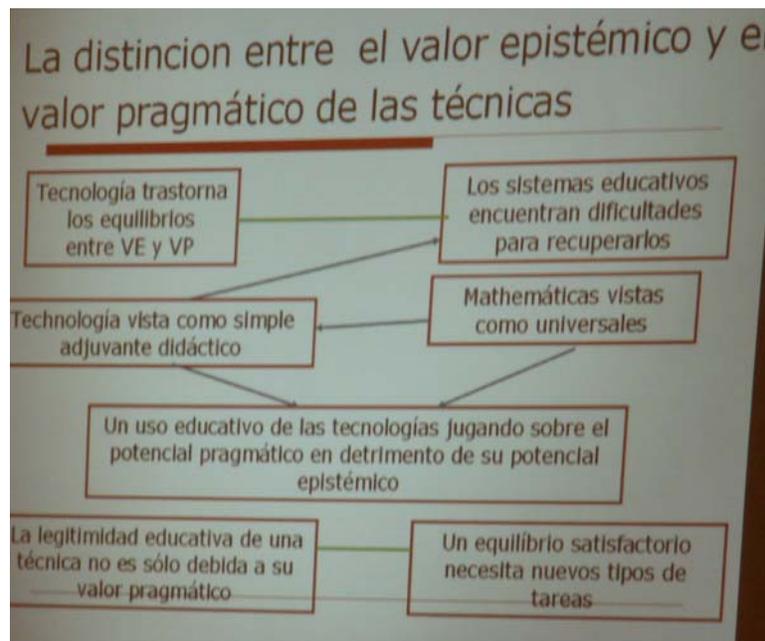


Ilustración 2. Distinción entre valor epistémico y valor pragmático (Artigue, 2007)

Moreno (2002) plantea el uso de calculadoras en dos niveles diferentes de actividad matemática, cuando se usa como herramienta que amplifica la posibilidad de trabajo sin modificar el desarrollo cognitivo de la actividad realizada (amplificador) y cuando modifica la actividad cognitiva incidiendo directamente en el trabajo realizado como re-organizadora. En el primer caso Moreno la compara con la lupa que nos permite ver mas claramente nuestro objetivo, mientras que en el segundo la compara con el microscopio que cambia nuestra perspectiva de estudio y nos cambia completamente la situación en estudio.

<i>Tecnología como:</i>	<i>Función:</i>	<i>Planteamiento</i>
Herramienta	Amplificadora	Auxilio complementario, independiente al pensamiento del estudiante.
Instrumento	Re-organizadora	El pensamiento matemático del estudiante es afectado por la herramienta.

Tabla 1. Usos de la tecnología.

Es tan grande la influencia del uso de la tecnología en la actividad matemática que Balacheff (1994, citado en Moreno (2002)) habla de una transposición informática, necesaria por el fuerte impacto epistemológico que esta integración ha generado. La forma en que los estudiantes edifican los objetos matemáticos y se relacionan con ellos es diferente en la medida que utilizan los instrumentos tecnológicos en este proceso.

Como el mismo Moreno plantea, el uso de la geometría dinámica permite a los estudiantes ver las propiedades de los objetos geométricos sin que éstas dependan de la posición de los mismos objetos, ya que no son estáticos.

I.2.1 Líneas de investigación

Las líneas de investigación relacionadas con la tecnología son muy variadas, por lo que trataremos de dar una visión que parta desde lo más general hasta aproximarse a las investigaciones relacionadas con el presente trabajo.

Marquès (1999) hace un estudio sobre las diferentes líneas de investigación en Tecnología Educativa, atendiendo las publicaciones de diferentes países (principalmente España), donde destaca por ejemplo el uso de Internet con aplicaciones educativas, el diseño, el desarrollo y la evaluación de materiales, educación a distancia o educación especial; es importante señalar, por la fuerte relación que guardan entre ellas, que distingue los aspectos generales de los medios de comunicación y los medios de comunicación y educación como dos líneas de investigación; de la misma manera distingue el profesorado y la integración escolar de los medios y las TIC de Formación de Profesores. En el

mismo texto Marquès cita a Area y Martínez cuando habla de líneas de trabajo actuales y relaciona las TIC por un lado con la educación escolar, por otro con la docencia universitaria y por último con la educación no formal; mencionando también líneas de trabajo como el desarrollo de software educativo y materiales didácticos, medios y enseñanza o educación, tecnología y cultura.

En el Consejo Mexicano de Investigación Educativa (COMIE) se hace un estudio de las investigaciones realizadas en cada década en nuestro país, dividida por áreas del conocimiento, donde podemos observar la situación prevaleciente en nuestro país. El reporte correspondiente a la década que va de 1993 a 2001 (COMIE, 2003), indica que en nivel superior se desarrollaron tanto software, como plataformas y la enseñanza en su modalidad virtual; en cuanto a investigación destacan por ejemplo estudios sobre razón de cambio, interacción entre registros gráfico y algebraico, así como operaciones gráficas. En el nivel medio superior, también se encuentran algunos estudios sobre el uso de tecnología basados principalmente en el uso de software, como graficadores u hojas de cálculo, Aguayo, (investigador-recopilador) resalta en este trabajo el optimismo como una constante en los estudios de este tipo, en particular en los de geometría, y la ausencia de estudios que analicen el papel del profesor.

Al hablar de uso de la tecnología en la modelación, Suárez (2006) distingue la modelación de la simulación hecha con la computadora; ya que, según ejemplifica, no es lo mismo cuando utilizan un modelo ya elaborado en la computadora para explorar una situación dada, que cuando parten desde el inicio y crean su propio modelo, ya que cuando modelan crean sus propias representaciones y aprenden sobre su propia naturaleza mientras que si trabajan un modelo ya elaborado solo estudian sus características y propiedades. Esto nos lleva nuevamente a la preocupación antes mencionada sobre los distintos usos que a la tecnología le podemos dar en las aulas, obteniendo distintos aprendizajes. En el mismo texto Suárez cita distintos trabajo de modelación de movimiento con sensores (Kwon, 2002; Swingle y Pachnowsky, 2003), incluso cita a Hartmann y Choppin (2003) con una experiencia donde comparan un simulador de caída libre elaborado en la

computadora (dos dimensiones) con la modelación usando sensores de movimiento, destacando la necesidad de usar distintas herramientas tecnológicas a lo largo de los cursos.

I.2.2 Uso de la tecnología en el IPN

La Academia Institucional de Matemáticas (por sus siglas AIM-NMS-IPN) ha presentado la iniciativa de llevar a cabo diversos programas entre los que destacan el de profesionalización y actualización docente y el de fomento a la investigación educativa. Estos Paquetes fueron elaborados para distintos cursos de los programas de los CECyT y constan del libro del estudiante (IPN, 2003a; IPN, 2004a; IPN, 2005a); el libro del profesor (IPN, 2003b; IPN, 2004b; IPN, 2005b) y un disco interactivo. Se puede observar la preocupación por la profesionalización del docente principalmente en el acercamiento de los profesores a las investigaciones realizadas en Matemática Educativa, pero también en las lecturas recomendadas y en la forma novedosa en que se presentan las actividades; pero sobre todo destaca el uso de las TIC, ya que al incluir vínculos a Internet, graficadores y otros tipos de software, presenta una forma de trabajo que considera ampliamente el uso de las tecnologías.

Dentro de cada programa se desarrollan distintos proyectos, así, dentro del proyecto de actualización permanente se considera la incorporación de los avances tecnológicos en practica docente y la integración de las investigaciones realizadas en matemática educativa. Mientras que en el programa de Investigación encontramos la línea de estudio referida al papel de las nuevas herramientas tecnológicas en el ámbito de la clase de matemáticas. Los proyectos de ambos programas muestran el interés de la Academia en la incorporación de las nuevas tecnologías, y de la investigación, al trabajo diario en las aulas del IPN, como útiles e importantes herramientas de aprendizaje. Todo esto en el marco de la respuesta al reto de “superar la imagen tradicional de la adquisición de conocimientos como un fin en sí, para insistir en el desarrollo de aptitudes en el nivel de métodos, de procedimientos y de estrategias de intervención” (AIM, 2000) convirtiéndose inmediatamente en una consigna para la evaluación que debe

reconocer los aprendizajes no sólo de las definiciones, como se hace tradicionalmente, sino aprendizajes como la creación de nuevas matemáticas por los estudiantes; ¿para qué aprender matemáticas? ¿cuál es la finalidad? Si lo que queremos es aprender matemáticas para resolver los problemas que se presenten en forma cotidiana (Chevallard, Bosch y Gasco, 1997), la evaluación del aprendizaje debe buscar evidencias de que este objetivo se ha cumplido (Stufflebeam y Shinkfield, 2005).

El enfoque considerado en los Paquetes Didácticos de Matemáticas está acorde con lo que dice Douady cuando define aprender (Artigue, 1995) como “involucrarse en una actividad intelectual cuya consecuencia final es la disponibilidad de un conocimiento con su doble status de herramienta y de objeto.” Refiriéndose, según explica, a que el conocimiento puede ser un objeto en sí mismo o puede ser una herramienta que permita resolver los problemas que se presenten. Por eso los Paquetes Didácticos de Matemáticas tienen esa doble intención, la de formar en los conceptos matemáticos y la de formar a los estudiantes en situaciones o problemas donde se apliquen dichos conceptos.

Algunos de los proyectos de investigación desarrollados (entre 2002 y 2004) por la AIM para su inscripción en la Dirección General de Proyectos de Investigación (DGPI), que se destacan por su relación directa con el trabajo que nos interesa son “Uso de las gráficas a través de actividades de modelación matemática en el NMS del IPN”, “Gráficas y Movimientos con Tecnologías de la Información y la Comunicación” y “Los dispositivos de transducción para la modelación en las clases de Matemáticas”. En dichos proyectos se destacan la preocupación por la inserción de las TIC en las aulas del Instituto; principalmente en el Nivel Medio Superior, donde se ha encontrado gran interés de los estudiantes pero también mucha resistencia por parte de los profesores. Algunos de los productos paralelos a estas investigaciones han sido publicaciones, talleres y participaciones en congresos tanto en el nivel nacional como internacional por ejemplo los publicados en la Revista Electrónica de Nuevas Modalidades Educativas, No. 2 (Ramírez, Torres, Suárez y Ortega, 2007), o el taller *Cómo elaborar un seminario virtual*

presentado en XXII Simposio Internacional de Computación en la Educación (SOMECE), donde se ha tenido la oportunidad de contrastar con las observaciones hechas por profesores e investigadores de otras instituciones, e incluso de otros países, donde se comparte la certeza de que debe haber una reflexión y un análisis sobre el uso de la tecnología y los resultados que se observan, aún cuando estas observaciones sean empíricas, cuanto mejor cuando se hace una investigación formal.

En el libro para el Profesor, (IPN, 2004a) se destaca que "...Para organizar aprendizajes complejos a partir de supuestos cualitativamente distintos de aquellos en los que se basa nuestra formación, necesitamos identificar los conocimientos, habilidades, actitudes, así como los valores subyacentes, que debemos revisar." de la misma manera debemos destacar tanto conocimiento como habilidades y actitudes (coincidentes con los revisados) para evaluar si los aprendizajes que se buscaban fueron alcanzados.

En la Academia Institucional de Matemáticas se ha discutido la necesidad de vincular los trabajos de investigación en matemática educativa con las actividades desarrolladas en el aula. Esta relación debe darse en ambos sentidos, tanto los resultados de investigación deben integrarse al trabajo en el aula como el trabajo diario del docente se debe aprovechar para realizar investigaciones, y más aún, el profesor debe tomar una actitud de investigador, registrando y sobre todo observando metódica y sistemáticamente lo que sucede frente a sus estudiantes en la labor diaria. Actualmente estas dos labores están muy desvinculadas esta situación es reconocida ampliamente y diferentes proyectos, como *El Verano de la Investigación*, (consistente en estancias de profesores del NMS del IPN en Instituciones y Centros de Investigación del mismo IPN para que participen activamente en investigación en desarrollo), muestran la preocupación de las autoridades por vincular a los profesores, en particular del Nivel Medio Superior con la comunidad de investigadores.

El presente no es un trabajo aislado forma parte de una comunidad que se ha preocupado por mejorar las condiciones de enseñanza y aprendizaje de las

matemáticas, como profesora del Nivel Medio Superior (NMS) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), es importante destacar los esfuerzos realizados por mis colegas en este campo y observar cómo estos trabajos en conjunto logran formar una célula de investigación. Este trabajo contribuye con otros trabajos para conformar una red que busca contribuir en la importante tarea de lograr un proceso de estudio exitoso de las matemáticas.

Aunque a nivel mundial, el uso de tecnología en la enseñanza de las matemáticas, ha sido objeto de diversas investigaciones (Marquès, 1999, 2004; Moreno, 2002; Torres, 2004; Suárez, 2006; Flores, en progreso) que no pueden ignorarse, la investigación entre los profesores del NMS del IPN es un proceso naciente. Proyectos como la creación de talleres de calculadoras en las escuelas del NMS-IPN son tierra fértil para los profesores interesados en la investigación, y aunque se tienen pocos proyectos de investigación registrados, las inquietudes en dicho programa tienden a abundar en el uso de tecnología; por ejemplo. En la comprobación de efectos como el uso de las gráficas, o la comprensión del concepto de cambio que trae como consecuencia el uso de las recientemente adquiridas calculadoras.

En este sentido, y justamente por referirse a escenarios de uso de tecnología, se espera que las observaciones del presente trabajo sirvan de guía para una efectiva evaluación de los aprendizajes. En particular la evaluación de los logrados en situaciones de aprendizaje en escenarios tecnológicos como el planteado por Torres (2004) donde se aplica el uso de calculadoras graficadoras con sensores de movimiento. Se espera también que sirvan en la evaluación de otras situaciones planteadas en los paquetes didácticos utilizados en los CECyT, generando así escenarios factibles de reproducir en estas escuelas. Es por ello que se toma como punto de partida los resultados del trabajo de tesis de Torres (2004).

En su investigación de Torres (2004) se preguntó si el uso de la tecnología genera un nuevo uso de las gráficas, y para responder presentó un estudio experimental sobre el uso de calculadoras con sensores de movimiento para modelar una

situación real de movimiento. Dicho estudio se llevó a cabo en un taller extracurricular de modelación con estudiantes voluntarios de diferentes CECyT del IPN; en éste se observaron los aprendizajes logrados con el uso de dicha tecnología. Esto constituye un ejemplo del potencial de estas herramientas en las aulas pues muestra cómo los aprendizajes generados con el uso de la tecnología, nos llevan a un nuevo uso de las gráficas.

En la presentación del Nuevo Modelo Educativo (IPN, 2002b), se hace explícita la preocupación que causa el hecho de que la mayoría de los programas vigentes en ese momento eran demasiado rígidos y no permitían la introducción de materiales acordes con las nuevas tecnologías educativas. Dando pie para que las reformas incluyan el trabajo con los principales avances tecnológicos. En este sentido los Paquetes Didácticos de matemáticas incluyen una serie de actividades con uso de las TIC que incluyen búsquedas en Internet, ejercicios con graficadores, paquetes interactivos en Internet.

Al darse un importante acercamiento entre las naciones del mundo se destaca la capacidad tecnológica y humana como motor que impulsará el desarrollo de los distintos países, convirtiéndose el conocimiento en un valor agregado fundamental (ANUIES, 2000 citado en IPN, 2006a); aún mas reciente, y con la inundación de información, (atribuida principalmente a Internet) se llegó a la conclusión de que no basta con tener la información, es necesario saber aprovecharla. Así, al hablar del tránsito de una sociedad de la información a una sociedad de conocimiento, el Centro de Formación e Innovación Educativa (CFIE), destaca la transformación de las TIC de meras herramientas de transmisión de información en herramientas de análisis y discernimiento de la misma para su aplicación en la resolución de problemas práctico (IPN, 2006a).

I.2.3 Injerencia del uso de tecnología en la obtención de las competencias básicas.

Para la Secretaría de Educación Pública (SEP), una competencia se refiere explícitamente a cumplimiento de criterios o estándares esperados (SEP,2006);

para insertar a los egresados del Nivel Medio Superior, ya sea en un medio de trabajo o en el Nivel Superior, el uso de la tecnología es cada vez más común, se espera que están habituados a su uso. Más aún, si revisamos las competencias básicas que debe adquirir un estudiante al cursar el Nivel Medio Superior (competencias generales, no hablamos específicamente de matemáticas), encontraremos que la segunda competencia dice explícitamente “Manejar información formulada en distintos lenguajes y discursos (gráficos, matemáticos, simbólicos, de cómputo, etc.)” (IPN, 2004b; p. 15) donde se pide al estudiante que maneje información en lenguaje de cómputo. Así queda clara la necesidad de incluir el manejo de TIC en las escuelas si deseamos que los estudiantes alcancen las competencias esperadas al egresar.

De forma similar vale la pena revisar los estándares considerados por el National Council of Teacher of Mathematics (NCTM), donde podemos observar que ya para los grados 6-8 (el equivalente a la Educación Secundaria en nuestro país) se esperan resultados para los que es útil, aunque no necesario, utilizar la tecnología, por ejemplo: “Relaciona y compara diferentes formas de representación para relaciones e identifica funciones como lineales, no lineales y contrasta sus propiedades desde tablas, gráficas o ecuaciones” (NCTM, 2000); en particular las investigaciones relacionadas por el COMIE (Aguayo, 2003) muestran la ayuda que representa el uso de la tecnología para facilitar el paso de la representación gráfica a la algebraica o a la funcional y viceversa, lo cuál resulta de gran utilidad en la obtención de competencias como la relacionada anteriormente; en forma similar se encuentran estándares relacionados con el manejo de información. Pero en el caso particular de los grados 9-12 (equivalentes al Nivel Medio Superior), se encuentran varios estándares que explícitamente indican el uso de tecnología, y los hallamos desde los que recomiendan su uso para ejercicios mas complicados como “Cálculos fluidos y estimaciones razonables, mentales o tecnológicos para operaciones más complicadas”, “Entiende y desarrolla transformaciones como combinaciones aritméticas, composición e invierte funciones de uso común, usando tecnología para desarrollar operaciones cuando tienen expresiones simbólicas mas complicadas”; hasta aquellos donde se considera un análisis de

los resultados como cuando dice: “Juzga el significado, utilidad y si son razonables los resultados de manipulación simbólica, incluyendo los obtenidos a través de la tecnología”.

De esta manera es claro como para la comunidad internacional como para las autoridades nacionales el uso de tecnología es una necesidad entre nuestros alumnos que nosotros no podemos dejar de lado.

I.2.4 Experiencia de la AIM

La Academia Institucional de Matemáticas ha tenido diversas actividades, asesorados por la Red de Investigación e Innovación en Educación Estadística y Matemática Educativa (RIIEEME) desde su fundación y hasta 2005, algunos de los más destacado están incluidos en el programa *Uso de los resultados de la investigación* (MEM), este comprende ocho proyectos articulados que permiten atender diversas necesidades en propuestas integradas. Entre los que se destacan cuatro, el proyecto de ‘Paquetes Didácticos de Matemáticas’ (Suárez, L; Servin, C; Téllez, J; y Torres, JL; 2005), el proyecto de ‘Uso los Resultados de la Investigación en la Práctica Docente’, del que forma parte el Seminario Repensar las Matemáticas para el Nivel Medio Superior (Servín, C; Suáres, L; Téllez, J; Contreras, B; Torres, JL; Romano, S; Ramírez, ME; y Ortega, P; 2005), (Ramírez, ME; Torres, JL; Suárez, L; Ortega, P; 2006), el proyecto ‘La Profesionalización de los Profesores de Matemáticas’ y el proyecto ‘La Tecnología, una Herramienta para la Comprensión y Uso de las Matemáticas’.

En el proyecto ‘Paquetes Didácticos de Matemáticas’, acorde con el nuevo modelo del IPN, se hace énfasis en el uso razonado de la tecnología, buscando siempre la responsabilidad de los estudiantes en sus propios aprendizajes. Para lograr su objetivo este proyecto incluye, al igual que los otros, la necesidad de capacitación de los profesores, por lo que se ha diseñado y realizado una serie de talleres intersemestrales, destacando en entre ellos la preparación para el manejo de los Paquetes Didácticos de los cursos de Álgebra y Geometría y Trigonometría en la plataforma Black board. Otro proyecto destacado es el Seminario Repensar las

Matemáticas (SRM) (Servín et al, 2005), donde se ha acercado a los profesores a los productos de investigación en Matemática Educativa, a través de foros, entrevistas, videoconferencias; cuya temática ha llevado la conversación regularmente al tema del uso de la tecnología en la educación mostrando el interés no sólo de los investigadores sino también de los profesores en este tema.

I.2.5 Experiencia docente.

En el SRM, se evidenció el interés de los profesores en el uso de la tecnología como lo refieren Servin et al (2005), al hacer un análisis de los temas abordados durante los foros de discusión de las distintas sesiones, donde se encontró que el uso de las TIC es el tema más recurrido, además del tema de la videoconferencia en cuestión. Por ejemplo en el foro de la primera videoconferencia se observan comentarios al respecto que van desde preguntar si es recomendable usar la tecnología, hasta hacer énfasis en las tecnologías como facilitadores en la organización y el análisis de los datos (AIM, 2004, 14 junio), lo cuál nos da una idea la amplia gana de opiniones, y de conocimientos, que sobre el uso de la tecnología en las aulas encontramos en los profesores de los diferentes CECyT pero también nos dice mucho en cuanto al interés que este tema despierta, incluso en extremos opuestos; donde podemos encontrar profesores informados y de acuerdo con la implementación del uso de tecnología y profesores sin información sin una idea clara de lo que se trata.

I.2.6 Experiencia discente.

En el mismo foro de la primera sesión del SRM, una profesora comenta sobre su experiencia personal “Yo me quedé sorprendida de la manera como se involucran los estudiantes en la situación, quedan satisfechos y comentan que de esta manera logran comprender algunos conceptos que no entendían.” (AIM, 2004, 14 junio; Rocio Estrella Tovar). De esta misma manera, los comentarios en general de los profesores van en sentido de lo cómodos que los alumnos se sienten trabajando con las diferentes TIC.

Incluso se pueden observar comentario de los mismos estudiantes al participar en actividades tecnológicas, siempre en términos de que fue más divertido, que le entendieron mejor, y la recurrente pregunta ¿cuándo volvemos a trabajar así?

I.3 La modelación y las gráficas en situaciones de movimiento con tecnología.

En la tesis de Torres, (2004) encontramos tres aspectos de interés para esta investigación; el planteamiento de una pregunta especial en un escenario didáctico, el tipo de producciones de los estudiantes y el seguimiento dado de la actividad registrando su funcionamiento a través de una lista similar a la utilizada en evaluación como lista de cotejo.

Torres, (2004) estudia la implementación de una actividad de bosquejar e interpretar gráficas con uso de calculadoras graficadoras y dispositivos transductores (sensores de movimiento), esta actividad se aplica en un taller de modelación extracurricular a estudiantes de Nivel Medio Superior, (NMS) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) con la finalidad de observar cómo construyen los estudiantes ideas relativas al concepto de función con el uso de estos dispositivos tecnológicos. Los conocimientos matemáticos involucrados en esta actividad fueron, como lo comenta la autora, funciones lineales y cuadráticas, relación funcional entre distintas variables, las distintas representaciones de la función y su relación de dependencia. Para realizar su estudio se basa en las explicaciones sobre las representaciones que hace Azcarate, (1990, citado en Torres, 2004), en la que se considera como representaciones la simulación, la representación verbal, gráfica, tabular y algebraica. La solución del problema la realizaron los estudiantes trabajando en grupos pequeños, donde se realizaron actividades de análisis, exploraciones, el tránsito de los diferentes registros de representación; e incluso actitudes como confianza en resolver problemas, comunicar ideas y razonar, siempre con una actitud abierta modificar el punto de vista (Torres, 2004)

Estos son elementos importantes que afectan principalmente los aprendizajes completando así lo que en el libro del estudiante se define como un aprendizaje

complejo “los aprendizajes complejos no se logran aislando las componentes visibles, desarrollándolas e integrándolas posteriormente, sino mediante experiencias que ponen en juego, simultáneamente, tanto las habilidades de índole general, como los conocimientos específicos, junto con tu disposición para embarcarte en situaciones con una fuerte carga de riesgo e incertidumbre.” (IPN, 2004a, p. 6). Esta misma idea de integración de los diferentes aprendizajes se ve reflejada en el trabajo realizado por los estudiantes en la actividad propuesta por Torres descrita posteriormente.

En este trabajo se asume fundamental lo referido a la actividad graficación, entendida como la representación de un fenómeno a través de su gráfica. En este caso la representación del fenómeno físico de movimiento se representa por medio de su simulación usando tecnología; entendida la simulación, como “un proceso de matematización en el aula (...), usando las matemáticas para interpretar y transformar un fenómeno de la naturaleza (comprendidos los fenómenos sociales, económicos, etc.) confrontando y argumentando diferentes versiones” como lo explica Arrieta (Citado en Torres (2004)). También hace además referencia a distintos trabajos distinguiendo este uso, entre otros dados a las gráficas. Cita a Cordero y Solís (2001); Cantoral y Montiel (2001); Suárez, et al (2003) y explica tres usos de la construcción de gráficas, usando la relación de correspondencia entre dos variables, cuando se opera con gráficas para obtener nuevas gráficas y por último, como lo usa Torres (2004) usando tecnología para modelar un fenómeno. Así la gráfica plantea o expresa una situación real de movimiento (dependencia entre las variables distancia y tiempo), la cual debe ser representada (dejando ver al lector sus características principales) por los estudiantes a través de la simulación con sensores.

Así, dice Torres (2004), “Con ella [con la situación de aprendizaje] se pretende lograr que los estudiantes transiten entre los diferentes registros de representación como son: la descripción verbal, el modelo físico del movimiento o simulación y la gráfica. El uso de simulaciones debe servir de guía al estudiante para avanzar en el uso de herramientas y la generación de significados hasta lograr una visión

cualitativa de la situación planteada sobre el movimiento. Durante la secuencia de la actividad los estudiantes deberán transitar por un ciclo de exploraciones que comienza con la situación, sigue con la realización de simulación y regresa a la situación (*situación – simulación – situación*) la cual llevarán a cabo los estudiantes tantas veces como sea necesario.” (Torres, 2004, p. 28). Es importante tener claro lo que se espera de los estudiantes en una situación de aprendizaje, en caso por ejemplo, si esperamos un transito (*situación – simulación – situación*) entre diferentes registros de representación, es justamente esa posibilidad de transitar lo que debemos buscar al momento de evaluar la actividad. Tiene que haber una congruencia entre lo que se busca en la actividad de aprendizaje y lo que el profesor buscará a través de la evaluación.

La información que aporta Torres, (2004) sobre la implementación de una actividad con estudiantes, que se refiere a una situación de movimiento, es de interés para nuestro estudio ya que aporta datos sobre la construcción de ideas matemáticas por estudiantes del IPN referidas al concepto de función. Observamos en las producciones escritas de los estudiantes en aspectos referidos a la representación gráfica de la función, la transición de la representación verbal a la gráfica y a la modelación, utilizando una herramienta tecnológica, más específicamente la calculadora graficadora y los sensores de movimiento. Este estudio nos genera nuevas preguntas sobre el tipo de nociones matemáticas que elaboran los estudiantes y bajo qué términos la autora de la investigación plantea la evaluación del funcionamiento de su actividad.

I.3.1 Marco Teórico de Torres (2004)

Torres (2004) aborda el uso de las gráficas desde un enfoque sociopistemológico al considerar tanto el origen y el funcionamiento de los procesos de enseñanza que se siguen, los objetivos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) de los programas del NMS del IPN, las construcciones cognitivas que se buscan en el estudiante y el contexto, no solo histórico, sino también social que envuelve el concepto.

A partir de los estudios que de las gráficas han desarrollado otros investigadores como Cantoral y Montiel, (2001), Cordero y Solís (2001), (citados en Torres,2004) indica tres usos de las gráficas

Relación entre dos variables	Puntos ordenados
Operaciones gráficas	Análisis exploratorio
Simulaciones	Uso de tecnología

Tabla 2. Usos de las graficas.

En el tercer caso, se plantea la situación correspondiente a moverse frente al sensor de movimiento (tecnología). A partir de la descripción hecha por Azcárate (1990, citado en Torres, 2004) de las diferentes representaciones Torres se hace las siguientes preguntas “¿En que sentido logran tener una visión global de la gráfica? ¿cuáles son las visiones locales de la gráfica que pueden identificar?” (Torres, 20004, p 28).

I.3.2 Pregunta de investigación en Torres (2004)

El trabajo de Torres (2004), es una experiencia de investigación que refleja de forma sistemática el trabajo con estudiantes de nivel medio superior, por ello lo hemos asumido como antecedente importante, ya que esta nueva investigación se ha propuesto profundizar sobre el trabajo en clase con uso de tecnología.

Torres (2004) parte de la hipótesis de que “*La tecnología genera un nuevo uso de la gráficas*” (Torres, 2004, p. 10) por lo que las preguntas de investigación que plantea van en el sentido de de concretar esta hipótesis: “¿en qué sentido logran tener una visión global de la gráfica?, ¿cuáles son las visiones locales de la gráfica que pueden identificar?, ¿qué construcciones del conocimiento alcanzan a hacer, decir y discutir con respecto a la pendiente? Y ¿cuál es el tipo de control que tienen para relacionar la situación con los diferentes tipos de representaciones?” (Torres, 2004, p. 28). Estas preguntas nos remiten directamente a los aprendizajes en los que busca la influencia del uso de tecnología.

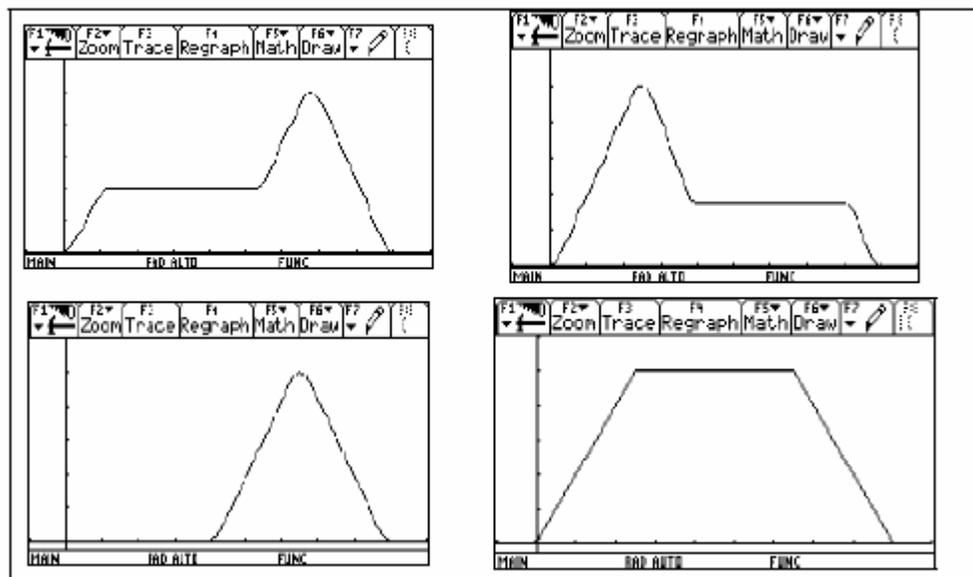
I.3.3 ¿Cómo se plantea la experiencia?

Se organizó en el CECyT “Wilfrido Massieu Pérez” un taller extracurricular de modelación con 20 estudiantes voluntarios (se consideraron los registros de 18 para el trabajo de tesis, distribuidos en seis equipos). Los estudiantes eran procedentes de ocho escuelas del NMS del IPN y también se tenían estudiantes de primero, tercer semestre y quinto semestre. De las cuatro sesiones de tres horas que conformaron este taller, dos tuvieron como finalidad la familiarización de los estudiantes con la tecnología, con la escritura de reportes y con la toma de registros (video, audio y fotografía); solamente el tercero se dedicó al trabajo con un problema previamente elegido del Paquete Didáctico de Matemáticas que para el primer semestre (aunque el problema se retoma en los libros de tercer, cuarto y quinto) elaboró la AIM. Estos paquetes surgen como proyecto de la AIM y teniendo la ventaja de que consideran tanto los contenidos como los objetivos, la metodología y la evaluación, indicada en el currículo de los CECyT, sin dejar de ser lo suficientemente libres como para utilizarse en otros programas (Romano, 2005) El enunciado del problema plantea:

“Valentina llegó temprano a su clase de música. A punto estaba de sentarse cuando advirtió que había olvidado su cuaderno en su refugio predilecto: la siempre cómoda y acogedora biblioteca. No podía perderse el comienzo de la clase, así que fue a la biblioteca, cogió su cuaderno y regresó a su asiento, a tiempo para comenzar su, probablemente disfrutable, clase de música. Pero en el camino se encontró a su bienamado Juan y se detuvo a intercambiar algunas muestras de su muy auténtico cariño, lo que le llevó 4 minutos, pero de los largos, La biblioteca está en un punto diametralmente opuesto del salón de música en el patio circular, que tiene 500 metros de diámetro, de la escuela. Valentina tardó en total 9 minutos.” (IPN, 2004a, p. 41)

Se pide a los estudiantes que describan mediante una gráfica la posición de Valentina con respecto al tiempo (tiempo - distancia al salón de música), primero en papel y posteriormente modelando con la tecnología, acciones en las que claramente se ven involucrados los conceptos implícitos en las preguntas de la

investigación como son: visión global y local de la gráfica, pendiente, y la transición de una representación a otra (verbal – gráfica – modelación). Dado que el problema no especifica el lugar de encuentro con Juan, deja lugar a cuatro posibilidades diferentes, las cuales se muestran a continuación.



*Ilustración 3. Posibilidades de encuentro
(Tomado de Torres 2004, 41)*

Las sesiones de dicho taller en general y en particular la tercera, consistieron en cuatro partes: la representación gráfica (en papel), la discusión grupal de las gráficas obtenidas, la “simulación del movimiento” entendida ésta como la modelación (frente al sensor) del movimiento planteado en el problema, para obtener con el uso de la tecnología la grafica propuesta en un inicio, y por último una nueva discusión grupal. La primera y la tercera partes se realizaron en 6 equipos de 3 estudiantes cada uno. Además de los estudiantes se contó con la participación de monitores (estudiantes y maestros con experiencia en el manejo de este tipo de trabajo) cuya función fue supervisar y registrar el trabajo de cada equipo, cuidando de no intervenir en las soluciones y discusiones.

Visto, aún en forma tan general, en el planteamiento de este trabajo notamos la inserción de los conceptos matemáticos involucrados en las preguntas, como

elementos destacados del trabajo con los estudiantes. Debemos destacar de la misma manera que la solución esperada no es única, al no especificar en que momento en que se detiene, por lo que los comentarios que los estudiantes hicieron en lo personal y los equipos en general se vuelven parte importante de la producción de los estudiantes, al mostrar a que solución se están refiriendo y si observaron las otras opciones, así como la razón por la que tomaron esa opción

I.3.4 Aportación problema (reflexión)

Torres (2004) indica textualmente “[El] propósito es dar cuenta de los aprendizajes que logran los estudiantes de los distintos semestres (primero, tercero y quinto) del Nivel Medio Superior del Instituto Politécnico Nacional al trabajar con un problema de una situación real de movimiento empleando tecnología como son los dispositivos transductores y la calculadora graficadora.” (Torres, 2004, 8), una estrategia de análisis es revisar los reportes presentados por los estudiantes, los registros de los monitores y las grabaciones (de audio y de video) realizadas, enfocando su atención en “dar evidencias de las concepciones matemáticas obtenidas por los estudiantes al poder trabajar con una situación real de movimiento“. Esta recopilación de datos y su posterior análisis, representa una evaluación cualitativa del trabajo de los estudiantes, aún sin haberlo hecho con la intención explícita. Es decir, esta recopilación y análisis de las producciones de los estudiantes, tiene como finalidad la observación de cualidades de dicho trabajo, sin asignar cantidades. Dar evidencia de los aprendizajes obtenidos por los estudiantes (en este caso de las concepciones matemáticas obtenidas) debe ser la finalidad de la evaluación (Stufflebeam y Shinkfield, 2005).

Así, una de las funciones del monitor fue recopilar información sobre el trabajo de los equipos (además de involucrar a todos los estudiantes en la discusión, animarlos a expresar sus ideas en voz alta, recordarles la elaboración del reporte escrito y cuidar el respeto a los tiempos establecidos), convirtiéndolo así en un elemento de la evaluación, para cumplir con esta función se le facilitó una guía consistente en una serie de preguntas, las cuales tienen como finalidad orientar la

recopilación de datos por los monitores y que Torres (2004) presenta en el anexo 3 de su trabajo y que enlisto a continuación:

- ¿Qué tipo de dibujos previos hacen para describir o entender la situación?
- ¿Establecen un sistema de coordenadas? Si es así ¿cuales son las variables que emplean para determinar los cambios de posición?
- ¿Toman en cuenta las unidades y las escalas en los ejes? Describe como lo hacen
- ¿Qué tipo de trazos realizan para construir la gráfica? rectas, curvas o rectas y curvas.
- ¿Establecen algún tipo de función matemática? si es así ¿cuál o cuáles son?
- En su gráfica ¿señalan los cambios de posición de ida, de regreso y cuando se detiene? ¿emplean intervalos para describir dichos cambios?
- ¿Hacen referencia a otra situación o fenómeno para explicar su gráfica?
- Con respecto a la gráfica de la velocidad ¿pueden identificar en la gráfica cuando tiene que ir más rápido, más lento o se detiene? si es así ¿cómo lo hacen?
- Al hacer la gráfica de la velocidad, ¿la relacionan con la de la distancia?
- ¿Utilizan variables y escalas para determinar la velocidad? si es así ¿cuáles son?
- ¿Qué tipo de expresiones utilizan para indicar el tipo de velocidad que está en juego?
- ¿Llegan a diseñar algún tipo de función para la velocidad?, si es así ¿cuál o cuáles son?

- ¿Cómo determinan el movimiento ante el sensor par lograr una gráfica que se parezca a la propuesta por ellos?
- ¿Qué problema tiene para usar el sensor y la graficadora?
- ¿Cómo es la gráfica que logran obtener con el sensor y la calculadora tanto para la posición y la velocidad?
- Después de obtener la gráfica de la posición ¿qué observaciones hacen con respecto a la que ellos propusieron al inicio?
- Con respecto a la gráfica de la velocidad que obtienen con la graficadora, ¿qué observaciones hacen al compararla con la que ellos propusieron inicialmente?
- ¿Utilizan las tablas para ver el tipo de variación?
- ¿Emplean la regresión para obtener un tipo de función que más se acerque a la que aparece en la graficadora?
- En la discusión grupal ¿cuál fue el equipo que tuvo mejor desarrollo?

Estas preguntas corresponden a una lista de cotejo, a la cuál define López (2003) como una técnica de observación, donde se enlistan, previo a la actividad o periodo a evaluar, los indicadores de las comportamientos que se pretende observar. Este tipo de observación tiene la ventaja de permitir recopilar mucha información de forma rápida, así como un registro detallado de la ejecución del cada equipo, sin que esta se vea afectada por los diferentes criterios, en este cado de los monitores.

Es importante para la evaluación tener identificado qué se espera del estudiante Torres (2004, 51) nos dice explícitamente:

“Aunque la solución analítica de la situación de aprendizaje no está prevista para que los estudiantes lleguen a ella por la falta de tiempo, pero sí se espera

que los estudiantes logren identificar aspectos locales y globales de las gráficas tanto de la posición como de la velocidad cuando sólo se usen trazos rectos o bien trazos rectos y parábolas como serían: la forma de las gráficas, cuando la velocidad puede ser positiva, negativa o nula, cuando puede ir lento, rápido, más lento, más rápido o cuando se detiene.”

La lista de control que manejaron los monitores, muestra lo que nos dice la profesora en el párrafo anterior, pues destaca la búsqueda de “evidencias de las concepciones matemáticas obtenidas por los estudiantes” (Torres 2004, 20) Una evaluación tradicional, basada principalmente en aprendizajes de tipo conceptual, no tiene cabida en un trabajo de este tipo, que involucra también aprendizajes procedimentales y actitudinales. El análisis que se puede hacer con la información obtenida por esta lista, nos lleva a observaciones y conclusiones como las llevadas a cabo por Torres (2004) son de tipo cualitativo (referente a cualidades no a cantidades), sin dejar por ello de ser objetivas. Si este análisis se hace con referencia a criterios preestablecidos tendríamos lo que se llama una lista de cotejo (García, 2003).

I.3.5 Contenidos matemáticos involucrados

Los contenidos que se reflejan directamente de las preguntas podrían enlistarse como:

- visión global de la gráfica: se refiere a descripciones globales de la gráfica, como concavidad o máximos y mínimos absolutos,
- visión local de la gráfica: se refiere a la situación local de la gráfica como tangentes o máximos y mínimos locales,
- pendiente: relativa a la inclinación de la recta
- diferentes tipos de representaciones: reconocer la equivalencia y el paso de un sistema de representaciones a otro como puede ser tablas, gráficas o expresiones algebraicas,

- relación entre la situación modelada y los diferentes tipos de representación

Los programas desarrollados en 2002, (IPN, 2002a) incluyen el trabajo con modelación, explícitamente en la unidad correspondiente a las ecuaciones y funciones lineales. En esta misma unidad y prolongándose hasta la siguiente (ecuaciones y funciones cuadráticas) se encuentra el manejo y análisis de gráficas, así como el paso desde las tablas o las expresiones algebraicas hacia las gráficas. En contraposición, los programas desarrollados en 2006 (IPN, 2006b) solamente plantean la exploración de las gráficas cambiando los parámetros y la elaboración de gráficas a través de la tabulación, por lo que no todos los contenidos considerados en el trabajo de Torres (2004) están considerados en este nuevo programa, aunque sean acordes con el Nuevo Modelo Educativo. (IPN, 2002b).

Para Torres (2004) el problema cumple con algunas de las referencias curriculares, en relación a:

- Contenidos conceptuales son los que corresponden a los temas que se ubican en los programas del Nivel Medio Superior del IPN, y que abarcan desde el primero hasta el sexto semestre, tales como: Funciones lineales y cuadráticas; Interpretación y relación de variables tales como el tiempo, la distancia, y la velocidad, con sus respectivas características, así como la utilización de escalas para la representación de gráficas.
- Contenidos procedimentales son los relacionados con el desempeño matemático que esperamos lograr en los estudiantes, como serían: formación de hábitos de organización del propio aprendizaje; desarrollo de hábitos favorables para elevar la calidad del propio trabajo y de la participación del trabajo en equipo; habilidad para resolver situaciones conflictivas; uso eficaz del lenguaje y formas de expresión matemática; desarrollo de estrategias personales para el análisis y resolución de problemas reales; exploración sistemática en la búsqueda de soluciones;

formación de hábitos de pensamiento analítico para el manejo de situaciones problemáticas; Tránsito de los diferentes registros representación de una situación; formulación de un plan de trabajo, para abordar situaciones problemáticas; formulación, defensa y entendimiento de aspectos de la vida profesional y cotidiana; Análisis crítico sobre información de carácter numérico; Empleo de formas de pensamiento lógico; Aplicación eficaz de los métodos algorítmicos asociados a los contenidos conceptuales del curso.

- Contenidos actitudinales con estos esperamos formar profesionales con una buena formación en matemáticas por lo que nuestras actividades están encaminadas a que los estudiantes sean capaces de tener: actitud propositiva ante el conocimiento; confianza en las matemáticas para resolver problemas, comunicar ideas y razonar; Perseverancia de llegar hasta el final de la tarea matemática; valorar las matemáticas en nuestra cultura, como herramienta y como lenguaje; actitud científica ante la interpretación de datos; perseverancia en la búsqueda de datos; flexibilidad para modificar el punto de vista; camaradería honesta con sus compañeros; aprecio por la cultura matemática y por sus aportaciones al mundo personal y profesional; responsabilidad ante los compromisos que exige el curso; superación continua de la calidad del propio trabajo; tolerancia, escucha, participación y respeto en el trabajo en equipo y grupal.

En cada uno de estos contenidos podemos enlistar muchos ejemplos más, pero los presentados anteriormente son algunos de los que pueden llegar a desarrollarse a través de la actividad expuesta, con la condición de llevar la discusión por el camino adecuado.

Por otra parte, está ligado también a 'Las Competencias Básicas del Estudiante de Bachillerato que establece la SEP':

- Expresarse correcta y eficientemente en español, tanto en forma oral como escrita, así como interpretar los mensajes en ambas formas.
- Manejar la información formulada en distintos lenguajes y discursos (gráficos, matemáticos, simbólicos, de cómputo, etc.).
- Utilizar los instrumentos culturales, científicos, metodológicos y técnicos, básicos para la resolución de problemas en su dimensión individual y social, con actitud creativa y trabajando individualmente o en grupos.
- Comprender, criticar y participar racional y científicamente, a partir de los conocimientos asimilados, en los problemas ecológicos, socioeconómicos y políticos de su comunidad, de su región y del país.
- Aprender por sí mismo, poniendo en práctica métodos y técnicas eficientes para propiciar su progreso intelectual.
- Evaluar y resolver las situaciones inherentes a su edad y desarrollo, incluso en lo que se refiere al conocimiento de sí mismo, su autoestima y autocrítica, salud física y formación cultural y estética, a efecto de tomar decisiones que lo beneficien en lo individual y en lo social.
- Desempeñarse individual o grupalmente de manera independiente en su vida escolar y cotidiana.
- Integrar los conocimientos de los diferentes campos, en una visión global del medio natural y social, como paso normativo hacia la Inter y multidisciplinariedad.

El problema que ocupa el trabajo de Torres (2004) corresponde al programa de Álgebra tanto en contenidos conceptuales como procedimentales y actitudinales, encuadrando perfectamente a este marco.

Por otra parte el desarrollo de la actividad en equipos, con la discusión como la plantea la actividad realizada por Torres, se relaciona con el desarrollo de varias

de las competencias antes mencionadas, claramente con todas aquellas que hablan del desempeño grupal y en equipos, así como aquellas relacionadas con la comunicación eficiente, respetuosa y crítica. La misma situación de movimiento deja algunas cosas para que tomen decisiones en el equipo, (por ejemplo, en que momento encuentra a su “bienamado”), ayudando así al desarrollo, y en su momento a la evaluación de la competencia relacionada con esta actitud.

I.3.6 “Lista de cotejo”

Dada la similitud con una lista de cotejo de la lista presentada por Torres (2004) como lista de control para los monitores, reproducida en la sección 1.4.4; parece pertinente la revisión de este instrumento de evaluación, para poder confrontarlo posteriormente con lo trabajado por Torres.

López (2003) distingue entre las técnicas de evaluación de desempeño y las técnicas de observación; la diferencia radica principalmente en que las técnicas de observación describen el comportamiento durante cierta actividad, que puede ser resolución de un problema, desarrollo de un proyecto o similar, mientras que las técnicas de evaluación de desempeño requieren que elabore una respuesta o producto, relacionándose ampliamente con la evaluación de competencias; ambas son técnicas de evaluación aunque generalmente las de desempeño se apoyan en las de observación. La lista de cotejo se incluye entre las técnicas de observación por ser un proceso en el que se describe el comportamiento de un alumno y comúnmente para evaluar aprendizaje procedimentales o actitudinales, pero sirven para evaluar en forma integral tanto el aprendizaje de conceptos como de habilidades, actitudes y valores; infiriéndolos a través de las respuestas ante la situación dada.

La lista de cotejo consiste en la enumeración de indicadores de los aprendizajes a observar, previa al desarrollo de la actividad; durante el desarrollo de ésta se van marcando los indicadores observados. El evaluador debe, posteriormente, interpretar los elementos descritos en la lista en base a criterios preestablecidos, completando así la evaluación.

En particular la lista de cotejo permite hacer objetiva la observación hecha por el evaluador y unificar criterios cuando el proceso es llevado a cabo por diferentes personas, como los diferentes monitores en cada equipo, en el caso de Torres (2004). Otras bondades reconocidas de las listas de cotejo son que permite recopilar mucha información rápida y fácilmente, logrando un registro detallado de los progresos alcanzados.

Medina y Verdejo (1999, citados en López, 2003), recomiendan:

- Identificar cada uno de los comportamientos a ser observados y hacer una lista detallada de ellos.
- Ordenar los comportamientos en la secuencia que se espera que ocurran.
- Tener un procedimiento simple para marcar lo observado.

De lo detallada que sea la lista que haga de los comportamientos esperados, dependerá la eficiencia de nuestra evaluación. Las otras dos recomendaciones, tienen más que ver con la rapidez y la comodidad con que se lleve la lista durante el desarrollo de la actividad. Es importante destacar que aunque la lista de control utilizada por Torres, cumple con la función que se requería, y aún considerando su similitud con una lista de cotejo para cubriendo las diferencias existentes; una lista de cotejo no hace una evaluación efectiva por si sola, es un instrumento, que muestra el cumplimiento de los criterios establecidos con anterioridad, pero es necesario el establecimiento de una evaluación con variados instrumentos para poder observar efectivamente la amplia gama de conceptos, habilidades y actitudes que se espera sean alcanzadas por el estudiante (Schmelkes, 2003).

I.3.7 Comparación con el trabajo de Torres

No debemos perder de vista que la finalidad del estudio realizado por Torres (2004), es la investigación, por lo que la evaluación realizada (aún sin intención de evaluar) es lo que Stufflebeam y Shinkfield (2005) denominan evaluación

experimental, donde la principal finalidad es encontrar vínculos entre distintas variables, en este caso en partículas entre el uso de tecnología y la interpretación de las gráficas.

La principal deficiencia de una evaluación de tipo experimental es falta de información final que sirva como guía en el proceso de mejora.

En la lista de control trabajada por Torres (2004), las preguntas pueden clasificarse con respecto a la información que buscan, por lo que la reescribiremos clasificada según el contenido matemático buscado en cada una de sus preguntas.

Representación gráfica

- ¿Qué tipo de dibujos previos hacen para describir o entender la situación?
- ¿Establecen un sistema de coordenadas? Si es así ¿cuales son las variables que emplean para determinar los cambios de posición?
- ¿Toman en cuenta las unidades y las escalas en los ejes? Describe como lo hacen
- ¿Qué tipo de trazos realizan para construir la gráfica? rectas, curvas o rectas y curvas.
- En su gráfica ¿señalan los cambios de posición de ida, de regreso y cuando se detiene? ¿emplean intervalos para describir dichos cambios?
- Con respecto a la gráfica de la velocidad que obtienen con la graficadora, ¿qué observaciones hacen al compararla con la que ellos propusieron inicialmente?
- ¿Utilizan variables y escalas para determinar la velocidad? si es así ¿cuáles son?

Interpretación de la gráfica

- Después de obtener la gráfica de la posición ¿qué observaciones hacen con respecto a la que ellos propusieron al inicio?
- Con respecto a la gráfica de la velocidad que obtienen con la graficadora, ¿qué observaciones hacen al compararla con la que ellos propusieron inicialmente?

Función

- ¿Establecen algún tipo de función matemática? si es así ¿cuál o cuáles son?
- En su gráfica ¿señalan los cambios de posición de ida, de regreso y cuando se detiene? ¿emplean intervalos para describir dichos cambios?
- Con respecto a la gráfica de la velocidad que obtienen con la graficadora, ¿qué observaciones hacen al compararla con la que ellos propusieron inicialmente?
- Al hacer la gráfica de la velocidad, ¿la relacionan con la de la distancia?
- ¿Llegan a diseñar algún tipo de función para la velocidad?, si es así ¿cuál o cuáles son?
- ¿Utilizan las tablas para ver el tipo de variación?

Relación con situaciones similares

- ¿Hacen referencia a otra situación o fenómeno para explicar su gráfica?
- Con respecto a la gráfica de la velocidad ¿pueden identificar en la gráfica cuando tiene que ir más rápido, más lento o se detiene? si es así ¿cómo lo hacen?

Uso de técnicas matemáticas específicas

- ¿Emplean la regresión para obtener un tipo de función que más se acerque a la que aparece en la graficadora?

Uso de tecnología, interpretación

- ¿Cómo determinan el movimiento ante el sensor par lograr una gráfica que se parezca a la propuesta por ellos?
- ¿Cómo es la gráfica que logran obtener con el sensor y la calculadora tanto para la posición y la velocidad?

Uso de tecnología, problemas técnicos

- ¿Qué problema tiene para usar el sensor y la graficadora?

Comunicación

- ¿Qué tipo de expresiones utilizan para indicar el tipo de velocidad que está en juego?
- En la discusión grupal ¿cuál fue el equipo que tuvo mejor desarrollo?

Una diferencia significativa de esta lista de control con la lista de cotejo, es que en la lista de cotejo se buscan respuestas sencillas, del tipo falso y verdadero, para facilitar su llenado. Aunque similares, para que la lista de control presentada por Torres (2004) funja como lista de cotejo es necesario el replanteamiento de las preguntas, desglosando muchas de ellas en varias preguntas. Por otra parte las respuestas obtenidas por los monitores dan una clara idea de cómo deben replantearse las preguntas para que al desglosarse y buscar respuestas de falso y verdadero no dejen sin atender las posibles opciones planteadas por los estudiantes. Así por ejemplo, lo que en la lista de control se pregunta como: “¿Qué tipo de dibujos previos hacen para describir o entender la situación?” en la lista de

cotejo puede desglosarse en: “¿Hacen dibujos para describir la situación?, ¿Este dibujo es bueno para describir la situación de movimiento? ¿Este dibujo es como una “fotografía” de un momento en particular? ¿Este dibujo tiene alguna referencia a ejes coordenados? ¿Este dibujo hace alguna referencia a distancia y/o tiempo? ¿Este dibujo hace alguna referencia a la velocidad?”. En este punto podemos ver claramente como la investigación apoya el trabajo docente, en particular en lo concerniente a la evaluación de aprendizajes.

I.3.7.1 Limitaciones

Es necesario insistir que el trabajo de Torres (2004) no era desarrollar una evaluación del desempeño de los estudiantes, sino una observación con fines de investigación. En este sentido la lista entregada a los monitores cumple la función de recopilar información y unificar criterios. Pero no lleva a emitir juicios pues no estaban establecidos los criterios bajo los cuales debían interpretarse los datos observados. De esta manera se recopiló la información que la investigadora requería para responder las preguntas de investigación, pero no se emitió un juicio de valor sobre los aprendizajes logrados por los estudiantes ni se produjo una retroalimentación para el mejor aprovechamiento de la situación de aprendizaje.

Aunque la bibliografía consultada distinga la lista de cotejo como un eficiente instrumento de evaluación deja claro que no es el único, y que la variedad de instrumentos utilizados enriquece la confiabilidad de la evaluación (Schmelkes, 2003).

I.4 Definición de una problemática.

I.4.1 Evaluación.

La evaluación del aprendizaje es un punto crítico en el proceso de enseñanza aprendizaje, ya que al proporcionar la información para tomar y justificar decisiones, da la oportunidad de mejorar dicho proceso (Stufflebeam y Shinkfield, 2005).

La evaluación es un proceso que consiste en la emisión de juicios de valor con respecto a un proceso o producto (Garza, 2004) en el proceso educativo se reconoce la necesidad de la evaluación en diferentes momentos, desde evaluar la curricula de la institución, la evaluación de los procesos administrativos, la evaluación del profesor, hasta la evaluación de los aprendizajes logrados por los estudiantes durante el proceso. La evaluación es la oportunidad de mejorar los procesos implicados en la educación (Stufflebeam y Shinkfield, 2005), si no se considera la evaluación en cada uno de los procesos implicados, no habrá mejora alguna. En particular y considerando que el aprendizaje de los estudiantes es la razón de ser de la educación, es importante destacar la evaluación de este proceso, buscar las evidencias pertinentes que nos permitan emitir un juicio en cuanto al valor (cualitativo y cuantitativo) alcanzado por éste.

La dirección de Educación Media Superior (DEMS) del IPN define la Evaluación del Aprendizaje como “El proceso a través del cual se observa, recopila y analiza información relevante, respecto del proceso de aprendizaje de los estudiantes, a fin emitir juicios de valor y tomar decisiones pertinentes y oportunas para la retroalimentación y a la emisión de la nota evaluativa. (acreditación)” (IPN, 2005c). En estos términos las autoridades del IPN están reconociendo que la finalidad de la evaluación del aprendizaje va mucho mas allá de la simple emisión de una calificación, y consideran su relevancia en la toma de decisiones, destacando

incluso la oportunidad de estas decisiones; Cuando estamos como profesores al frente de un grupo, la calificación entregada al final del curso no tiene oportunidad en cuanto a la toma de decisiones y la corrección de procesos que no están llevando a los estudiantes a la obtención de las habilidades y actitudes, tanto como de los conocimientos, requeridos. En contraposición, la evaluación llevada a cabo en cada una de las actividades diarias permite observar los avances que se van obteniendo en momentos que aún podemos decidir sobre las actividades de las sesiones posteriores, sin la necesidad de emitir una calificación. Esto nos lleva a que la evaluación debe ser continua y diversificada, como las mismas actividades de aprendizaje; diferentes actividades buscarán lograrán diferentes aprendizajes, por lo que la evaluación deberá ir acorde a estas diferencias para observar, recopilar y analizar información sobre los diferentes aprendizajes.

En el II Coloquio sobre la enseñanza en el Bachillerato que se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias de la UNAM, en febrero de 2003, se presentó la ponencia titulada “¿Cambia la evaluación?” como trabajo conjunto con los profesores Ma. del Carmen Sevilla Alatorre y Norberto Matus Ruiz. Dicha ponencia hace referencia a como la evaluación debe cambiar a la par que el proceso de enseñanza aprendizaje cambie. La evaluación del aprendizaje busca evidencias de los aprendizajes logrados; así, si los aprendizajes que se buscan en nuestras actividades son diferentes a los que buscaban las actividades desarrolladas hace unos años, no podemos buscar las mismas evidencias, por que nos estarían llevando a localizar los mismos aprendizajes de las actividades anteriores, no en las actuales. (Gómez, Matus, Sevilla; 2003).

I.4.2 La evaluación en un escenario de uso de tecnología.

El uso de las TIC en el estudio de las matemáticas, en particular en nuestras aulas, implica el desarrollo de nuevas actividades de aprendizaje; desde la planeación debemos considerar un planteamiento así como estrategias que permitan aprovechar las nuevas herramientas disponibles en nuestras sesiones y el impacto que tienen en el trabajo de nuestros estudiantes.

No tiene sentido pedirles a los estudiantes los procesos algorítmicos o las gráficas que la tecnología resuelve, sino aprovechar la oportunidad de tomar esos recursos e ir más allá, al análisis, y discernimiento de la información que permita su aplicación.

Este nuevo escenario permite, por ejemplo, incluir discusiones en equipo o grupales que en otro escenario no se lograrían; por ejemplo en el caso de la gráfica obtenida a partir del movimiento de una persona no se puede analizar, modificar ni discutir, sin un escenario como este, pues no se tiene la facilidad de “verla al momento”.

Al evaluar debemos considerar lo que los procesos que la calculadora lleva a cabo y buscar evidencias en nuestra evaluación solamente de lo que los estudiantes hacen. Si la tecnología hace la parte “mecánica” nosotros debemos enfocarnos en la parte de análisis cualitativo y de utilización de la información que la tecnología ofrece. Sin embargo, sabemos que la evaluación no se ha modificado, en el ejemplo que se muestra a continuación se siguen usando los mismos instrumentos y buscando las mismas evidencias que antes de la inmersión en los escenarios tecnológicos.

INSTRUCCIONES: RESOLVER LOS SIGUIENTES PROBLEMAS EN LOS ESPACIOS INDICADOS.
NO SE REQUIERE LA CALCULADORA.
VALOR DE CADA PROBLEMA: UN PUNTO.

1. Simplificar y reducir radicales semejantes:

$$2\sqrt{18} - 5\sqrt{50} + 7\sqrt{98}$$

2. Efectuar el siguiente producto y reducir términos semejantes:

$$(3\sqrt{2} + 2\sqrt{3})(5\sqrt{2} - 4\sqrt{3})$$

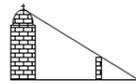
Ilustración 4. Ejemplo de examen.

Las operaciones que se piden a los estudiantes son ejercicios que la calculadora resuelve sin problema, por lo que se vuelve necesario impedir su uso durante el examen. A los estudiantes se les pide lo que la calculadora hace, en vez de aprovechar lo que la tecnología hace y pedirles a los estudiantes que aprovechen esa información para llegar a nuevas conclusiones.

En esta imagen se ven dos exámenes de la misma materia pero con 4 años de diferencia, el primero fue aplicado el año en que se publicaron los primeros Paquetes Didácticos, el mismo año en que se publicó el documento de trabajo donde se expone el Nuevo Modelo Educativo; mientras que el segundo es el último aplicado en uno de los CECyT; ambos exámenes corresponden a los mismos temas del mismo semestre (distintos planteles) y podemos observar como buscan exactamente los mismos aprendizajes, los mismos procesos, las mismas evidencias sin importar la inserción que la tecnología debe haber tenido en los CECyT en este lapso de tiempo.

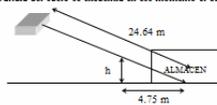
PROBLEMAS:

1. Una de las torres del campanario de una catedral se encuentra cerca de la barda del atrio, a cierta hora del día la torre proyecta una sombra de 18 m. mientras que la barda, cuya altura es de 5 m, proyecta al mismo tiempo una sombra de 1.2 m. ¿Cuál será la altura de esta torre?



VALOR: 1.5 PUNTOS

2. Una grúa debe colocar un contenedor en un almacén que se encuentra a 24.64 m. en diagonal desde el punto donde está suspendido; cuando el contenedor ha recorrido $\frac{3}{4}$ partes de este trayecto, la distancia en línea horizontal hasta dicho almacén es de 4.75 m. ¿A qué altura del suelo se encuentra en ese momento el contenedor?



VALOR: 1.5 PUNTOS

3. Se dobla un alambre de 120 cm de largo de doble en forma de triángulo rectángulo cuya hipotenusa mide 51 m. Encuentre la longitud de cada cateto del triángulo.

VALOR: 1.5 PUNTOS

EJERCICIOS:

4. Calcule el área sombreada del círculo que contiene un triángulo inscrito cuyas medidas se muestran en la figura.

"O" indica el centro de la circunferencia

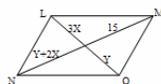


VALOR: 1.0 PUNTO

5. ¿Qué polígono tiene triple número de diagonales que de lados?

VALOR: 1.0 PUNTO

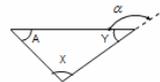
6. Dado el siguiente paralelogramo, calcule el valor de las incógnitas X y Y



VALOR: 1.0 PUNTO

1 pts.

2. Determinar el valor de X, Y, y de los ángulos señalados en la figura:
 $m\angle A = 56^\circ$;
 $m\angle \alpha = 2x - 2$



1 pts.

3. La pirámide del Sol en Teotihuacan, se midió con ayuda de un poste de madera de 2 m de altura, midiendo la sombra proyectada por la pirámide y por el poste en dos momentos diferentes el mismo día:

- 1°. Medición: Sombra de la pirámide 34 m y del poste 4.4923 m.
- 2°. Medición: Sombra de la pirámide 60 m y del poste 5.2923 m.

Determinar la altura y el ancho de la base de la pirámide del Sol.

2 pts.

4. Hallar los valores de $\angle x$, $\angle y$, arco \widehat{AB} y arco \widehat{AD}

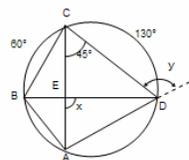


Ilustración 5. Comparativo de dos exámenes con 4 años de diferencia.

Los exámenes departamentales (exámenes escritos, parciales, aplicados por igual a todos los grupos de un CECyT, generalmente con preguntas de respuesta abierta, que pueden incluir resolución de problemas pero tienen una fuerte carga

algorítmica), siguen siendo el instrumento principal en el NMS del IPN, y los profesores que incluyen las TIC en su trabajo diario, difícilmente (o nunca) consideran estos cambios en el momento de la evaluación

Moreno y Santos advierten en su reflexión acerca del papel de las herramientas informáticas en la enseñanza de las matemáticas, que no hay que confundir, el objeto de interés no es la tecnología sino el pensamiento matemático desarrollado en los estudiantes. (Moreno y Santos, 2001; citado en COMIE, 2003). Por lo que debemos cuidar que las evidencias obtenidas correspondan a conceptos matemáticos en juego y no al uso de la misma tecnología. No debemos perder de vista que la tecnología puede jugar en ambos sentidos al momento de la evaluación, puede estar realizando lo que queremos evaluar al estudiante (las operaciones en un examen meramente algorítmico) o puede impedir que el estudiante muestre lo que sabe (se pide que analice una gráfica que se encuentra en un archivo que no puede abrir).

Esta situación nos muestra la necesidad de explorar qué variables están involucradas cuando pensamos en la evaluación dentro de un escenario tecnológico, buscando así que esta dé testimonio de los aprendizajes logrados por los estudiantes. Por ejemplo, el tránsito de un escenario a otro no es en sí un objeto matemático, sino el resultado de la interacción del estudiante con el medio, aquí la tecnología ayuda a agilizar este proceso, permitiendo hacer una exploración amplia en un tiempo en que apenas se podría ver un tránsito.

¿Cómo debe evaluarse este tipo de trabajo? Es claro que la evaluación tradicional no nos llevará a encontrar la respuesta que queremos en los estudiantes, por lo que debemos buscar una evaluación que permita observar los aprendizajes que esperamos lograr con estos innovadores diseños de clase.

De esta manera en el presente trabajo se pretende contestar a la pregunta ¿Cómo debe evaluarse el aprendizaje obtenido en un escenario tecnológico de modelación? En la medida que el uso de la tecnología modifique las habilidades (conceptos y actitudes) obtenidas por los estudiantes las evidencias de este

aprendizaje que buscamos en el momento de evaluar van a ser diferentes, por lo que las técnicas e instrumentos que usemos para evidenciarlo debemos considerar que en lo que buscamos en los estudiantes no quede oculto en el trabajo realizado por las TIC.

Capítulo II Marco teórico

En los antecedentes de este trabajo se revisó la inmersión de la tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje y la consecuente necesidad de evaluar los aprendizajes de los estudiantes considerando esta nueva variable. En este capítulo, en cambio, revisaremos el marco teórico que nos permitirá reconocer el sentido de la evaluación del aprendizaje en este novedoso ambiente.

II.1 Evaluación

En la introducción al libro de Evaluación Sistemática Stufflebeam y Shinkfield (2005) definen la evaluación como “un estudio sistemático planificado, dirigido y realizado con el fin de ayudar a un grupo de clientes a juzgar y/o perfeccionar el valor y/o el mérito de algún objeto”. (Stufflebeam y Shinkfield, 2005; p 67) Esta definición de evaluación puede aplicarse a diversos procesos, objetos o servicios; pero aplica perfectamente cuando el objeto de estudio son los aprendizajes logrados por los estudiantes.

Cronbach reconceptualiza la evaluación como “un proceso consistente en recoger y formalizar información que pueda ayudar a quienes elaboran los currículos”, (1982, citado en Stufflebeam y Shinkfield, 2005; p 38) agregando así al proceso de evaluación la función de informar y a quien informar, lo cuál se refleja también cuando afirman que el proceso de evaluación no acaba con la recopilación y análisis de los datos, es parte importante del proceso el asegurarse que la información llega a manos de las personas indicadas y que es lo suficientemente clara para no crear confusiones o mal entendidos que perturben la toma de decisiones. (Stufflebeam y Shinkfield)

Kilpatrick (1995) hace referencia a un documento de la Academia Nacional de Ciencias (Estados Unidos), donde se presentan tres principios de evaluación:

- debe tener que ver con contenidos matemáticos importantes
- debe ayudar al estudiante a aprender matemáticas
- debe utilizarse para ayudar a los estudiantes a que tengan acceso a la matemática

En este texto se refieren a la evaluación que se desarrolla a lo largo del curso o unidad a evaluar, llamada evaluación formativa (IPN, 2002a; 2004b), la cuál tiene como principal finalidad la retroalimentación de los estudiantes. Este tipo de

evaluación tiene como base, además de los contenidos, las habilidades y actitudes que los estudiantes deben obtener, de forma tal que al indicar las debilidades y los puntos de mejora les está dando a los estudiantes la oportunidad de acceder a los contenidos evaluados y apropiárselos.

El Joint Comitee on Standards for Educational Evaluation¹ (1981, citado en Stufflebeam y Shinkfield, 2005) está formado por 17 miembros propuestos por 12 organizaciones profesionales en evaluación, quienes propusieron una serie de normas o recomendaciones de cómo evaluar programas, proyectos o materiales; las cuales se resumen en cuatro condiciones básicas: La evaluación debe ser **útil** en la identificación de bondades y defectos del objeto en evaluación, para las personas que tomarán las decisiones pertinentes; debe utilizar procedimientos **factibles**; debe ser **ética**, en cuanto al respeto de los derechos de las parte implicadas y en cuanto a la honradez de sus resultados y por último debe ser **exacta** al proporcionar conclusiones válidas y fidedignas. Estas mismas características debes procurarse al evaluar los aprendizajes de los estudiantes: debe ser útil en el perfeccionamiento del proceso, debe seguir procesos factibles, debe tener una base ética y debe ser lo más exacta posible en sus resultados. Esta información es re-escrita en la tabla siguiente:

	<i>en lo referente a:</i>
ser útil	en la identificación de bondades y defectos
utilizar procedimientos factibles	en tiempo y forma
ser ética	respeto a los derechos de las partes implicadas, honradez de los resultados
exacta	proporcionar conclusiones válidas y fidedignas

*Tabla 3. La evaluación debe ser...
según el Joint Comitee on Standards for Educational Evaluation*

¹ Comité conjunto de estándares para la evaluación educativa.

De la misma manera en los Estándares elaborados por el Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas (NCTM) se indica que la evaluación debe:

- “reflejar la matemática que todos los estudiantes necesitan saber y son capaces de hacer;
- Enriquecer el aprendizaje matemático;
- Promover la equidad;
- Ser un proceso abierto e imparcial;
- Promover inferencias válidas sobre el aprendizaje de la matemática; y
- Ser un proceso coherente” (García, 2003, p. 34).

Estas características de la evaluación difícilmente se ven reflejadas cuando se asigna una calificación final a través de un examen, por lo que debemos tener bien claro que la evaluación es mucho más que aplicar exámenes y asentar calificaciones.

Cuando el escenario de trabajo incluye el uso de tecnología, ninguno de los factores mencionados en los párrafos anteriores debe quedar descuidado; más aún, la evaluación debe considerar el uso de la tecnología cuidando que no se vea afectada ninguna de estas características.

II.1.1 ¿Por qué evaluar?

Una verdadera evaluación tendrá como finalidad no solo juzgar el valor de un objeto, (en nuestro caso el aprendizaje) sino su perfeccionamiento tomando decisiones bien justificadas. Así Tyler (1942, citado en Stufflebeam y Shinkfield, 2005) ve la evaluación como un método recursivo que proporciona información para perfeccionar los objetivos y al modificar estos se debe replantear la evaluación. Stufflebeam y Shinkfield definen la evaluación como “...el proceso de identificar, obtener y proporcionar información útil y descriptiva acerca del valor y el mérito de las metas, la planificación, la realización y el impacto de un objeto determinado, con el fin de servir de guía para la toma de decisiones, solucionar los problemas de responsabilidad y promover la comprensión de los fenómenos implicados”, argumentando así la posibilidad de perfeccionamiento del objeto y de

la solución de los problemas que presente. Esta definición destaca el hecho de que la evaluación no transcurre sólo durante el proceso, mucho menos al final, sino que tiene que considerar desde la planeación, durante la realización y el impacto posterior.

La Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos, en el informe editado por Pellegrino, Chudowsky y Glaser (2001/2004) habla de que las evaluaciones tienen tres propósitos:

- Apoyar el aprendizaje,
- Medir el logro individual,
- Evaluar programas;

Así mismo destaca que su poder radica en las conexiones que tiene la evaluación con el proceso de enseñanza y con el conocimiento que los profesores tienen de los conocimientos previos de sus estudiantes.

Tradicionalmente en las escuelas se habla de evaluación y se remite inmediatamente a la asignación de una calificación, la cuál difícilmente refleja el aprendizaje de los estudiantes y esto se reconoce por la mismas autoridades del IPN cuando afirman: “sería importante establecer o mejorar el sistema de evaluación y acreditación, así como el de flujo y disponibilidad de la información, tanto del interior como del entorno, de tal forma que sea posible identificar, de manera permanente, el grado de calidad de los programas académicos como una condición fundamental para: 1) incrementar la calidad, 2) dar mejores respuestas a las demandas sociales, 3) crear una comunidad de aprendizaje, 4) facilitar la cooperación nacional e internacional, y 5) la movilidad de estudiantes y académicos.” (IPN, 2002; p 36). En este texto se marca la necesidad de evaluar eficientemente para lograr estos cinco fines considerados en el plan que se presenta. Esta evaluación está lejos de ser la simple asignación de calificaciones, se le reconoce como necesaria también en el flujo de información completa y oportuna.

“...los procesos formativos no pueden integrarse en planes de estudio estáticos. En consecuencia, las formas de operación del modelo académico deberán estar en permanente construcción. Lo anterior hace necesario que la evaluación adquiera una mayor relevancia, ya que garantizará la información pertinente para analizar y determinar los cambios que requieran tanto los planes y programas de estudios como el modelo académico” (IPN, 2002; p 85). Así debemos evaluar eficientemente para tener la información oportuna y pertinente y lograr así mejorar nuestro proceso de enseñanza-aprendizaje.

El proceso de aprendizaje es perceptible de mejoramiento continuo el cual se logrará después de una evaluación eficiente que proporcione la información requerida. De la misma manera la incursión de la tecnología en el proceso de enseñanza aprendizaje, requiere ser considerada en la evaluación para lograr las mejoras que requiere.

II.1.2 ¿Qué evaluar?

La evaluación tradicionalmente se ha basado en los contenidos, pero cuando la enseñanza evoluciona y se basa en el estudiante, la evaluación debe hacer lo mismo, buscando las características que la hagan realmente reflejar los aprendizajes multidimensionales obtenidos por los estudiantes.

Para Tyler (1950, citado en Stufflebeam y Shinkfield, 2005), la evaluación supone comparar objetivos y resultados, dejando así de lado los contenidos en beneficio de los objetivos del aprendizaje. Más tarde el mismo Stufflebeam y Shinkfield considera la evaluación del proceso completo destacando que ésta debe abarcar desde la planeación, los datos de entrada, el proceso mismo y los resultados. A pesar de que la investigación en evaluación ha ido reconociendo estos procesos, en la práctica la evaluación se basa generalmente en exámenes que siguen evaluando contenidos; mas aún, en su mayoría contenidos conceptuales.

La Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos dice (Pellegrino, et al 2001/2004) que la evaluación debe centrarse en hacer visible el pensamiento de

los estudiantes, por lo que debe buscar el determinar si una persona posee la habilidad para reflexionar sobre su propio pensamiento y orientarlo hacia lo que le interesa (habilidades metacognitivas). Esta claridad debe ser no sólo para los profesores o las personas que lo están evaluando sino para los mismos evaluados, para con ello tengan las herramientas necesarias para mejorar sus procesos de aprendizaje.

Al revisar los objetivos de los programas de los cursos de matemáticas, específicamente de los CECyT del IPN, encontramos que los aprendizajes buscados son principalmente procedimentales (IPN, 2004a) por lo que la evaluación debe buscar aprendizajes de este tipo.

En el capítulo anterior se comentaron los contenidos matemáticos y observamos que curricularmente estos abarcan tanto contenidos conceptuales como procedimentales y actitudinales. De la misma manera debemos considerar que si buscamos que el alumno logre las competencias básicas del Nivel Medio Superior, los aprendizajes buscados deben cubrir los tres tipos de aprendizaje diferentes (conceptuales, procedimentales y actitudinales), sin dejar ninguno de ellos de lado.

Al entrar en juego la tecnología como re-organizador de los aprendizajes modifica a estos, por lo que los aprendizaje, tanto conceptuales, como procedimentales y actitudinales, perseguidos en las actividades serán diferentes y así deben considerarse en la evaluación.

II.1.3 ¿Cómo evaluar?

Tyler (citado en Stufflebeam y Shinkfield, 2005) marca la necesidad de tener un grupo de objetivos que sean factibles de trabajar, por lo que recomienda elegir los aspectos más importantes del programa desde el punto de vista de contenidos y de aprendizajes, pero en la práctica este proceso deja fuera de consideración aspectos del programa como actitudes; a menudo se consideran solo los contenidos conceptuales por ser más fáciles de cuantificar (Stufflebeam y Shinkfield).

Cualquier evaluación del aprendizaje que se desee realizar tiene su apoyo en tres consideraciones:

- el modelo de cómo los estudiantes representan su saber y desarrollan su competencia,
- las tareas o situaciones con las que se observará el desempeño de los estudiantes, y
- un método interpretativo.

(Pellegrino, et all; 2001/2004) Por lo que si cambiamos cualquiera de estos tres puntos, la evaluación que realizamos tendría que ser diferente al cambiar sus pilares.

Aunque la evaluación en el IPN está basada, en un 60%, en los exámenes departamentales (parciales) en los Paquetes Didácticos se dice que “Los programas vigentes de matemáticas en el IPN reconocen que un examen escrito no permite evaluar todos los tipos de aprendizajes señalados antes, por ello incorpora la llamada “evaluación continua”, en la cual se ponderan habilidades y actitudes que se van desarrollando paulatinamente” (IPN, 2004a; p 11), de esta manera abre la puerta a otras herramientas de evaluación, sobre todo permitiendo el considerar la evaluación como parte del proceso y no como un momento aparte, como sucede en el caso de los exámenes. Estas herramientas alternativas no se ven como un elemento que sustituya los exámenes (en este caso particular) sino completando una evaluación variada constituida por múltiples herramientas complementarias.

Schmelkes (2003) plantea el diseño de métodos mixtos de evaluación, los que nos permiten, según el caso, validar los resultados o lograr una evaluación que tome en consideración un abanico más amplio de conceptos, habilidades y actitudes, al utilizar diferentes herramientas de evaluación; de la misma manera la NCTM (2000b) recomienda el uso de diferentes herramientas como pueden ser cuestionarios, listas de cotejo, bitácoras, entrevistas, portafolios.

La Academia de Ciencias de Estados Unidos indica “...mientras más propósitos busque satisfacer una evaluación única, menos claridad tendrá cada propósito.”

(Pellegrino, et al; 2001/2004; p 2) así recomienda que no es adecuado aplicar sólo un tipo de evaluación, sino que la evaluación debe ser variada, para abarcar tantos propósitos como sea necesario, con diferentes herramientas que den la claridad requerida.

Las características de algunas de estas herramientas innovadoras se muestran a continuación (tabla 3), pero vale la pena hacer hincapié que no son todas las herramientas disponibles, y que no todas son recomendables para todos los contenidos, siendo conveniente que el profesor vaya eligiendo el conjunto de herramientas que mejor le acomode, de acuerdo a los contenidos y a las estrategias de enseñanza-aprendizaje utilizadas con cada grupo.

	Características	Recomendaciones	¿Qué evalúa?
Bitácora COL	<p>Recuento de lo sucedido en el ejercicio, o periodo a evaluar a través de preguntas críticas, como:</p> <p>¿qué pasó? ¿cómo me sentí? ¿qué aprendí? ¿qué propongo para mejorar la clase? ¿qué cosas son importantes? ¿qué contribuciones hice?</p>	<p>Se contesta de forma individual, al terminar la clase o periodo a evaluar, sin dejar espacio de por medio.</p>	<p>La evaluación de actitudes es evidente es este instrumento, pero se pueden observar también conceptos.</p>
Diario	<p>Registro de las experiencias durante determinado periodo de tiempo o actividades.</p>	<p>Establecer un objetivo que guíe el trabajo.</p>	<p>Muy útil en la evaluación de actitudes, aunque dependiendo del formato establecido puede incluir valores.</p>
Estudio de casos	<p>Relato de una situación real, donde los estudiantes tengan que detectar el problema, recolectar la información, tomar decisiones, etc.</p>	<p>Obtención de datos preferiblemente reales, o al menos fidedignos.</p> <p>Omitir, modificar nombres, o en su defecto pedir autorizaciones correspondientes.</p> <p>Cuidar que todos los datos necesarios así como antecedentes y contexto estén completos y claros.</p>	<p>Se pueden evaluar conceptos y valores, pero sobre todo habilidades.</p>

	Características	Recomendaciones	¿Qué evalúa?
Historia o experiencia de vida	Relato reflexivo sobre cierto aspecto.	Recomendable para evaluar actitudes, principalmente en el diagnóstico.	Refleja ampliamente actitudes, así como algunas habilidades sobre todo de comunicación.
Informe KPSI	Tabla que incluye los contenidos (usualmente previos) para indicar la percepción que el alumno tiene sobre su propio dominio, a través de una columna para que se indique si se tiene el conocimiento y otra donde indica el nivel de dominio.	Esta herramienta es usada principalmente al inicio del curso o unidad temática como parte de la evaluación diagnóstica. Se recomienda desglosar cuidadosamente los contenidos a considerar.	Dependiendo del inventario que se presente puede evaluar conceptos, habilidades y actitudes.
Lista de cotejo	Enumeración de indicadores de los aprendizajes buscados, para indicar cuáles de ellos se observan durante el periodo de evaluación, interpretando posteriormente los resultados en base a criterios preestablecidos.	Identificar los indicadores más convenientes. Ordenarlos según la secuencia esperada.	Su uso más común es evaluando contenidos procedimentales y actitudinales, pero es efectiva también en el trabajo con conceptos habilidades o valores.

	Características	Recomendaciones	¿Qué evalúa?
Mapa mental	Representación gráfica de la imagen mental que se forma una persona acerca de un conocimiento.	Considerar que puede representarse de muchas maneras, es prácticamente personal. Ordenar la información de lo general a lo específico.	Básicamente trabajan con conceptos, pero en su variante de mapas secuenciales pueden evaluar procesos.
Portafolio	Colección de documentos fechados y comentados, que permite ver el desarrollo del aprendizaje.	Es importante que incluya la respectiva retroalimentación y corrección de los trabajos así como una clasificación de los documentos y una conclusión del portafolio. Incluir diferentes herramientas.	Se puede trabajar con contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, pero sobre todo permite observar su evolución en un periodo de tiempo.
Reporte	Documento en el cual se plasma el proceso de resolución de problemas.	Elaborarlo durante el proceso de resolución, no posteriormente. Incluir planteamiento, conjeturas, dibujos, gráficas, tablas, intentos exitosos o no, argumentos, resultados, comentarios, dificultades y todo lo que sea posible	Refleja principalmente los conceptos, procesos y habilidades puestas en juego durante la resolución de problemas, pero también refleja actitudes y valores.

	Características	Recomendaciones	¿Qué evalúa?
Rúbrica	Tabla o matriz que relaciona estándares de calidad con respecto a los puntos a evaluar.	Identificar las características a observar. Elegir el tipo de escala y determinar los requerimientos de cada nivel.	Al igual que la lista de cotejo es usual evaluando procedimientos y actitudes, pero funciona para un amplio rango de contenidos.
V de Gowin	Diseño gráfico donde se indican por separado, la pregunta, los hechos o procesos seguidos para responderla, y las herramientas conceptuales y metodológicas utilizadas.	Muy útil en la evaluación de planteamiento y estrategias de solución de problemas, practicas o demostraciones.	Su principal utilidad radica en la evaluación de conceptos y habilidades relacionadas con la resolución de problemas, aunque muestra en general procesos.

Tabla 4. Instrumentos de evaluación.

2

² Información recopilada en Flores y Gómez (2007), López y Hinojosa (2003), Suárez (2000).

En general, todas estas herramientas pueden ser usadas en ambientes que incluyan el uso de tecnología con las variantes correspondiente; por ejemplo los reportes pueden hacerse de la lectura de una página interactiva de Internet, donde los estudiantes reflejen las actividades realizadas; la bitácora Col puede realizarse con referencia a la participación en foros de discusión que muestren como se sintieron los estudiantes en este medio, así como la percepción de los conceptos matemáticos incluidos en la discusión. Otra variante que necesita ser comentada es la posibilidad de elaborar portafolios electrónicos, donde los reportes estarán en forma de archivos, con ligas a otros archivos o sitios de interés así imágenes u otros objetos agregados; donde pueden usarse herramientas como el control de cambios para las observaciones y las reelaboraciones requeridas.

“Los elementos de observación e interpretación que subyacen a la mayoría de las evaluaciones actuales se crearon para adaptarse a concepciones anteriores del aprendizaje, y necesitan ampliarse para sustentar las clases de inferencias que la gente ahora quiere hacer acerca de los logros de los estudiantes.” (Pellegrino, et all; 2001/2004; p 3) Como se comentaba anteriormente, en esta misma sección, al cambiar algunos de los elementos que sirven de base a la evaluación, en este caso el modelo de aprendizaje de los estudiantes, la evaluación debe cambiar, modificando también los procesos de observación y el método interpretativo, todo nuestro paradigma de evaluación ha cambiado. No debemos pensar más en componentes aislados y porciones de conocimiento y buscar abarcar en nuestras evaluaciones aspectos más complejos e integrados. (Pellegrino, et all).

“...ahora es posible caracterizar el logro de los estudiantes en términos de múltiples aspectos de competencia y no en términos de un solo puntaje: hacer el seguimiento del proceso de los estudiantes a lo largo del tiempo, en lugar de simplemente medir el desempeño en algún momento particular; ocuparse de múltiples caminos o métodos alternos del desempeño valorado; modelar, vigilar y mejorar los juicios sobre la base de evaluaciones bien informadas; y modelar el desempeño no solamente a

nivel de los estudiantes sino también en grupos, clases, escuelas y estados.” (Pellegrino, et all; 2001/2004 p 8)

La misma Academia Nacional de Ciencias reconoce que mucho de los modelos más recientes no se emplean, por no ser claros para la mayoría de los evaluadores; algunas de las estrategias que recomienda para que las evaluaciones midan efectivamente lo que se espera son *“comenzar con hipótesis acerca de las exigencias cognitivas de una tarea; aplicar una variedad de técnicas de investigación tales como entrevista, hacer que los estudiantes piensen en voz alta cuando están resolviendo problemas, y analizar los errores.”* (Pellegrino, et all; 2001/2004 p 10)

“Los docentes necesitan entrenamiento teórico, tanto como práctico y herramientas de evaluación para poder aplicar eficazmente la evaluación formativa en sus aulas.” (Pellegrino, et all; 2001/2004 p 11) Esta situación es reconocida en distintos momentos por diferentes autoridades dentro y fuera del IPN, cuando se refieren por ejemplo a la capacitación de la planta docente en el Nuevo Modelo (IPN, 2002b) o en la comprensión y manejo adecuado de nuevos programas (IPN, 2002a), más aún cuando entra en juego la tecnología, requiriendo capacitación en su uso y aprovechamiento. Con una capacitación efectiva de los profesores se puede lograr que los nuevos modelos de evaluación les sean claros y familiares, llegándose eventualmente a aplicar en las aulas y logrando que la evaluación refleje los aprendizajes buscados.

II.1.4 Evaluación como forma de control

“En muchos casos, las calificaciones se convierten en los instrumentos disciplinarios a que acude en última instancia el profesor para imponer a los estudiantes los valores, pautas de conducta y opiniones que son de su agrado.” (Giroux, 1997 citado en García, 2003; p. 37) Cuando se le permite al estudiante ser participe de este proceso se elimina, al menos parcialmente esta actitud al darle, junto con la responsabilidad, cierto control sobre la evaluación. Según la

Académiya Nacional de las Ciencias (Pellegrino 2001/2004) también ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades metacognitivas, necesarias en su formación.

La evaluación es usada también, en algunas ocasiones para controlar al profesor, por ejemplo en el caso de los exámenes departamentales del NMS del IPN; ya que al aplicar el mismo examen a todos los alumnos se obliga al profesor a alcanzar los objetivos (generalmente planteados en términos temáticos, más que de habilidades), con el enfoque, y profundidad con que fueron planeados los exámenes, siendo en ocasiones acuerdos de la Academia, entendida como el grupo de profesores que dan la materia en cuestión, y en otras imposiciones de pequeños grupos.

Como se comentó con anterioridad (secciones I.5.1 y II.1), cuando hablamos de evaluación de los aprendizajes la comunidad escolar piensa de inmediato en la asignación de una calificación y en la acreditación. Este enfoque propicia la sensación que la evaluación es un castigo en vez de verla como una oportunidad de mejora, tanto para los estudiantes, como para los profesores e incluso para las autoridades quienes tienden a medir en parámetros como Índices de Aprobación o Eficiencia Terminal el éxito o fracaso de un programa.

II.2 Evaluación en el IPN

Los programas, en particular de materia de Álgebra, pero es general a todas las materias de Matemáticas del NMS del IPN, indican tres tipos de evaluación, la evaluación diagnóstica y la evaluación formativa, y sumativa (IPN, 2002a). También el Modelo Educativo vigente del IPN hace referencia a la evaluación formativa cuando distingue los exámenes departamentales de la evaluación continua, destacando en esta la posibilidad de retroalimentar y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. (IPN, 2002b). La evolución formativa es aquella que se lleva a todo lo largo del curso o periodo a evaluar, los programas antes mencionados indican explícitamente el trabajo por equipo e individual, así como la utilización de tareas, reportes, y considera incluso habilidades de comunicación y actitudes.

Acorde con esto a los profesores se le pide una formación y experiencia tanto en el contenido de la materia como en la parte psicopedagógica; conocimiento del modelo educativo vigente y disponibilidad y actitud adecuada. (IPN, 2002a). La incursión de la tecnología requiere capacitación de los profesores en el adecuado uso y aprovechamiento de esta, aunque en los programas solo se haga explícito “manejar las TIC’s” (IPN, 2006b, pag. 6)

“Dados los avances tecnológicos, la enseñanza del álgebra utiliza como herramientas: la computadora, los software, audiovisuales y las calculadoras en el desarrollo del proceso enseñanza aprendizaje del alumno.” (IPN, 2002a, p 4) pero en las propuestas de evaluación, prácticamente no se considera el uso de estas TIC, aún cuando se incluyen en toda la parte de instrumentación didáctica (IPN, 2002a; 2006b)

Otro desconcierto se da al revisar el Nuevo Modelo Educativo del IPN y encontrar que se indica la necesidad de vincular los procesos de selección de aspirantes y los exámenes departamentales con las estrategias de mejora integral, a pesar de que cualquier mejora debía sustentarse en la evaluación; como lo define en el programa “La evaluación, como proceso que contribuye a la mejora de la calidad,

ofrece información para emitir juicios de valor y tomar decisiones. Ella será la base para la reflexión cotidiana del quehacer del docente y facilitará la definición de los cambios y orientaciones necesarias para el cumplimiento en este nivel educativo de los fines y la misión del IPN.” (IPN, 2002a; p. 95).

En el caso particular de la resolución de problemas, en el Proyecto de los Paquetes Didácticos (IPN, 2004b) se presenta la siguiente escala para su calificación, donde separan el proceso en tres partes; comprensión del problema, planeación de una solución y obtención de una respuesta, marcando las características que esta parte del proceso debe alcanzar para obtener el puntaje que va de 0 a 2 en cada parte obteniendo un máximo de 6 puntos por problema.

Escala analítica de puntuación	
Comprensión del problema	0: Incomprensión total de problema. 1: Una parte del problema mal comprendida o interpretada. 2: Comprensión total del problema.
Planeación de una solución	0: Ninguna tentativa, o un plan totalmente inadecuado. 1: Un plan parcialmente correcto basado en una parte del problema que se interpretó correctamente. 2: Un plan que pudo llevar a la respuesta correcta si se hubiera aplicado adecuadamente.
Obtención de una respuesta	0: Ninguna respuesta o respuesta incorrecta 1: Error de copiado, error en los cálculos, una respuesta parcial para un problema con múltiples respuestas. 2: Respuesta correcta e indicaciones.

*Tabla 5 Puntaje recomendado para calificar resolución de problemas.
(IPN; 2004b, p 129)*

En el programa de álgebra (IPN; 2002a) se hace una propuesta de evaluación, donde los aspectos a evaluar están directamente relacionados con las habilidades buscadas en el NMS según los estándares de la NCTM, al cuál se hace referencia también en los Paquetes Didácticos.

ASPECTO A EVALUAR		DEFINICIÓN OPERACIONAL	FORMA DE EVALUACIÓN	EVALUACIÓN INDIRECTA	EVALUACIÓN DIRECTA
Potencia matemática		Habilidad y capacidad del uso de la matemática para resolver problemas en diferentes áreas de estudio.	<ul style="list-style-type: none"> - Exámenes escritos - Exposición y resolución de problemas - Trabajos extraclases 	<ul style="list-style-type: none"> x x x 	x
Resolución de problemas		Capacidad para resolver problemas y plantearlos, considerando diversas alternativas para resolver problemas, un plan para resolver el problema, interpretar y comprobar resultados, generalizar soluciones.	<ul style="list-style-type: none"> - Exámenes escritos - Exposición y resolución de problemas - Trabajos extraclases 	<ul style="list-style-type: none"> x x x 	x
Razonamiento		Capacidad de reconocer patrones, estructuras comunes y formular conjeturas.	<ul style="list-style-type: none"> - Exámenes escritos - Exposición - Interrogatorios - Entrevistas 	<ul style="list-style-type: none"> x x x x 	x
Comunicación		Capacidad del alumno para expresar ideas matemáticas en forma hablada, escrita y gráfica.	<ul style="list-style-type: none"> - Exámenes escritos - Interrogatorios - Trabajos extraclases 	<ul style="list-style-type: none"> x x x 	x
Actitud Matemática		Confianza en el uso de las matemáticas para resolver problemas; comunicar ideas y razonar, probar métodos alternativos para la resolución de problemas; la perseverancia de llegar hasta el fin de la tarea matemática; interés curiosidad, inventiva de los alumnos para hacer matemáticas; el reconocer el valor que tienen las matemáticas en nuestra cultura, como herramienta y como lenguaje.	<ul style="list-style-type: none"> - Exámenes escritos - Observación - Entrevistas - Interrogatorios - Trabajo en equipo 	<ul style="list-style-type: none"> x x x x x 	<ul style="list-style-type: none"> x x
PERIODO	UNIDADES TEMÁTICAS	PLAN DE EVALUACIÓN			
1	1 y 2	Examen departamental 60% Evaluación continua 40 %	<p>El examen departamental estará formado por problemas que se evaluarán tomando en cuenta:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. la comprensión del problema 2. la planeación de una solución 3. la obtención de una respuesta <p>* Se recomienda usar el modelo PER (planteamiento, estrategia y resultado) para fomentar que los alumnos se responsabilicen de su propio aprendizaje.</p>		
2	3 y 4	Examen departamental 60% Evaluación continua 40 %			
3	5 y 6	Examen departamental 60% Evaluación continua 40 %			

Tabla 6. Evaluación propuesta (IPN; 2004a, p 15)

Cabe destacar que esta propuesta considera en todas las habilidades descritas la evaluación a través de los exámenes escritos, incluso hace referencia a los exámenes departamentales como parte importante de la evaluación; pero marca una diferencia importante con respecto a los exámenes tradicionales al especificar que estos estarán conformados por problemas en los que se considerará para su evaluación las partes del proceso descritas y cuantificadas en la tabla 4.

Entre los retos que se plantea el Nuevo Modelo (para el 2005) espera tener “Mecanismos de evaluación que garantizan el reconocimiento social amplio de la calidad de los servicios ofrecidos por la institución.” (IPN, 2002b; p. 45) con esta finalidad deja claro que los esfuerzos de las unidades académicas estarán enfocados en primer lugar hacia “Análisis y modificaciones a la evaluación de los aprendizajes y exámenes departamentales.” (IPN, 2002b; p 120)

Por otra parte el Modelo de Innovación Educativa del IPN dice que se evalúa para mejorar, no debe por lo tanto, la evaluación estar orientada solo al resultado final sino a todo el proceso con la finalidad de ir verificando si los avances van en la dirección correcta para llegar a la obtención de los objetivos planteados. (IPN, 2006a)

II.2.1 Evaluación en escenarios tecnológicos

Los diseños de innovadoras actividades de aprendizaje incluyen el uso tanto de modelación como de tecnología. Entre las investigaciones en este rubro tenemos como ejemplo el trabajo de Torres (2004) que se revisó en el capítulo pasado donde la apuesta está en la búsqueda de aprendizajes basados en el análisis y la interpretación de gráficas, ya no en la simple algoritmia. La evaluación está obligada a cambiar para encontrar el reflejo de estas habilidades que no se buscan en una evaluación tradicional; allí radica justamente el trabajo que se propone; superar las dificultades, buscando los puntos que se deben considerar para lograr una evaluación efectiva.

Laborde (2001) afirma que la introducción de la tecnología (en particular hace referencia a las computadoras y calculadoras) afecta el desarrollo de la actividad matemática y por consiguiente el proceso de aprendizaje. Indica también que el sistema formado por el profesor, el estudiante y el conocimiento, es demasiado complejo y se ve fácilmente afectado por la introducción de nuevos factores como la tecnología. Partiendo de estas premisas estudia distintos tipos de reactivos donde distingue aquellos que son modificados por el uso de la tecnología (Cabri-Geometry) y aquellos que existen solamente en un escenario dado por esta tecnología. Así, la tecnología entra no como un nuevo elemento del proceso, sino que interactúa tanto con el profesor como con el estudiante y el conocimiento al convertirse en reorganizadora del conocimiento, y afecta la interacción de los tres componentes al ingerir directamente en la forma de comunicación entre ellos cuando funge como herramienta amplificadora (Moreno, 2002).

En el texto editado por Pellegrino et al (2001/2004) la Academia de Ciencias reflexiona ampliamente sobre lo que llama el triángulo de evaluación conformado por tres pilares (ya mencionados en la sección II.1.3)

- El modelo de aprendizaje
- Los instrumentos de observación
- Método de interpretación

Así la tecnología, dependiendo de la forma en que se utilice, puede afectar en alguno o en varios de estos pilares, cualquiera de los cuales provocaría un cambio importante en la evaluación. Por ejemplo, al funcionar como re-organizadora del conocimiento, permite que los estudiantes trabajen con los objetos matemáticos de una forma diferente, creando condiciones de aprendizaje que no lograrían de otra manera, afectando así el modelo de aprendizaje. En cambio, cuando las respuestas presentadas por los estudiantes incluyen las pantallas de la calculadora, gráficas elaboradas en algún software de geometría dinámica, o foros de discusión, nuestros instrumentos de evaluación son alterados en forma notoria. Los métodos de interpretación son diferentes cuando, por ejemplo, la evaluación se da a través de hojas de respuestas con lector óptico.

En la investigación de Torres (2004), se ponen a prueba los aprendizajes que con uso de las gráficas, (modelación del movimiento con tecnología) se logran; de esta forma a partir de la hipótesis de Torres podemos afirmar que el modelo de aprendizaje fue modificado al utilizar una TIC concreta, por lo que la evaluación se ve modificada. Si además de esto consideramos las gráficas obtenidas por las calculadoras en dicha actividad como instrumentos de observación, donde recopilaremos la información pertinente a la evolución encontramos aquí una nueva modificación a considerar.

También el trabajo de Laborde (2001) refleja la influencia de la tecnología en el modelo de aprendizaje que se desarrolla, afectando así directamente la evaluación.

La Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos afirma que los métodos de evaluación requieren de un diseño que incluya el triángulo de evaluación (Pellegrino, 2001/2004), y hace énfasis en los cambios provocados por la tecnología al modifica el qué y como se enseña, responsabilizando de estos cambios al hecho de que *“Las escuelas están haciendo más énfasis en la enseñanza de contenidos críticos con mayor profundidad”* (Pellegrino, p 14)

“Entre las nuevas capacidades que la tecnología posibilita se incluyen la evolución directa de las destrezas de solución de problemas, hacer visible las secuencias de las acciones ejecutadas por los aprendices en la solución de problemas y el modelado y la simulación de tareas de razonamiento complejo.” (Pellegrino, 2001/2004; p. 13).

Esta descripción concuerda con la actividad desarrollada por Torres al hablar de modelado de tareas de razonamiento complejo, pues el movimiento que realizan los estudiantes frente al sensor debe reproducir el movimiento referido en el problema, ajustándose a las limitaciones de la tecnología (distancia reducida, no salir de la recta, calcular el tiempo) haciendo al mismo tiempo visibles (a través de la gráfica) las acciones ejecutadas (movimientos).

II.3 El trabajo de Torres, (2004)

II.3.1 Que entiende por evaluación

En la sección I.4.7 se describe la evaluación realizada por Torres (2004) como evaluación experimental (Stufflebeam y Shinkfield 2005), donde la principal finalidad es encontrar vínculos entre distintas variables, esto la clasifica como cuasievaluación, según los mismos autores, ya que está destinada a dar soluciones a preguntas concretas, sin que estas incluyan necesariamente emitir un juicio de valor, en este caso en particular la pregunta concreta se refiere a la investigación realizada.

Al no llevar a juicios, la información final difícilmente resulta útil en un proceso de mejora del proceso de enseñanza aprendizaje. Cumple con la finalidad de relacionar las variables en estudio (uso de tecnología y significación de las gráficas) sin dar necesariamente más información sobre el resultado del proceso.

Así la actividad presentada por Torres (2004) presenta un modelo de aprendizaje donde la tecnología funge como re-organizador, donde las herramientas de observación incluyen las pantallas producidas por las calculadoras y los dispositivos transductores (sensores de movimiento), modificando de esta manera dos de tres pilares en que se basa la evaluación. La parte correspondiente a los parámetros no fue considerada por la investigadora al no ser la evaluación su finalidad.

De esta manera el proceso desarrollado por Torres (2004) cumple con la finalidad de la investigación, sin considerar el proceso de evaluación efectiva del que nos ocuparemos en el presente trabajo.

Para realizar una evaluación efectiva de los aprendizajes logrados en una situación de aprendizaje con uso de tecnología, debemos considerar los tres pilares marcados en este marco teórico, por un lado como la tecnología influye en

la manera en que aprenden los estudiantes, por otro las fuentes de información con que contamos, herramientas innovadoras que se han descrito en este capítulo como fuentes de información, y por último los parámetros a considerar para emitir los juicios correspondientes, en los que también influye la tecnología utilizada y también resultan de utilidad las herramientas descritas.

Capítulo III Caso práctico

Para evaluar los aprendizajes logrados en una situación de modelación del movimiento con uso de tecnología, en particular dispositivos transductores (sensores de movimiento) y calculadoras graficadoras, aprovecharemos el caso estudiado por Torres (2004). Dicho trabajo tiene la ventaja de proporcionar una gran cantidad de información por el trabajo de recopilación desarrollado por un numeroso y bien organizado equipo de monitores, camarógrafos y auxiliares que permitieron tener obtener gran número de evidencias sobre el desempeño de los estudiantes en las cuatro sesiones del taller extracurricular que se diseñó ex profeso.

Teniendo así un ámbito propicio para estudiar la evaluación en un escenario con uso de tecnología, se utiliza la información recopilada y el marco teórico planteado en busca de una evaluación congruente con los aprendizajes que Torres (2004) reporta en escenarios innovadores de enseñanza donde la tecnología educativa está presente.

La gran riqueza de información recopilada a partir del problema de Epifanía (mostrado en el siguiente apartado, y que llamaremos en adelante situación de aprendizaje 1, SA1) y presentada por Torres (2004) es la razón por la que se retoma su trabajo ya que permite hacer una revisión completa y fundamentar una recomendación para la evaluación de situaciones de aprendizaje desarrolladas en un ambiente con uso de tecnología, al analizarla como se hará al inicio de este capítulo, para probar la funcionalidad de dicha evaluación en una situación de aprendizaje menos controlada y más cercana a la realidad que se vive en las aulas, como es la puesta en práctica realizada con el problema de Andrés (situación de aprendizaje 2, SA2); donde se generaron productos similares a los obtenidos en una clase habitual. Normalmente en el salón de clase no se cuenta con cámaras o grabadoras con que monitorear a los equipos, el profesor está solo, por lo que no puede tampoco fungir como monitor de cada equipo, habitualmente

no se cuenta con la cantidad de fuentes de información con las que se contó en el trabajo presentado por Torres.

El trabajo de Torres (2004) tiene como única finalidad la investigación, por lo que se presentan los resultados sin pretender generar un juicio de valor de los aprendizajes alcanzados, esta situación hubiera sido diferente si dicha actividad tuviera como finalidad la evaluación. Podemos destacar que Torres no plantea la retroalimentación ni para el profesor ni para el alumno, ya que su finalidad no es que ellos detecten los aprendizajes logrados y los puntos de mejora. Sin embargo en sus preguntas de investigación y sobre todo en la metodología que sigue para contestarlas, podemos leer los aprendizajes que se espera, logren los estudiantes en una situación de modelación del movimiento como SA1. Para la evaluación de una situación de aprendizaje planteada en un escenario como el que hemos descrito, partiremos del desempeño de los estudiantes identificado por Torres para contestar sus preguntas de investigación.

III.1 Desglose de la situación de aprendizaje estudiada en Torres (2004)

En el apartado I.4.3 (p. 22) de este trabajo, se describe el taller extracurricular de modelación en el que se basa la investigación de Torres (2004), donde se presenta a los estudiantes una situación de movimiento, el problema titulado *Epifania (SA1)*, la cuál describen los estudiantes a través de una gráfica, primero con lápiz y papel, posteriormente simulando el movimiento frente al sensor para obtener la gráfica en la calculadora.

“Valentina llegó temprano a su clase de música. A punto estaba de sentarse cuando advirtió que había olvidado su cuaderno en su refugio predilecto: la siempre cómoda y acogedora biblioteca. No podía perderse el comienzo de la clase, así que fue a la biblioteca, cogió su cuaderno y regresó a su asiento, a tiempo para comenzar su, probablemente disfrutable, clase de música. Pero en el camino se encontró a su bienamado Juan y se detuvo a intercambiar algunas muestras de su muy auténtico cariño, lo que le llevó 4 minutos, pero de los largos, La biblioteca está en un punto diametralmente opuesto del salón de música en el patio circular, que tiene 500 metros de diámetro, de la escuela. Valentina tardó en total 9 minutos.” (IPN, 2004a, p. 41)

“Este ciclo de exploraciones [situación-simulación-situación] permite incorporar los significados generados por los estudiantes para la construcción de una apreciación cualitativa y cuantitativa de la velocidad durante el recorrido a partir de la gráfica de la posición con respecto al tiempo.” (Suárez, 2002; citado en Torres 2004; p11). Cuando los estudiantes plantean la gráfica de la situación de movimiento, antes del uso de la tecnología, hacen una interpretación de la situación, en base a los conocimientos previos y muestran la interpretación que ellos hacen de la gráfica con respecto al movimiento, para ser mas precisos con respecto a la distancia a la que se encuentra Valentina del salón de música; en ese momento pasan a hacer la simulación, a “actuar” el movimiento de Valentina

frente al sensor y comparan los resultados obtenidos con lo que ellos plantearon con anterioridad, con las ideas preconcebidas que ellos tenían al iniciar la situación de aprendizaje, lo que los lleva a cuestionarse los conocimientos previos, cuando las gráficas no coinciden (lo más común), tienen que decidir donde está el problema, si en la gráfica generada por la tecnología o la que ellos hicieron con anticipación, entrando en juego la confianza que tienen en sus conocimientos, o en la tecnología; en este último punto regresan a la situación completando el ciclo mencionado por Suárez, para ratificar la gráfica, o gráficas obtenidas con la situación planteada. Estas acciones consistentes en transitar y comparar los resultados, analizar y revisar o ratificar sus conocimientos es lo que les permite incorporar los significados generados a sus saberes.

III.1.1 Objetivos de aprendizaje

La SA1, planteada en la investigación de Torres (2004), busca el tránsito entre diferentes representaciones, de acuerdo con Azcárate, citada en Torres, específicamente entre la simulación, la representación verbal y la gráfica propiciando que los estudiantes obtengan una visión cualitativa de la situación de movimiento en estudio. Los objetivos de la SA1 tienen que ver con los nuevos usos que busca en la investigación; siendo por consiguiente, las preguntas de investigación la principal fuente para la búsqueda de los objetivos de aprendizaje.

Las preguntas de investigación que se plantean en dicho trabajo son: “¿en qué sentido logran tener una visión global de la gráfica?, ¿cuáles son las visiones locales de la gráfica que pueden identificar?, ¿qué construcciones del conocimiento alcanzan a hacer, decir, discutir con respecto a la pendiente? y ¿cuál es el tipo de control que tienen para relacionar la situación con los diferentes tipos de representaciones?” (Torres, 2004, 28) En estas preguntas se pueden vislumbrar los aprendizajes nuevos que se esperan lograr con la situación de aprendizaje. En un primer análisis se pueden distinguir entre los aprendizajes conceptuales, la pendiente como velocidad del movimiento y distintas representaciones, al revisar un poco más a fondo el trabajo se puede ver que se hace también referencia a la modelación, a la representación verbal y a la gráfica.

En cuanto a las habilidades involucradas podemos mencionar el tránsito entre las tres representaciones implicadas (la verbal, la gráfica y la modelación), la interpretaciones local y global de la gráfica y las habilidades propias de la discusión que, aunque no sean propiamente matemáticas, se desarrollan ampliamente con estas situaciones de aprendizaje (expresión oral, escucha, argumentación de ideas). En cuanto a las actitudes que se vislumbran a partir de las preguntas podemos mencionar el control que los estudiantes adquieren de la problematización planteada en SA1.

Al revisar el trabajo realizado por los estudiantes, podemos distinguir conocimientos, habilidades y actitudes adicionales. El conocimiento de conceptos como unidades de medida, velocidad, se encuentran en las observaciones de los monitores junto con habilidades como las relacionadas con el trabajo en equipo (planeación, distribución de tareas, coordinación) o comunicación escrita; confianza es una actitud observada en estas situaciones. Así los contenidos detectados en una primera aproximación se muestran en la siguiente tabla:

<i>Conocimientos</i>	<i>Habilidades</i>	<i>Actitudes</i>
Pendiente Modelación Gráfica Representación verbal Unidades de medida Velocidad Distancia	Tránsito: verbal – gráfica verbal – modelación gráfica – verbal gráfica – modelación modelación – gráfica modelación – verbal Interpretación: local global Expresión oral escrita Escuchar Argumentación Planeación Distribución de tareas Coordinación	Control Confianza

Tabla 7. Aprendizajes detectados en la situación de aprendizaje planteada por Torres (2004)

Mientras que rescribiendo la tabla 6 podemos enunciar los contenidos considerados por Torres (2004) en su trabajo:

<i>Conocimiento</i>	<i>Habilidades</i>	<i>Actitudes</i>
Funciones lineales Funciones cuadráticas Interpretación y relación de variables como tiempo, distancia, y velocidad, con sus respectivas características. Utilización de escalas	Organización del propio aprendizaje. Elevar la calidad del propio trabajo. Participación del trabajo en equipo. Resolución de situaciones conflictivas. Uso eficaz del lenguaje y expresiones matemáticas. Resolución de problemas. Búsqueda de soluciones. Pensamiento analítico. Tránsito de los diferentes registros. Formulación de un plan de trabajo. Defensa y entendimiento de planteamientos. Análisis crítico sobre información de carácter numérico. Formas de pensamiento lógico. Aplicación eficaz de métodos algorítmicos.	Actitud propositiva ante el conocimiento. Confianza en las matemáticas para resolver problemas, comunicar ideas y razonar. Perseverancia. Valorar las matemáticas como herramienta y como lenguaje. Actitud científica ante la interpretación de datos. Flexibilidad. Camaradería. Honestidad Aprecio por la cultura matemática. Responsabilidad. Superación continua. Tolerancia. Escucha. Participación. Respeto.

Tabla 8. Contenidos enunciados por Torres (2004)

De esta manera podemos enunciar como objetivos de aprendizaje que el alumno:

- relacione conceptos como distancia, velocidad y pendiente a través de la elaboración y análisis de la gráfica;

- transite de con confianza entre las tres representaciones implicadas (verbal, gráfica y de modelación);
- vea enriquecidas sus habilidades relacionadas con la resolución de problemas y el trabajo en equipo.

Así estos objetivos de aprendizaje son consistentes con la idea trabajada por Chevallard, Bosch y Gascon (1997) en cuanto a que el aprendizaje debe servir para resolver problemas que encontramos en forma cotidiana, nos indican las evidencias que debemos buscar en la evaluación.

III.1.2 Uso de la tecnología

El uso que se hace en particular en la SA1 planteada, es más bien como instrumento ya que, según lo descubierto por Torres (2004) modificó la forma en que los estudiantes interpretan las gráficas. Por otro lado las situación de modelación no hubiera podido lograrse sin la utilización de la tecnología, calculadoras y dispositivos transductores, lo cuál nos confirma que modifica el pensamiento del estudiante, explicando así el señalamiento de Torres (p. 8) en cuanto a que, al incorporar la tecnología a la enseñanza se debe considerar su influencia en la comprensión y en el uso que los estudiantes harán de las matemáticas.

El uso de la tecnología en SA1 permite a los estudiantes dejar de lado la parte operativa (el hecho en sí de cómo dibujar la gráfica es un ejemplo) y centrar su atención en los significados matemáticos en juego, como es el tránsito entre representaciones, o la interpretación en diferentes contextos. Pero esto se logra principalmente a partir de la confianza que tanto el profesor como los estudiantes tengan en la tecnología. Si los estudiantes creen, no como dogma sino en forma razonada, lo que la calculadora les está presentando como resultados y si el profesor confía también en el uso de los aparatos (sin caer en el exceso de confianza) la introducción de la tecnología en el proceso de enseñanza aprendizaje puede ser exitosa. En el caso de que falte la confianza del profesor le

será difícil aceptar como trabajo del estudiantes las actividades realizadas con la tecnología y más difícil aún reconocer en este trabajo los aprendizajes logrados; mientras que si es el estudiante el que no confía en la tecnología puede culparla de cualquier error o tropiezo que se encuentre sin cuestionar la situación y hacer el análisis que lo llevará a superar sus deficiencias y a lograr el aprendizaje. Por otro lado, la confianza excesiva en la tecnología puede caer en otros conflictos que, de igual manera, impedirán el logro de los aprendizajes, si el profesor piensa en la tecnología como infalible, no será capaz de prever los tropiezos del estudiante y las dificultades propias de la tecnología en sí, por lo que la sesión se puede ver estropeada al no tener alternativas de trabajo (en la medida de lo posible); cuando el estudiante cree que la tecnología es infalible y cree más en ella que en sus conocimientos y su razonamiento, dificultades sencillas, como por ejemplo una mala elección de rangos de graficación, pueden crear errores (como confundir una parábola con una recta) que se resolverían si el estudiante en vez de aceptar como un hecho consumado realiza una pequeña exploración adicional. Al buscar los aprendizajes logrados la evaluación debe hacer una exploración para confirmar que no se encuentre con este problema; debe explorar la posibilidad de que la falta, o exceso, de confianza sea un obstáculo para el logro del aprendizaje.

Para que la integración de la tecnología logre centrar los esfuerzos de los estudiantes en los conceptos, habilidades y actitudes matemáticos en juego es necesaria una planeación de clase que considere el análisis e interpretación de los resultados obtenidos, como lo indica Torres (2004, 14). Este nuevo trabajo de planeación requiere necesariamente de un esfuerzo adicional, algunas actividades elaboradas para una clase sin uso de tecnología pueden adaptarse a este nuevo medio pero ninguna puede aplicarse tal cuál fue planeada, sobre todo si en su planeación no considera el análisis e interpretación de resultados antes referido. El problema presentado en la SA1 de Torres, estaba diseñado originalmente sin uso de tecnología (IPN, 2004a) donde solo se le pedía a los estudiantes la descripción de la gráfica en términos de rápido, más rápido, lento y más lento, así como la ubicar en la gráfica cuando la velocidad es positiva, negativa o nula. Al integrarlo al ambiente con uso de tecnología presenta un panorama mucho más rico en

cuanto a las discusiones que se pueden lograr, tal como lo muestra la investigación de Torres y permite solicitar a los estudiantes análisis adicionales, como son el comparar la gráfica de velocidad y de posición, localizar máximos y mínimos o cuestionar el significado de estos puntos.

Una de las conclusiones a las que llega Torres (2004) es que la tecnología permite a los estudiantes explorar y dar explicaciones de lo sucedido en la situación de aprendizaje y recomienda que las actividades propuestas en este medio deben estar encaminadas a generar conocimientos integradores. Con esto nos marca algunos puntos importantes a considerar en la planeación de situaciones de aprendizaje con uso de tecnología como SA1, pero nos indica al mismo tiempo el tipo de aprendizajes que debemos buscar en la evaluación, así debemos procurar la búsqueda de conocimientos integradores y aquellos producidos generalmente a partir de la exploración.

III.1.3 Recopilación de la información

En su descripción de técnicas de evaluación López e Hinojosa (2003) distinguen entre las técnicas de observación y las de evaluación del desempeño, entendiendo a las primeras como auxiliares de las segundas. Cabe aclarar que la principal intención en ambos casos es recopilar evidencia de los avances obtenidos por los estudiantes. Las técnicas de observación, como listas de cotejo, rango o rúbrica, tienen la bondad de poder realizarse en diferentes situaciones. Las técnicas de evaluación del desempeño requieren que el alumno elabore un producto donde debemos considerar el procedimiento empleado tanto como el producto resultante, según los mismos autores.

En el trabajo de Torres (2004) se reconocen como “fuentes de registros” los reportes hechos por los equipos, los registros de los monitores, las gráficas obtenidas de las calculadoras, las transcripciones de audio de tres de los seis equipos participantes, el video del trabajo realizado por un equipo y de las exposiciones y discusiones grupales; a estas fuentes descritas por Torres agregaremos los acetatos preparados por los equipos para la exposición y

discusión grupal. Cada uno de estos registros nos brinda información diferente en la que podemos buscar evidencias de aprendizajes diferentes; así por ejemplo, no podemos buscar evidencias de comunicación escrita en las grabaciones de audio, o comunicación oral en los reportes escritos. Los reportes realizados por los equipos se consideran en sí mismos evaluación de desempeño, pero todos estos medios de recopilación de información se pueden analizar para su evaluación a través de técnicas de observación.

III.1.3.1 Reportes

En el caso particular de los trabajos en equipo, una de las mejores fuentes de información con que se cuenta son los reportes elaborados por los mismos equipos, en ellos podemos encontrar información suficiente para evaluar los aprendizajes de conceptos, de habilidades o incluso de actitudes. La elaboración de un reporte tiene una función mediadora entre la generación de ideas, procedimientos, afirmaciones y la resolución de problemas según afirma Suárez (2000), esta caracterización vuelve fundamental la escritura de reportes en el desarrollo de una situación de aprendizaje de resolución de problemas ya que permite la generación de relaciones entre los conceptos matemáticos involucrados, además del beneficio dado al obligar a los estudiantes a organizar las ideas y procesos realizados.

En la SA1 nos interesa el reporte como recopilador de evidencias de los aprendizajes logrados por los estudiantes durante la sesión de trabajo en equipo. Suárez (2000) define el reporte como “documento producido por los estudiantes en el cual plasman su proceso de resolución del problema” (Suárez, 2000, 78) dejando de inicio ver que en el reporte podremos encontrar dicho proceso y las evidencias que de él necesitemos por ejemplo, como menciona en el mismo texto, las conjeturas, los argumentos, las estrategias de validación.

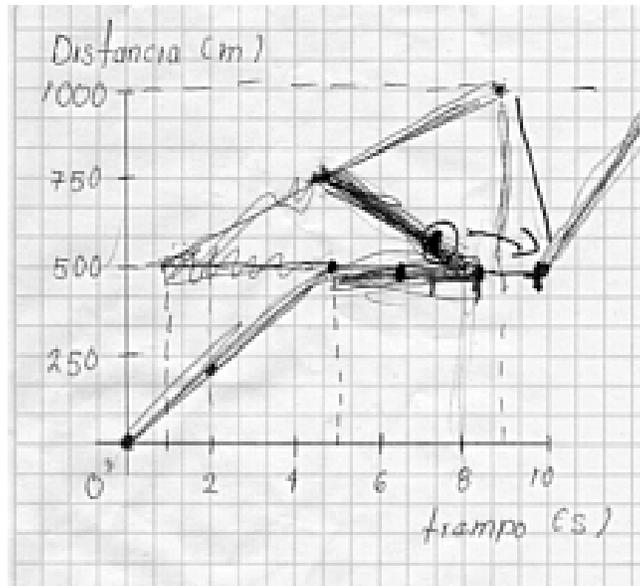
Los reportes no contienen solamente escritura, la importancia de los dibujos, esquemas o tablas, es diferente según el problema y la estrategia seguida por los estudiantes pero suele ser primordial para mostrar el trabajo realizado, según

indica Suárez (2000), de la misma forma en que la incorporación de diferentes tecnologías, van incorporando distintos registros a los reportes. En el caso particular de la SA1, las pantallas producidas por las calculadoras no fueron integradas a los reportes, los cuáles incluyen sólo la parte del trabajo en papel, por lo que se considerarán como un medio de recopilación de datos diferente.

En los paquetes didácticos, en particular en IPN (2005a, 42-43), se hace una serie de recomendaciones a los estudiantes donde les indican que los criterios para la evaluación del reporte son los siguientes:

- Comprensión del problema
- Tipo de matemáticas usadas y su uso correcto
- Uso de estrategias de resolución de problemas
- Uso de herramientas tecnológicas y materiales auxiliares
- Razonamiento correcto
- Comunicación de ideas matemáticas
- Conclusiones

En Torres (2004) se destaca a partir del análisis de los reportes la descripción del trabajo realizado por el equipo y las decisiones que van tomando a lo largo del trabajo, se puede agregar que en estos se observan los errores cometidos y la forma en que los resuelven. Algunos de los reportes no son tan claros y faltan explicaciones que serían de gran utilidad, pero aún en estos casos muestran las evidencias que buscamos en la evaluación.



*Ilustración 6. Fragmento del reporte del equipo 6
(Evidencias del taller descrito en Torres (2004))*

En este reporte en particular podemos observar que no consideraron la distancia al punto de partida, el salón de música, como lo consideró la investigadora en sus respuestas alternativas (ilustración 2) sino que consideraron la distancia recorrida, por lo que no se observa en la gráfica un regreso al punto de origen; por este mismo motivo, el rango de distancia en el eje vertical va de 0 a 1000, y no de 0 a 500. Como parte del proceso, se puede observar la confusión que causó el regreso y como debía representarse en la gráfica y como concluyeron “moverlo” y dejarlo como el último segmento de recta con pendiente positiva que se vislumbra a partir del segundo 10, quedando de esta forma fuera del rango de tiempo indicado en el problema.

III.1.3.2 Acetatos

Los acetatos comparte algunas características con el reporte en el sentido de que muestran el trabajo realizado durante la SA1 por los equipos, pero al ser elaborados para exponer el trabajo, están necesariamente enfocados a los resultados finales, sin dejar tan claro el proceso seguido; en este sentido tienen relación con las grabaciones de video donde observamos la exposición de estos resultados así como su discusión grupal.

En particular, si hacemos un comparativo de los acetatos producidos por los equipos, antes y después del uso de la tecnología, se nota la profundización de las reflexiones y opiniones obtenidas durante esta secuencia.

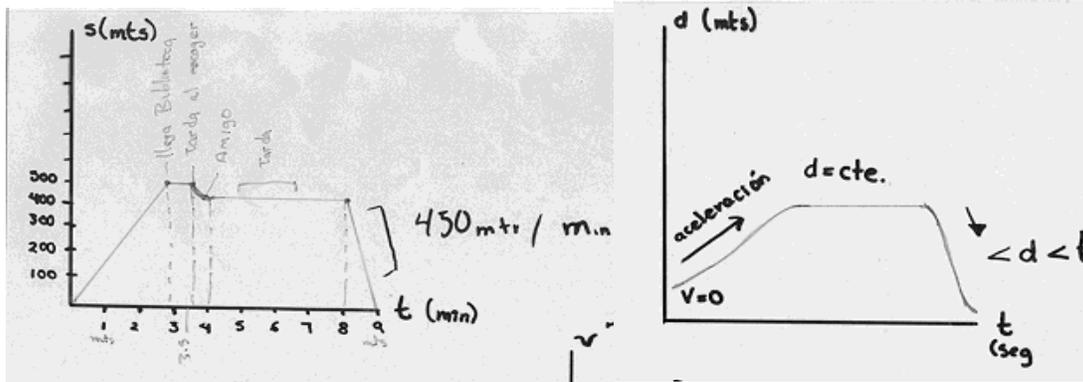


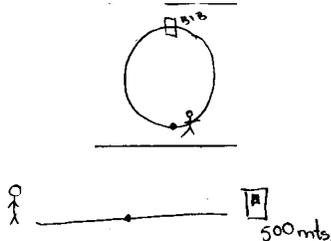
Ilustración 7. Comparación de los acetatos, antes y después de la tecnología.
Equipo 7

En este comparativo podemos ver cómo dejaron de considerar rectas para optar por las curvas.

III.1.3.3 Observaciones de los monitores

Como se mencionó en el capítulo anterior, los monitores registraron sus observaciones en una lista llamada por Torres (2004), lista de control. En esta lista se registra el trabajo en equipo de los estudiantes tal y como lo observaron los monitores. Las observaciones de los monitores nos permiten ver el trabajo realizado por los equipos que no alcanzó a verse reflejado en los reportes.

En el capítulo I de este trabajo, se hace una clasificación de las preguntas de la lista de control en una búsqueda de los contenidos considerados, en base a esa lista clasificada se revisan los registros de los monitores ubicando los conceptos y habilidades buscados en la siguiente tabla, donde se presenta un resumen de las observaciones hechas por los monitores, con respecto al trabajo de todos los equipos.

Concepto o habilidad a evaluar	Preguntas de la lista de control	Respuestas
Representación gráfica	<p>¿Dibujos previos para describir la situación?</p> <p>Sistema de coordenadas. Si es así ¿variables?</p> <p>¿Unidades y escalas en los ejes?</p> <p>¿Rectas, curvas o rectas y curvas?</p> <p>¿Cambios de posición de ida, de regreso y cuando se detiene? ¿emplean intervalos?</p> <p>¿Variables y escalas para determinar la velocidad?</p>	<p>En general si hicieron representaciones previas, varios equipos representan el patio circular.</p>  <p>Algunos tardan en hacer la gráfica. Otros trazan los ejes pero no definen x y y. Todos definen distancia contra tiempo en la de posición y velocidad contra tiempo en la de velocidad.</p> <p>Se confunden con el signo de la velocidad, pero después la definen con la posición del recorrido. Positivo de ida y negativo de regreso.</p> <p>Con lo ejes no tiene problemas, las escalas causan un poco mas de conflicto pero hay incluso quien define la escala 1cm. a 100 m.</p> <p>En general usan trazos rectos, pero hay quien lo discute, e incluso quien habla de una cúbica.</p>
Interpretación de la gráfica	<p>¿Observaciones al comparar la gráfica de la posición con la que ellos propusieron?</p> <p>¿Observaciones al comparar la gráfica de la velocidad con la que ellos propusieron?</p>	<p>La principal diferencia observada son las curvas en vez de rectas, pero lo asumen sin problema, incluso hay quien dice que la calculadora es mas real.</p>

Concepto o habilidad a evaluar	Preguntas de la lista de control	Respuestas
Función	<p>¿Establecen algún tipo de función matemática?</p> <p>¿Señalan los cambios de posición de ida, de regreso y cuando se detiene?</p> <p>¿Intervalos para describir dichos cambios?</p> <p>¿Observaciones al comparar la gráfica de la velocidad con la que ellos propusieron?</p> <p>¿Relacionan la gráfica de velocidad con la de la distancia?</p> <p>¿Diseñar algún tipo de función para la velocidad?</p> <p>¿Utilizan las tablas para ver el tipo de variación?</p>	<p>Algún equipo considera la formula de velocidad.</p> <p>En la velocidad se habla claramente de positiva hacia delante y negativa hacia atrás.</p> <p>Solo algunos monitores registran comparación entre las gráficas de velocidad y posición, pero parece que las relacionan adecuadamente.</p>
Relación con situaciones similares	<p>¿Hacen referencia a otra situación o fenómeno?</p> <p>Con respecto a la gráfica de la velocidad ¿Identificar en la gráfica cuando tiene que ir más rápido, más lento o se detiene?</p>	<p>No hacen referencia a otro fenómeno, (aunque en otro espacio se marca que usan la formula de velocidad)</p> <p>Identifican si problema cuando es mas rápido, más lento, etc.</p>
Uso de técnicas matemáticas específicas	<p>¿Emplean la regresión?</p>	<p>Nadie lo reporta</p>
Uso de tecnología, interpretación	<p>¿Cómo determinan el movimiento ante el sensor?</p> <p>¿Cómo es la gráfica que logran obtener con el sensor y la calculadora tanto para la posición y la velocidad?</p>	<p>No tienen problema en definir el movimiento, pero solo algunos razonan el cambio de minutos a segundos y el sensor como origen.</p>
Uso de tecnología, problemas técnicos	<p>¿Qué problema tiene para usar el sensor y la graficadora?</p>	<p>Ninguno</p>

Concepto o habilidad a evaluar	Preguntas de la lista de control	Respuestas
Comunicación	<p>¿Qué expresiones utilizan para indicar velocidad?</p> <p>En la discusión grupal ¿cuál fue el equipo que tuvo mejor desarrollo?</p>	<p>Rápido, más rápido, lento, más lento, detenido.</p> <p>Solo reportan un único equipo que hizo la comparación entre la gráfica de distancia y la de velocidad.</p>

Tabla 9. Clasificación de la lista de control incluyendo respuestas

III.1.3.4 Pantallas

El software usado en este taller nos permite conservar las pantallas de las calculadoras recuperando así las gráficas de distancia y de velocidad obtenidas por los estudiantes a través de la simulación de movimiento; lo que las vuelve otra fuente importante de información a considerar.

En algunas de estas gráficas se notan problemas técnicos, aunque no se incluyen en los reportes ni fueron mencionados por los monitores, como en el caso de la ilustración 8 donde se presenta la gráfica de posición y se nota una dificultad con el rango que mide el sensor.

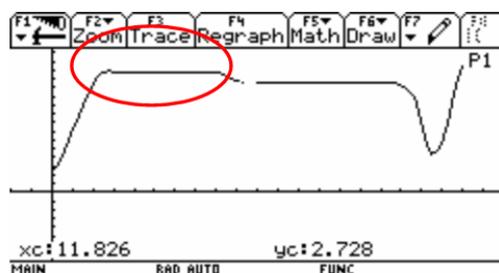


Ilustración 8. Primer ejemplo de pantalla

El sensor de movimiento usado en estas actividades tiene la limitación que sólo registra los datos entre 15 cm. y 6 m., por lo que, si al realizar el movimiento, los estudiantes se salen de este rango, el sensor pierde los datos quedando como un segmento horizontal en el máximo, como se nota en la sección marcada de la pantalla en la ilustración 8.

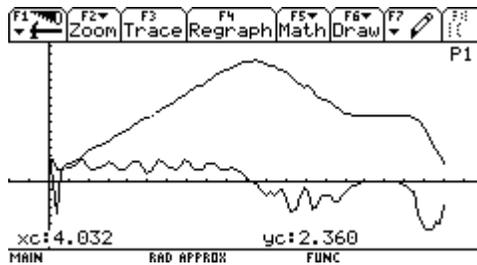


Ilustración 9. Segundo ejemplo de pantalla

En otros casos como el mostrado en la ilustración 9, los titubeos o problemas técnicos de los estudiantes se muestran, sobre todo en la gráfica de velocidad, como variaciones en los datos, sin que ello afecte demasiado a la interpretación del problema. En este caso se muestran juntas la gráfica de posición y la de velocidad, por lo que vemos que las variaciones en la velocidad no afectan en una medida significativa la gráfica de posición, y nos permite comparar las velocidades negativas, positivas o cero, sin crear mayor confusión.

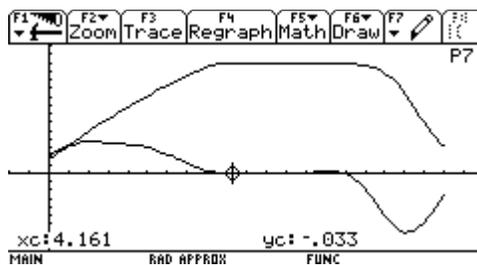


Ilustración 10. Tercer ejemplo de pantalla

En otros casos, las gráficas se presentan claras, mostrando en la ilustración 10 la comparación entre la gráfica de posición y la de velocidad.

III.1.3.5 Audio

En las grabaciones de audio se pueden revisar las discusiones realizadas al interior de los equipos con lo cual se puede confirmar la información presentada por los monitores, completarla o precisar algún punto que no quedara claro. Cuando no se dispone de un amplio equipo de monitores, la recopilación de información por este medio puede ser muy buena, pero nunca podrá sustituir la oportunidad de guiar el trabajo de los equipos, supervisar que no haya distracciones o incluso cuidar que se haga el registro completo en los reportes.

III.1.3.6 Video

Las grabaciones en video con que se cuenta, no incluyen todos los equipos, por lo que la evaluación utilizando este medio de recopilación de información no sería equitativo para todos los equipos, lo cuál no significa que no se deba usar como retroalimentación del profesor que puede observar como funciona el equipo fuera de su presencia.

Por otra parte, para la evaluación del desempeño durante las discusiones grupales el video es la fuente de información más importante, ya que la lista de control que se le dio como guía a los monitores está mas enfocada al trabajo en equipo que a esta exposición y discusión grupal.

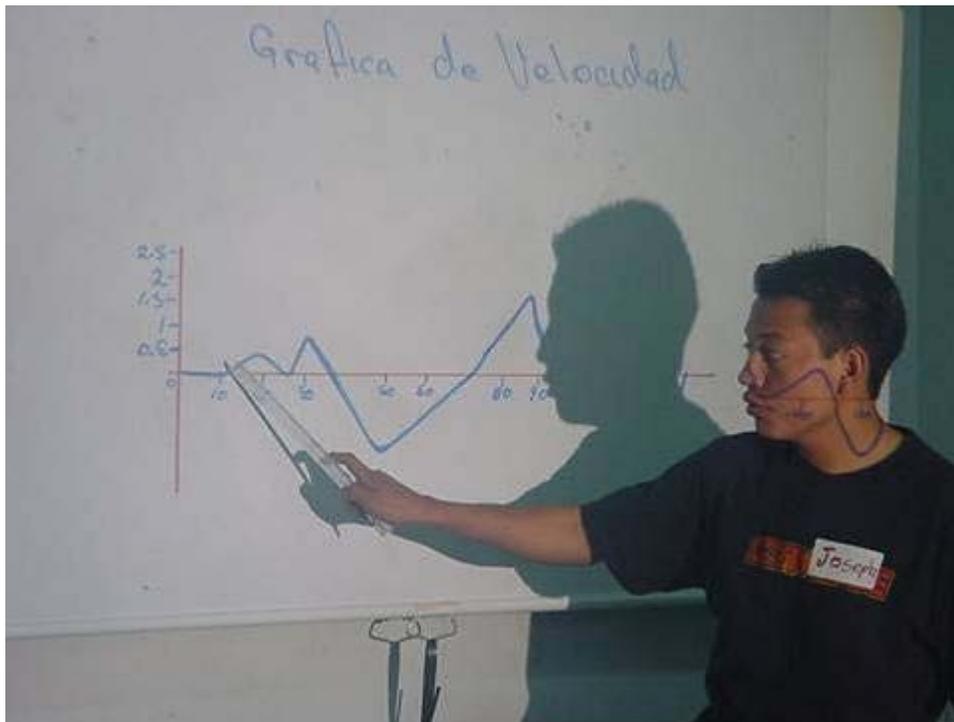


Ilustración 11. Discusión grupal posterior al uso de la tecnología

III.2 Planteamiento de la evaluación con base en el análisis de Torres (2004)

La intención del análisis realizado en los incisos anteriores es la reflexión acerca de una evaluación pertinente al escenario con uso de tecnología, que considere específicamente el nuevo uso de las gráficas reportado en el trabajo de Torres (2004), así como las observaciones hechas por otros investigadores en estos escenarios.

La principal herramienta de evaluación que se tiene, es el reporte realizado por los equipos, para lograr un análisis objetivo de la información obtenida en esta y las otras fuentes disponibles se busca usar técnicas de observación como son las listas de cotejo y las rúbricas. Otras herramientas se vuelven poco oportunas por no poder aplicarlas a los estudiantes directamente; aunque no perderemos oportunidad, en algunos casos, de recomendar el uso de herramientas de evaluación que se podrían aplicar en situaciones similares, con la oportunidad para su aplicación.

A partir del análisis realizado a la lista de control manejada por los monitores podemos hacer una serie de listas de cotejo que estarían orientadas a la búsqueda de cada uno de los conceptos o habilidades enumerados anteriormente,

Representación gráfica		
	Si	No
Hacen dibujos para describir la situación		
Este dibujo es:		
bueno para describir la situación de movimiento		
como una “fotografía” de un momento en particular		
tiene alguna referencia a ejes coordenados		
hacen alguna referencia a distancia o tiempo		
hacen alguna referencia a la velocidad		
Llegan a establecer una gráfica.		
Establece un sistema coordenado		
establecen el origen en la biblioteca		

establecen el origen en el salón de música		
manejan unidades de medida adecuadas para la distancia y el tiempo		
utilizan sólo rectas en su gráfica		
tienen algún o algunos picos en su gráfica		
utilizan sólo curvas en su gráfica		
manejan unidades de medida adecuadas para la velocidad y el tiempo		
hablan de velocidad constante o variable		
tienen claro en la gráfica cuando va de ida y cuando va de regreso		
identifican cambio de velocidad		
son capaces de señalar cuando va mas rápido o más lento		
Discuten diferencia y similitudes entre la gráfica inicial y la obtenida por la tecnología.		
En caso de que realizaran rectas y vértices en la gráfica original notan la diferencia		
dan alguna explicación coherente a esta diferencia		
Interpretación de la gráfica		
	Si	No
Es consistente la gráfica obtenida con el sensor con la anterior		
En caso de que realizaran rectas y vértices en la gráfica original notan la diferencia		
dan alguna explicación coherente a esta diferencia		
Distinguen los extremos relativos en la gráfica de posición		
Relacionan estos puntos con la posición más alejada o más cercana		
Relacionan estos puntos con la velocidad máxima o mínima		
Relacionan estos puntos con las raíces en la gráfica de velocidad		
Función		
	Si	No
Tratan de establecer alguna expresión algebraica (puede ser solo en un segmento) para la posición.		
Mencionan en algún momento el concepto de función		
En caso de que realizaran rectas y vértices en la gráfica original notan la diferencia		
dan alguna explicación coherente a esta diferencia		
Tratan de realizar la gráfica de velocidad contra tiempo		
Tratan de establecer alguna expresión algebraica (puede ser solo en un segmento) para la velocidad.		
Encuentran relación entre la gráfica de posición y de velocidad		
En su gráfica ¿señalan cambios de dirección (ida y regreso)		
¿señalan cuando se detiene?		
¿emplean intervalos?		
Utilizan tablas		

Observan variación		
Relación con situaciones similares		
	Si	No
Hacen referencia a alguna otra situación cotidiana similar		
Hacen referencia a algún otro problema similar		
Uso de técnicas matemáticas específicas		
	Si	No
Emplean regresión		
Emplean interpolación		
Uso de tecnología, interpretación		
	Si	No
Realizan distintos experimentos antes de definir cómo deben moverse		
Se conforman con una tabla medianamente parecida a la suya		
Insisten en eliminar errores cómo variaciones de velocidad por dudas en el movimiento.		
Consideran un error el obtener velocidad negativa		
Uso de tecnología, problemas técnicos		
	Si	No
Están familiarizados con el uso del sensor		
Es consistente la referencia del sensor con el origen de la gráfica anterior		
Realizan el movimiento en línea recta		
Presentan problemas para utilizar el sensor		
Presentan problemas para utilizar la calculadora		
Comunicación		
	Si	No
Opinan todos sobre el movimiento que debe realizarse		
Consideran las ideas de todos en el reporte		
Refleja el reporte todo el trabajo realizado		
Es claro el reporte		
Participan de la discusión grupal		
Defienden sus ideas frente al grupo		

Tabla 10. Listas de cotejo

Para cuestiones prácticas puede resultar mejor una lista de cotejo para la observación de la sesión de trabajo en equipo y la discusión grupal y otra para la revisión del reporte por lo que se marcan en la tabla 10, con color amarillo aquellas preguntas que deban contestarse durante las sesiones y con azul la que deba contestarse al revisar el reporte; aquellas preguntas sin marcar se deberán incluir en ambos momentos.

Vale la pena recordar que las respuestas afirmativas, no corresponden necesariamente a aciertos, por la forma en que está redactada la lista de cotejo; por lo que no estamos hablando de aciertos y desaciertos, sólo estamos describiendo el trabajo desarrollado por los estudiantes.

Por otra parte algunas preguntas específicas de las lista de control tiene como finalidad observar habilidades de uso de la tecnología, o de trabajo en equipo, como son las relacionadas con la comunicación, o los problemas técnico del uso de la tecnología, de forma que se hacen notar a estas listas de cotejo, donde se pueden observar los alcances logrados.

No debemos perder de vista, según el marco establecido para la evaluación que, para ser efectiva debe considerar la mayor variación de herramientas posibles por lo que las listas de cotejo no son suficientes.

III.2.1 Respuestas de los estudiantes y los datos

Es importante hacer explícito el hecho de que las respuestas dadas por los estudiantes, no son directamente los datos con los que se trabajará, ni en el caso de la investigación ni en el de la evaluación. Torres (1997) dice “La información que se obtiene inicialmente a partir de los diversos instrumentos de recopilación de que se dispone no es todavía del todo útil para el investigador. La información tiene que analizarse para obtener de ella datos.” De esta manera, al revisar los reportes presentados por los estudiantes debemos “leer entre líneas”, por ejemplo, los conceptos matemáticos puestos en juego, aún cuando ellos no los mencionen esos serán los datos que debemos considerar en el momento de evaluar, de la misma manera en que el investigador no toma las respuestas directamente como datos de su investigación.

En este sentido es que surge la necesidad de herramientas de evaluación que hagan sencilla y objetiva la recopilación de información y su análisis posterior, para llegar a conclusiones pertinentes; de la misma manera en que Torres (1997) nos indica que la información para el análisis del investigador puede presentarse

en diferentes formas, desde texto hasta tablas, matrices y otras formas que clarifiquen la información.

III.2.2 Evaluación de conocimientos

Las listas de cotejo son poco usuales para la observación de conocimientos, pero en el caso específico de la SA1, los usos de las gráficas observados por Torres (2004) incluyen la aparición de conceptos más bien implícitos, por lo que, y en base a la lista de control desarrollada por la misma investigadora, se considera útil para la evaluación de conceptos relacionados con los usos novedosos de las gráficas.

Dependiendo del temario específico en que se introduzca la situación de aprendizaje, el cuál puede variar para la SA1 desde álgebra, hasta cálculo; se pueden agregar a la lista de cotejo conceptos adicionales relacionados con el tema en específico, pero el funcionamiento de la situación de aprendizaje dependerá de la guía que se dé por parte del profesor, principalmente en la parte de la discusión grupal.

Otras herramientas recomendados por sus características para en la evaluación de conocimientos son la bitácora col, el informe KPSI o el mapa mental pero estas herramientas requieren que los estudiantes respondan o elaboren alguna actividad para poderse utilizar, dado que en el caso en cuestión no se puede solicitar trabajo adicional a los estudiantes y solo contamos con las fuentes de información antes enumeradas se utilizará solo la lista de cotejo, con lo cuál no debe considerarse como herramienta única.

III.2.3 Evaluación de habilidades

Las rúbricas se recomiendan ampliamente en la observación de actitudes y habilidades; por esta razón se desarrollan rúbricas específicas para tres habilidades observadas en este trabajo: visión de las gráficas, trabajo en equipo, uso de la tecnología.

ESTÁNDARES CRITERIOS	EXPERTO	AVANZADO	APRENDÍZ
Visión global de la gráfica	Reconocen que no todos los trazos son rectos, pero además identifican en que casos se tienen rectas o cuando estas son horizontales.	Al trabajar con el sensor reconocen por que no todos los trazos son rectos.	Logran hacer una gráfica correspondiente a los cambios de posición.
Visión puntual de la gráfica	Distinguen e interpretan los intervalos entre, rápido, más rápido, lento o más lento; así como los extremos relativos.	Distinguen e interpretan los intervalos entre rápido, más rápido, lento o más lento	Identifica pequeños intervalos donde cambia de dirección o velocidad.
Pendiente	Relacionan pendiente con velocidad, encontrando sentido a la pendiente negativa como cambio de dirección.	Relaciona pendiente con velocidad, (independiente del nombre que le dé)	No identifica la pendiente.
Relación gráfica de posición y de velocidad.	Identifica los extremos relativos de la gráfica de posición con las raíces de la gráfica de velocidad.	Relaciona el signo de la velocidad con la pendiente de la posición.	No relaciona ambas gráficas.

Tabla 11. Rúbrica para visión de las gráficas

ESTÁNDARES CRITERIOS	EXPERTO	AVANZADO	APRENDÍZ
Organización	Se distribuye el trabajo de acuerdo con las habilidades de los integrantes del equipo. Cada integrante colabora con información para resolver el problema.	Se distribuye el trabajo considerando sólo la equidad.	Se distribuye el trabajo en secciones al azar.
Integración de la tarea	Hay cooperación y participación de los integrantes de manera equitativa. Se considera la viabilidad de las diversas opiniones y del material con que se cuenta para la realización del trabajo. Existen discusión respetuosa y propuestas para mejorar el trabajo. Se divierten durante la situación de aprendizaje.	Hay participación de los integrantes pero de manera diferenciada. Cuentan con todos los elementos para integrar la tarea.	Falta claridad para integrar la tarea. Sólo algunos integrantes participan activamente.
Realización en el tiempo establecido	Se concluye el trabajo antes del tiempo establecido como límite.	Concluyen el trabajo en el tiempo establecido como límite.	Requieren de más tiempo del establecido para concluir el trabajo.

Presentación de la tarea terminada	Al terminar el problema, el equipo discute si está de acuerdo con el producto obtenido y si éste representa lo que quisieron decir. Todos participan en la presentación del producto obtenido.	Concluida la tarea el equipo discute quién y cómo se presentará al resto del grupo.	Se concluye el trabajo sin mayores comentarios. El trabajo lo presenta quien participo más en su elaboración.
------------------------------------	--	---	---

*Tabla 12. Rúbrica para trabajo en equipo
(Flores & Gómez, 2007)*

ESTÁNDARES CRITERIOS	EXPERTO	AVANZADO	APRENDÍZ
Familiaridad con calculadoras y sensores.	Es hábil con el uso del equipo y no presente ningún problema	Conoce su manejo pero le falta pericia.	No sabe usar el equipo. Puede presentar cierto temor.
Interpretación de los resultados obtenidos con la tecnología.	Compara los resultados con los esperados, revisando que sean lógicos y cuestionándose sobre su significado.	Compara los resultados con los esperados revisando que sean lógicos.	Transcribe los resultados sin analizarlos.
Actitud ante posibles errores	Plantea posibilidades, explora en busca del error tanto en su razonamiento como en el resultado del equipo, repite el ejercicio o hace pruebas en busca del error.	Piensa que está equivocado y da por cierto el resultado de la tecnología; o por el contrario descarta el resultado del equipo sin buscar el error.	Se da por vencido, dice que no entiende o que no puede.

Tabla 13 Rúbrica para uso de la tecnología

Es recomendable recordar que una de las grandes ventajas de las rúbricas es que muestra a los estudiantes cuál es el dominio que se espera obtenga de aprendizaje en particular que se está evaluando.

Otras herramientas recomendadas para la evaluación de habilidades son el estudio de casos, el informe KPSI o las mismas listas de cotejo, pero considerando nuestras fuentes de información se trabajara con las listas de cotejo y las rúbricas, sin dejar de recomendar las otras herramientas. También resultan de gran utilidad cuando se pueden pedir actividades adicionales a los estudiantes algunos casos especiales de mapas mentales, llamados mapas secuenciales, o las experiencias de vida en el caso de habilidades específicas de comunicación.

III.2.4 Evaluación de actitudes

La realización de evaluación a través de una bitácora COL se recomienda ampliamente en la bibliografía, en la evaluación de actitudes, pero, por su forma misma no se puede aplicar en esta situación de aprendizaje. De cualquier forma, y aún sin la posibilidad de probarla, se recomienda su uso en este ambiente para lo que se incluirían rubros que hagan referencia a la tecnología.

	¿Qué pasó?	¿Como me sentí?	¿Qué aprendí?	¿Qué cosas son importantes?
Con respecto al problema.				
Con respecto a las gráficas.				
Con respecto a la tecnología.				
Con respecto al trabajo en equipo.				

Tabla 14. Bitácora COL

Otras herramientas recomendadas son el diario, estudios de caso, experiencia de vida, informe KPSI o la misma lista de cotejo con el debido cuidado en la selección de pregunta.

Aunque las actitudes se consideran difíciles de evaluar, se pueden usar una rúbrica para indagar en este sentido.

ESTÁNDARES CRITERIOS	EXPERTO	AVANZADO	APRENDÍZ
Confianza ante el uso de la tecnología.	Se muestra confiado pero cuidadoso.	Avanza con cuidado al punto que lo detiene, o por el contrario su confianza cae en el descuido.	Se muestra temeroso
Trabajo en equipo.	Desenvuelto, confiado, con buena comunicación, aprovecha las ventajas para facilitar el trabajo y hacerlo mejor	Se dividen el trabajo, se distraen fácilmente.	No les gusta trabajar así y le ponen “peros”, terminan trabajando cada quien por su cuenta.
Actitud ante el reto.	Lo aceptan y se ponen activos inmediatamente	Dudan, falta decisión.	Se muestran temerosos, esperan que alguien diga que hacer.
Actitud ante las dificultades.	Buscan la solución, pueden dar vueltas pero no se sienten perdidos.	Le dan vueltas y terminan buscando la solución rápida.	Se dan por vencidos.

Tabla 15. Rúbrica de actitudes.

III.3 Problema de Andrés

Entre los problemas que se utilizan regularmente en los salones de clases con los estudiantes existen pocos que planteen la situación de movimiento que puede caracterizarse en situaciones de aprendizaje con el uso de tecnología, el sensor de movimiento (dispositivos transductores) y calculadoras graficadoras, como se hizo con el problema de Epifanía, pero esto no implica que el de Epifanía sea un problema único; en particular en el caso de los paquetes didácticos, (IPN, 2001a; IPN, 2002a; IPN, 2003a) se pueden encontrar diversos ejemplos entre los que mencionaremos “suben joven” o “gula ratonil”, solo como referencia para quien esté interesado en problemas similares.

Con la finalidad de revisar los planteamientos que en términos de evaluación se han hecho a partir del trabajo presentado en Torres (2004), se consideró aplicar una situación de aprendizaje en un ambiente similar. Dado que la intención no es reproducir el taller organizado por Torres, sino mostrar la aplicación de la evaluación en situaciones de aprendizaje con uso de tecnología, se toma una situación diferente (SA2) para la cuál se considera la misma tecnología que en trabajo de Torres, pero en un ambiente menos controlado y por lo tanto similar al encontrado habitualmente en el salón de clases.

Para la SA2 se definió una situación de movimiento similar, en vez de usar los ya elaborados, por la originalidad que esto implica. Por lo que se utilizó el siguiente planteamiento:

Andrés sale con sus amigos a pasear en su bicicleta, por lo que recorren aproximadamente 1km. de camino plano hasta llegar a una colina que tiene una altura de 30m., después de subir la colina y bajar del lado opuesto deciden regresar para llegar a tiempo de ver su programa favorito, justo una hora después de que salieron.

En contraste con el problema de Epifanía (SA1), tiene diferencias en el sentido de cómo representan la colina, pero de fondo lo que tenemos es la situación de

movimiento y de velocidad, con sus incrementos y decrementos, e incluso con la situación de ida y vuelta.

III.3.1 Planteamiento de la situación de aprendizaje

Durante el segundo semestre del periodo escolar 2004-2005, se les planteó la situación de movimiento a cuatro equipos de tres o cuatro estudiantes voluntarios de segundo semestre del CECyT 13 “Ricardo Flores Magón” del IPN, Sin habérseles escogido intencionalmente, eran todos ellos, estudiantes habituados a trabajar en equipo y a elaborar reportes de resolución de problemas. Se les solicitó que revisaran la situación e hicieran la gráfica correspondiente a la posición que tienen Andrés y sus amigos en cada momento, para comentarla posteriormente en forma grupal. En una sesión posterior, ambas de una hora, modelaron la situación de movimiento frente al sensor y generaron la gráfica correspondiente, generando un nuevo reporte donde indicaron la diferencia entre esta gráfica y la dibujada originalmente sin el uso de tecnología, para discutirlo posteriormente en el grupo completo de 14 personas. A diferencia del caso reportado en Torres (2004) no se conservaron las gráficas generadas por la calculadora y las únicas fuentes de información con que se cuenta son los reportes generados por los estudiantes y las observaciones hechas por el profesor en ese momento.

III.3.2 Mostrar la evaluación

De la SA2, descrita en el apartado anterior, se obtuvieron reporte de trabajo de cuatro equipos Los cuáles se analizan a continuación. Dado que en esta ocasión, los reportes y las observaciones hechas por la profesora son lo único que se tiene, será con esto con lo que se evaluará el aprendizaje alcanzado.

Dado que esta situación de aprendizaje no incluyó el concepto de velocidad en el planteamiento, se eliminará este concepto en la evaluación.

III.3.2.1 Equipo 1

En los reportes observamos en general que de inicio no marcan ejes de referencia, aunque hacen mención al kilómetro recorrido, y tienen claro la situación de ida y regreso

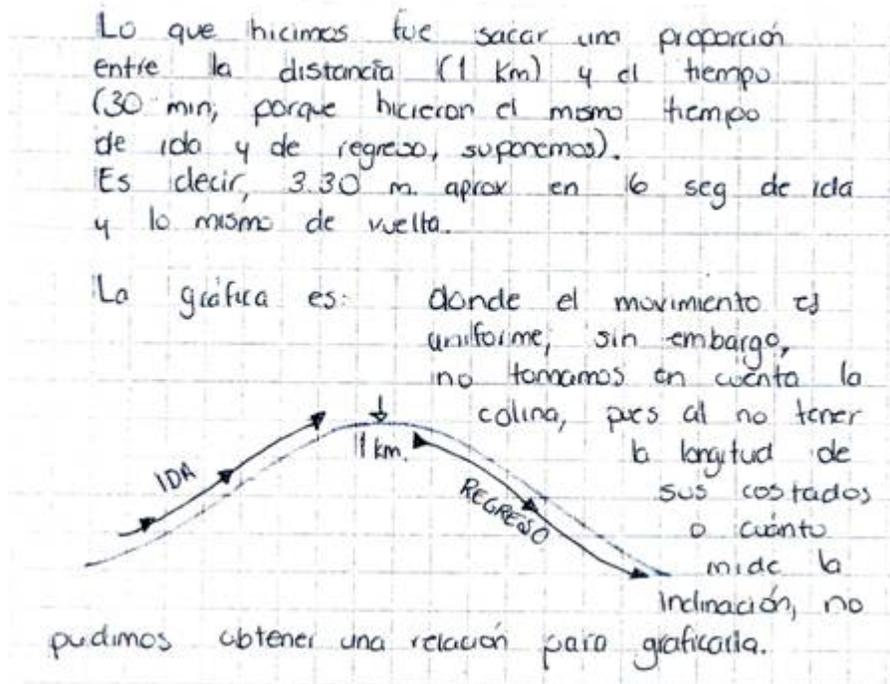
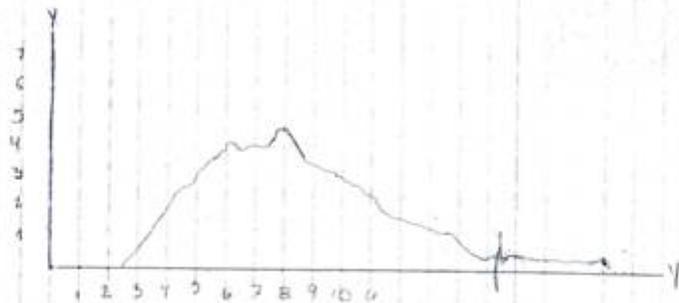


Ilustración 12. Reporte equipo 1. Primera sesión.

Un joven sale a pasear en bicicleta y sube una colina.



* La gráfica anterior muestra los movimientos que se hicieron durante el lapso de 15 segundos, entre más inclinado este la recta es mayor la velocidad, en la parte más alta es cuando se está más lejos; por ejemplo en el punto 5,9 es cuando se está más lejos.

* Se parece al problema en: Digamos que en la velocidad solo quieres al revés, en el problema debe de ser que cuando este en la parte más alta debe ser menor la velocidad.

Ilustración 13. Reporte equipo 1. Segunda sesión.

Revisando este reporte a través de la lista de cotejo obtenemos los siguientes resultados.

EQUIPO 1		
Representación gráfica		
	Si	No
Hacen dibujos para describir la situación	X	
Este dibujo es: bueno para describir la situación de movimiento	X	
como una "fotografía" de un momento en particular		X
tiene alguna referencia a ejes coordenados		X
hacen alguna referencia a distancia o tiempo	X	
hacen alguna referencia a la velocidad	X	
Llegan a establecer una gráfica propiamente dicha.		X
Establece un sistema coordenado		X
establecen el origen en la salida		X
establecen el origen en la cima de la colina		X
manejan unidades de medida adecuadas para la distancia y el tiempo		X
utilizan sólo rectas en su gráfica		X
tienen algún o algunos picos en su gráfica		X
utilizan sólo curvas en su gráfica	X	

tienen claro en la gráfica cuando va de ida y cuando va de regreso	x	
son capaces de señalar cuando va más rápido o más lento	x	
Discuten diferencia y similitudes entre la gráfica inicial y la obtenida por la tecnología.	x	
En caso de que realizaran rectas y vértices en la gráfica original notan la diferencia		x
dan alguna explicación coherente a esta diferencia		x
Interpretación de la gráfica		
	Si	No
Es consistente la gráfica obtenida con el sensor con la anterior	x	
En caso de que realizaran rectas y vértices en la gráfica original notan la diferencia		x
dan alguna explicación coherente a esta diferencia		x
Distinguen los extremos relativos en la gráfica de posición	x	
Relacionan estos puntos con la posición más alejada o más cercana	x	
Función		
	Si	No
Tratan de establecer alguna expresión algebraica (puede ser sólo en un segmento) para la posición.		x
Mencionan en algún momento el concepto de función		x
En caso de que realizaran rectas y vértices en la gráfica original notan la diferencia		x
dan alguna explicación coherente a esta diferencia		x
En su gráfica ¿señalan cambios de dirección (ida y regreso)	x	
¿señalan cuando se detiene?	x	
¿emplean intervalos?		x
Utilizan tablas		x
Observan variación		x
Relación con situaciones similares		
	Si	No
Hacen referencia a alguna otra situación cotidiana similar		x
Hacen referencia a algún otro problema similar		x
Uso de técnicas matemáticas específicas		
	Si	No
Emplean regresión		x
Emplean interpolación		x
Uso de tecnología, interpretación		
	Si	No
Realizan distintos experimentos antes de definir cómo deben moverse	x	
Se conforman con una gráfica medianamente parecida a la suya		x
Uso de tecnología, problemas técnicos		
	Si	No

Están familiarizados con el uso del sensor		x
Es consistente la referencia del sensor con el origen de la gráfica anterior	x	
Realizan el movimiento en línea recta	x	
Presentan problemas para utilizar el sensor		x
Presentan problemas para utilizar la calculadora		x
Comunicación		
	Si	No
Opinan todos sobre el movimiento que debe realizarse	x	
Consideran las ideas de todos en el reporte	x	
Refleja el reporte todo el trabajo realizado		x
Es claro el reporte	x	
Participan de la discusión grupal	x	
Defienden sus ideas frente al grupo	x	

Tabla 16 Lista de cotejo del equipo 1

En cuanto a los resultados obtenidos en las bitácoras, tal como se presentan estas en la sección 3 II, se pueden resumir en la siguiente tabla

Visión de las gráficas	
Visión global de la gráfica	Experto
Visión puntual de la gráfica	Experto
Pendiente	Avanzado
Trabajo en equipo	
Organización	Avanzado
Integración de la tarea	Experto
Realización en el tiempo establecido	Experto
Presentación de la tarea terminada	Principiante
Uso de la tecnología	
Familiaridad con el equipo	Experto
Interpretación de los resultados obtenidos con la tecnología.	Avanzado
Actitud ante posibles errores	Avanzado
Actitud	
Confianza ante el uso de la tecnología.	Experto
Trabajo en equipo.	Avanzado
Actitud ante el reto.	Avanzado
Actitud ante las dificultades.	Principiante

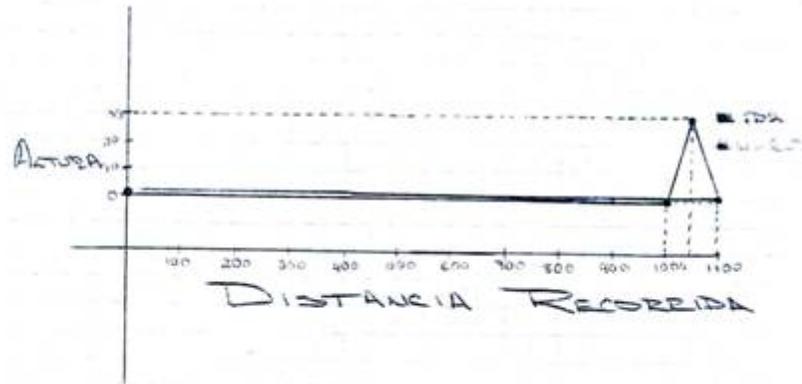
Tabla 17. Resultados de las rúbricas del equipo 1

Este equipo no busca en primera instancia referencia a los ejes coordenados pero cuando los encuentra en la gráfica elaborada por la calculadora no tiene problema en interpretarlos, por lo que se concluye que conocen los ejes pero no los consideran dentro de las herramientas de que disponen en su trabajo. Otras herramientas que no consideran en su trabajo son las tablas y modelos matemáticos como la regresión, valdría la pena la exploración con otras actividades para confirmar si es por falta de conocimiento o solo necesitan apropiarse de ellas para resolver problemas. Su trabajo en equipo es eficiente pero tiene que mejorar el desarrollo del reporte, pues aunque es claro, no hace evidente el trabajo realizado.

III.3.2.2 Equipo 2

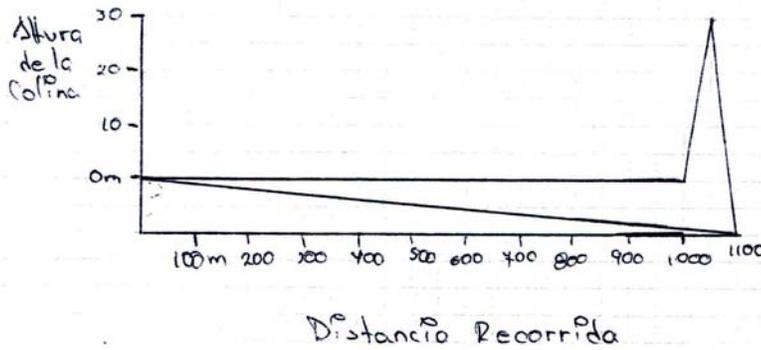
Este equipo plantea una situación poco clara con las alturas, ya que dice que al regresar parte de una altura de -10, como si del otro lado de la colina estuviera más bajo. Otra observación que vale la pena hacer es que la gráfica que presentan en un principio es de distancia recorrida contra altura a la que se encuentra.

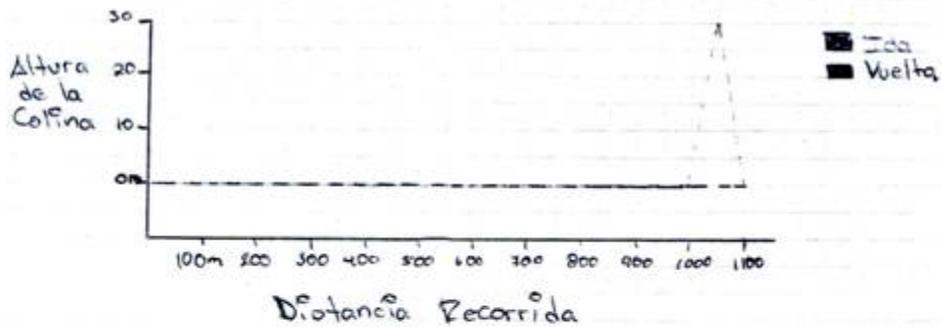
Por otra parte al realizar la modelación les costó trabajo, seguramente por la falta de coincidencia con el trabajo de la primera sesión, incluso el reporte tiene un estilo completamente diferente; sin embargo y aunque no se les pidió la velocidad, hacen una conclusión importante en ese sentido.



Comentario: • Andres y sus amigos no podian subir y bajar la colina en un mismo punto, por eso se agregaron 100m. más a la grafica.

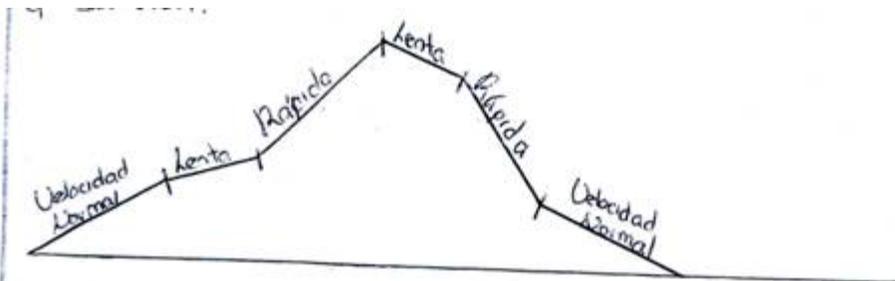
• Al momento de regresar no especificaron si regresaba por el mismo lugar o por otro.





Comentario: Represente mediante una gráfica el recorrido de Andrés y sus amigos.
 En la primer gráfica recorre 1000 m y suben una colina pero al bajar no respate la altura y al regresar salen de una altura de -10 m.
 En la segunda recorre 1000 m y suben la colina, y regresan, lo que no me especifica es si vuelven a subir la colina o la rodean, yo interprete que pasan en línea recta.

Ilustración 14. Reporte equipo 2. Primera sesión.



* Cuando la velocidad aumenta, la línea de la gráfica se inclina, y entre menos velocidad haya, la línea en la gráfica se acuesta.

Conclusión: Fue difícil realizar la práctica por varios intentos, hasta que se llegó a la conclusión de que la velocidad influye en la inclinación de las líneas.

Ilustración 15. Reporte equipo 2. Segunda sesión.

La lista de cotejo correspondiente al trabajo de este equipo muestra los siguientes resultados.

EQUIPO 2		
Representación gráfica		
	Si	No
Hacen dibujos para describir la situación	x	
Este dibujo es: Bueno para describir la situación de movimiento	x	
como una “fotografía” de un momento en particular		x
tiene alguna referencia a ejes coordenados	x	
hacen alguna referencia a distancia o tiempo	x	
hacen alguna referencia a la velocidad	x	
Llegan a establecer una gráfica propiamente dicha.	x	
Establece un sistema coordenado	x	
establecen el origen en la salida	x	
establecen el origen en la cima de la colina		x
manejan unidades de medida adecuadas para la distancia y el tiempo	x	
utilizan sólo rectas en su gráfica	x	
Tienen algún o algunos picos en su gráfica	x	
utilizan sólo curvas en su gráfica		x
tienen claro en la gráfica cuando va de ida y cuando va de regreso	x	
son capaces de señalar cuando va más rápido o más lento	x	
Discuten diferencia y similitudes entre la gráfica inicial y la obtenida por la tecnología.		x
En caso de que realizaran rectas y vértices en la gráfica original notan la diferencia		x
dan alguna explicación coherente a esta diferencia		x
Interpretación de la gráfica		
	Si	No
Es consistente la gráfica obtenida con el sensor con la anterior		x
En caso de que realizaran rectas y vértices en la gráfica original notan la diferencia		x
dan alguna explicación coherente a esta diferencia		x
Distinguen los extremos relativos en la gráfica de posición		x
Relacionan estos puntos con la posición más alejada o más cercana		x
Función		
	Si	No
Tratan de establecer alguna expresión algebraica (puede ser solo en un segmento) para la posición.		x
Mencionan en algún momento el concepto de función		x
En caso de que realizaran rectas y vértices en la gráfica original notan la diferencia		x

dan alguna explicación coherente a esta diferencia		x
En su gráfica ¿señalan cambios de dirección (ida y regreso)	x	
¿señalan cuándo se detiene?		x
¿emplean intervalos?		x
Utilizan tablas		x
Observan variación		x
Relación con situaciones similares		
	Si	No
Hacen referencia a alguna otra situación cotidiana similar		x
Hacen referencia a algún otro problema similar		x
Uso de técnicas matemáticas específicas		
	Si	No
Emplean regresión		x
Emplean interpolación		x
Uso de tecnología, interpretación		
	Si	No
Realizan distintos experimentos antes de definir cómo deben moverse	x	
Se conforman con una gráfica medianamente parecida a la suya		x
Uso de tecnología, problemas técnicos		
	Si	No
Están familiarizados con el uso del sensor		x
Es consistente la referencia del sensor con el origen de la gráfica anterior	x	
Realizan el movimiento en línea recta		x
Presentan problemas para utilizar el sensor		x
Presentan problemas para utilizar la calculadora		x
Comunicación		
	Si	No
Opinan todos sobre el movimiento que debe realizarse	x	
Consideran las ideas de todos en el reporte		x
Refleja el reporte todo el trabajo realizado		x
Es claro el reporte	x	
Participan de la discusión grupal		x
Defienden sus ideas frente al grupo		x

Tabla 18. Lista de cotejo del equipo 2

Nuevamente resumiremos los resultados de las rúbricas.

Visión de las gráficas	
Visión global de la gráfica	Principiante
Visión puntual de la gráfica	Avanzado
Pendiente	Avanzado
Trabajo en equipo	
Organización	Avanzado
Integración de la tarea	Principiante
Realización en el tiempo establecido	Experto
Presentación de la tarea terminada	Principiante
Uso de la tecnología	
Familiaridad con el equipo	Experto
Interpretación de los resultados obtenidos con la tecnología.	Avanzado
Actitud ante posibles errores	Avanzado
Actitud	
Confianza ante el uso de la tecnología.	Experto
Trabajo en equipo.	Principiante
Actitud ante el reto.	Avanzado
Actitud ante las dificultades.	Avanzado

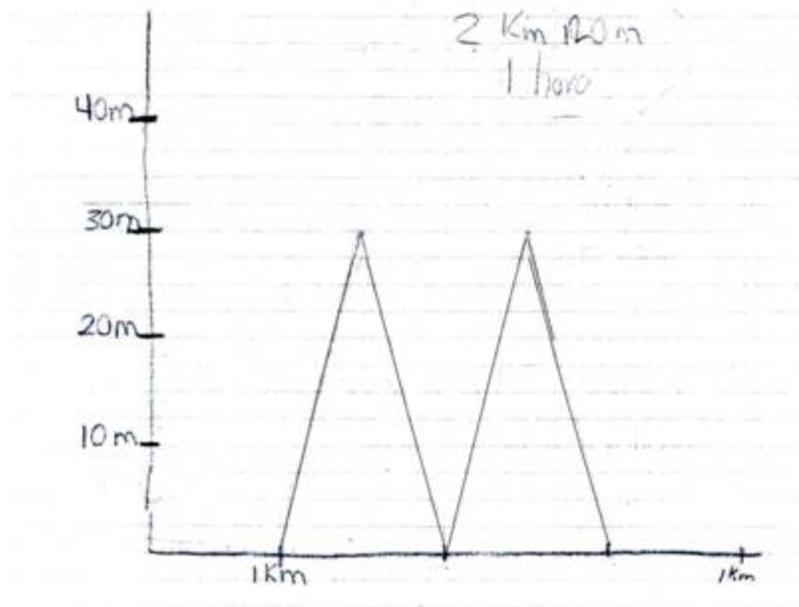
Tabla 19. Resultados de las rúbricas del equipo 2

Este equipo requiere trabajar más con las gráficas, se recomienda discutir la distancia recorrida sobre todo la diferencia entre ésta y la distancia al punto de partida, aunque utilizan desde un principio los ejes coordenados, tienen problemas para interpretar el movimiento. Esta misma dificultad con las gráficas se refleja en la falta de comentarios relacionados con máximos y mínimos, cuando se detiene, y otras ideas relacionadas Reaccionaron bien ante las diferencias entre su gráfica inicial y la elaborada por la calculadora, pero su reflexión no se refleja en el reporte, por lo que se concluye que necesitan mejorar habilidades relacionadas con la comunicación y la elaboración de reporte, el cuál tampoco muestra las ideas de todo el equipo.

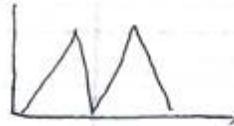
Aunque las herramientas utilizadas no buscan información con respecto a la velocidad, se puede ver que el equipo distingue y considera este concepto.

III.3.2.3 Equipo 3

El tercer equipo también tuvo algunos problemas para definir las variables en la situación, habla de graficar la distancia recorrida desde su casa con la altura de la colina, por lo que parecen estar seriamente confundidos, pues no son las variables que reflejan en la gráfica. Por otra parte marcan el regreso como un reflejo, como una repetición de la gráfica argumentando que el camino es el mismo en un sentido que en el otro.

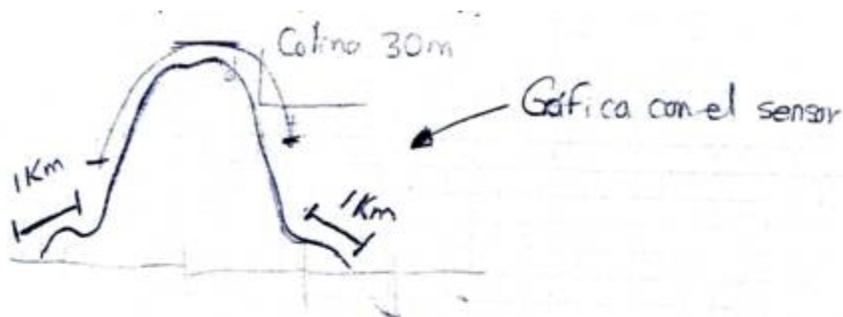


* Se supone que utilizamos o pusimos en contraposición distancia con distancia, tomando en cuenta la distancia que recorren de su casa a la colina y del comienzo de la colina a su final. Nuestra gráfica principalmente es un espejo ya que se recorrió el mismo camino.



espejo o
reflejo
del camino

Ilustración 16. Reporte equipo 3. Primera sesión.



El problema con el sensor se nos complicó porque no supimos cómo representarlo en el problema.

En comparación con el anterior fue casi lo mismo pero el otro lo hicimos como un espejo.

PROCEDIMIENTO

- * Correr camino
- regresar
- correr

Ilustración 17. Reporte equipo 3. Segunda sesión.

Veamos la lista de cotejo correspondiente.

EQUIPO 3		
Representación gráfica		
	Si	No
Hacen dibujos para describir la situación	x	
Este dibujo es: Bueno para describir la situación de movimiento		x
como una “fotografía” de un momento en particular		x
tiene alguna referencia a ejes coordenados	x	
hacen alguna referencia a distancia o tiempo	x	
hacen alguna referencia a la velocidad		x
Llegan a establecer una gráfica propiamente dicha.	x	
Establece un sistema coordenado	x	
establecen el origen en la salida	x	
establecen el origen en la cima de la colina		x
manejan unidades de medida adecuadas para la distancia y el tiempo	x	
utilizan sólo rectas en su gráfica	x	
Tienen algún o algunos picos en su gráfica	x	
utilizan sólo curvas en su gráfica		x
tienen claro en la gráfica cuando va de ida y cuando va de regreso	x	
son capaces de señalar cuando va más rápido o más lento		x
Discuten diferencia y similitudes entre la gráfica inicial y la obtenida por la tecnología.	x	
En caso de que realizaran rectas y vértices en la gráfica original notan la diferencia	x	
dan alguna explicación coherente a esta diferencia		x
Interpretación de la gráfica		
	Si	No
Es consistente la gráfica obtenida con el sensor con la anterior		x
En caso de que realizaran rectas y vértices en la gráfica original notan la diferencia	x	
dan alguna explicación coherente a esta diferencia		x
Distinguen los extremos relativos en la gráfica de posición		x
Relacionan estos puntos con la posición más alejada o más cercana		x
Función		
	Si	No
Tratan de establecer alguna expresión algebraica (puede ser sólo en un segmento) para la posición.		x
Mencionan en algún momento el concepto de función		x
En caso de que realizaran rectas y vértices en la gráfica original notan la diferencia	x	

dan alguna explicación coherente a esta diferencia		x
En su gráfica ¿señalan cambios de dirección (ida y regreso)	x	
¿señalan cuándo se detiene?		x
¿emplean intervalos?		x
Utilizan tablas		x
Observan variación		x
Relación con situaciones similares		
	Si	No
Hacen referencia a alguna otra situación cotidiana similar		x
Hacen referencia a algún otro problema similar		x
Uso de técnicas matemáticas específicas		
	Si	No
Emplean regresión		x
Emplean interpolación		x
Uso de tecnología, interpretación		
	Si	No
Realizan distintos experimentos antes de definir cómo deben moverse	x	
Se conforman con una gráfica medianamente parecida a la suya		x
Uso de tecnología, problemas técnicos		
	Si	No
Están familiarizados con el uso del sensor		x
Es consistente la referencia del sensor con el origen de la gráfica anterior	x	
Realizan el movimiento en línea recta		X
Presentan problemas para utilizar el sensor		X
Presentan problemas para utilizar la calculadora		X
Comunicación		
	Si	No
Opinan todos sobre el movimiento que debe realizarse	x	
Consideran las ideas de todos en el reporte	x	
Refleja el reporte todo el trabajo realizado	x	
Es claro el reporte	x	
Participan de la discusión grupal	x	
Defienden sus ideas frente al grupo	x	

Tabla 20. Lista de cotejo del equipo 3

Presentamos ahora los resultados de las rúbricas.

Visión de las gráficas	
Visión global de la gráfica	Principiante
Visión puntual de la gráfica	Principiante
Pendiente	Principiante
Trabajo en equipo	
Organización	Avanzado
Integración de la tarea	Avanzado
Realización en el tiempo establecido	Experto
Presentación de la tarea terminada	Avanzado
Uso de la tecnología	
Familiaridad con el equipo	Experto
Interpretación de los resultados obtenidos con la tecnología.	Experto
Actitud ante posibles errores	Experto
Actitud	
Confianza ante el uso de la tecnología.	Experto
Trabajo en equipo.	Avanzado
Actitud ante el reto.	Avanzado
Actitud ante las dificultades.	Experto

Tabla 21. Resultados de las rúbricas del equipo 3

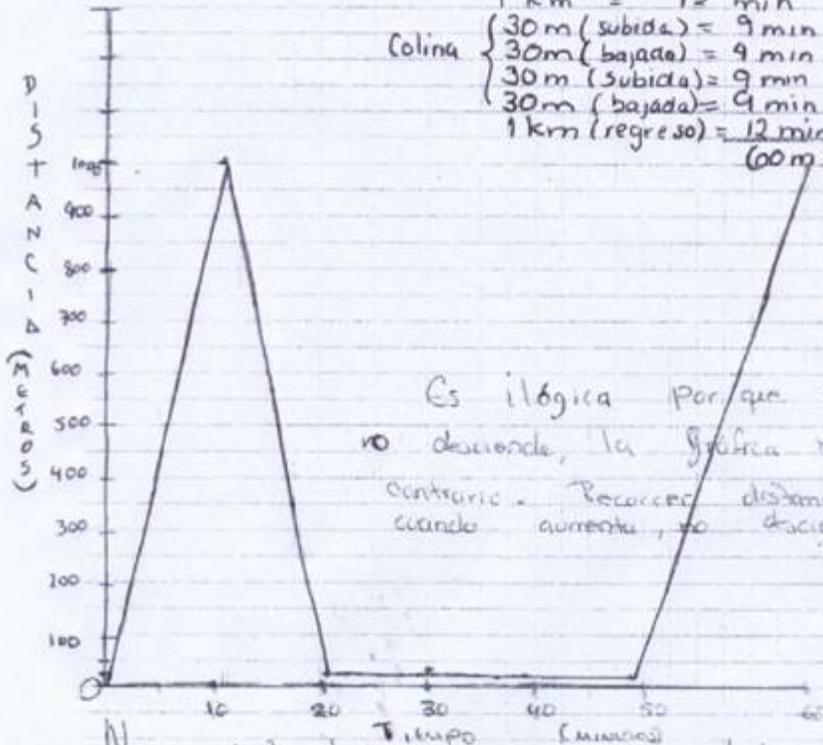
Aunque utilizan los ejes coordenados desde un principio no tienen una buena visión de la gráfica, ni global ni puntual. Debe enriquecerse la lectura de las gráficas con nuevas actividades o con discusiones grupales, las cuáles pueden ser favorables dadas las habilidades que presentaron, como el defender su trabajo frente al grupo. Su trabajo en equipo resultó muy eficiente así como el reporte presentado.

III.3.2.4 Equipo 4

Este equipo tiene una confusión con la pendiente pues los resultado que está obteniendo de las tabla no concuerdan con los que esperaban, mientras esperan que la gráfica muestre como baja la colina al regresar a casa, la gráfica de la distancia recorrida va hacia arriba.

Dividimos 1 hora en tre los lugares que requieren recorrer así:

	1 km = 12 min = minuto 12
Colina	{ 30 m (subida) = 9 min " 21
	{ 30 m (bajada) = 9 min " 30
	{ 30 m (subida) = 9 min " 39
	{ 30 m (bajada) = 9 min " 48
	1 km (regreso) = 12 min " 60
	60 min = 1 hora



Es ilógica porque su recorrido no desciende, la gráfica muestra lo contrario. Recorres distancia, es cuando aumenta, no desciende.

Nos costó trabajo un poco para darle valores a los lugares recorridos, pero al final supusimos que lo hicimos bien.

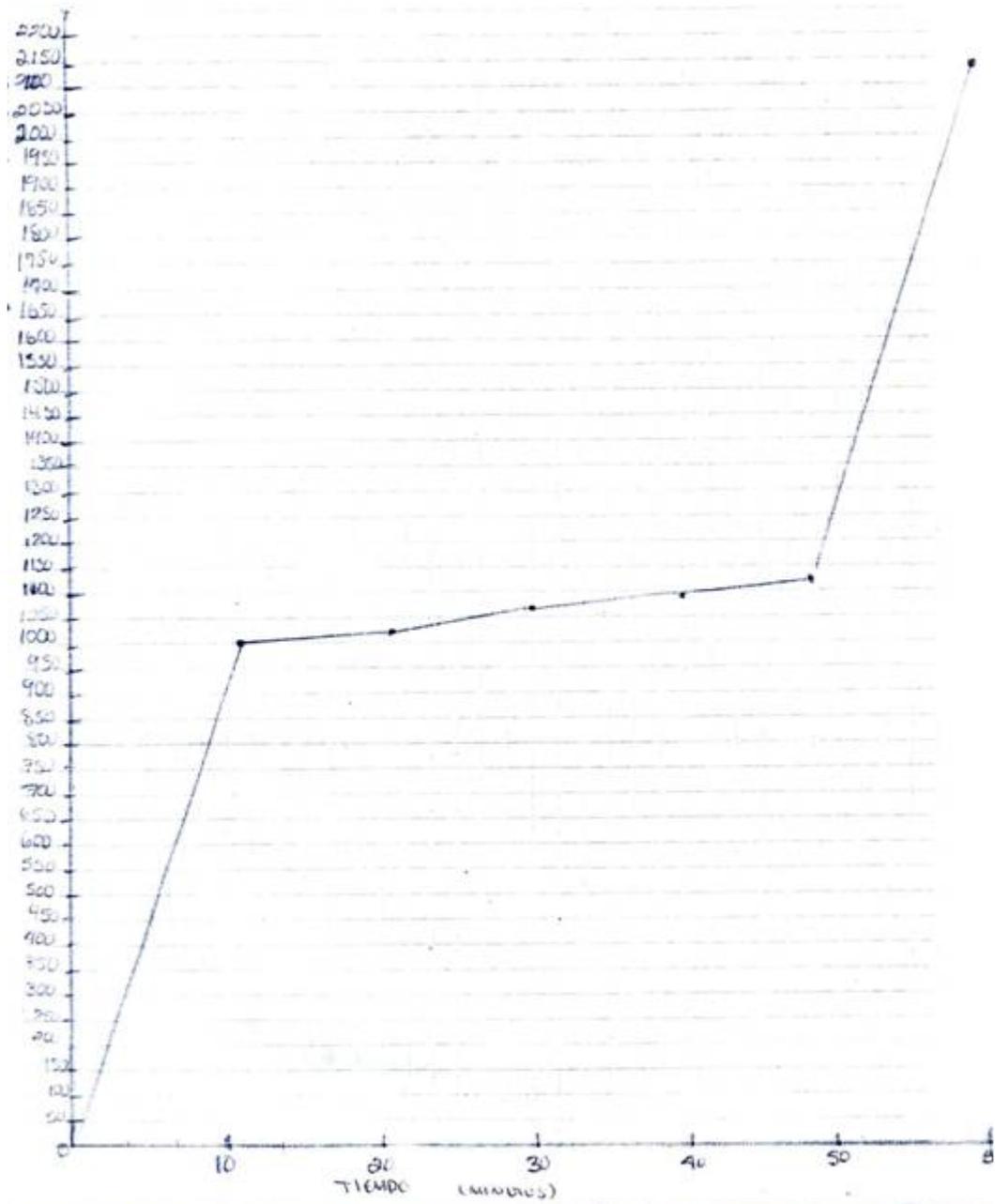


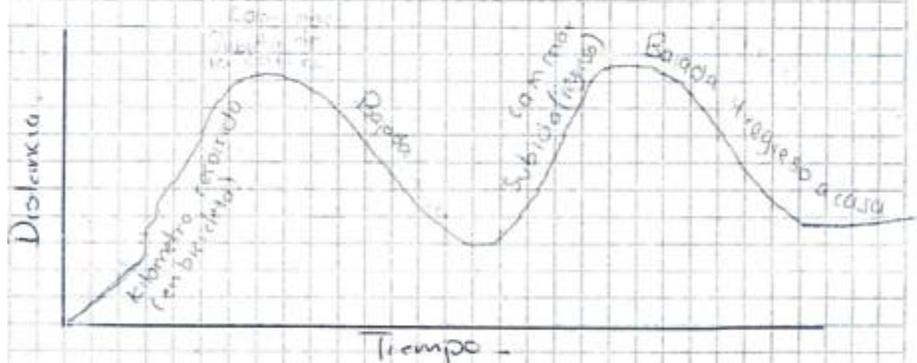
Ilustración 18. Reporte equipo 4. Primera sesión.

LA COLINA (ANDRÉS)

COMENTARIOS

Para representar el recorrido de Andrés en el sensor, debemos:

- 1° Correr: para que en la gráfica represente la distancia plana (Km) que recorrió con la bicicleta.
- 2° Caminar: para simular la subida.
- 3° Correr: Representando la Bajada.
- 4° = Volver a caminar: Simulando, de nuevo, la subida.
- 5° = Correr (otra vez): Para interpretar la otra bajada.
- 6° correr (por último): Para graficar el regreso de Andrés a su casa.



La gráfica quedó de esta forma

La diferencia que surgió entre las dos gráficas es que la otra la realizamos con la distancia recorrida y quedó lineal

Esta la hicimos con la distancia y el tiempo simulando el recorrido en el sensor y quedó curva y lineal

Las dificultades que tuvimos fueron:

- Representar la colina en la gráfica
- El regreso de Andrés a su casa al bajar de la colina

Ilustración 19. Reporte equipo 4. Segunda sesión.

La siguiente es la lista de cotejo correspondiente.

EQUIPO 4		
Representación gráfica		
	Si	No
Hacen dibujos para describir la situación	x	
Este dibujo es: bueno para describir la situación de movimiento	x	
como una “fotografía” de un momento en particular		x
tiene alguna referencia a ejes coordenados	x	
hacen alguna referencia a distancia o tiempo	x	
hacen alguna referencia a la velocidad	x	
Llegan a establecer una gráfica propiamente dicha.	x	
Establece un sistema coordenado	x	
establecen el origen en la salida	x	
establecen el origen en la cima de la colina		x
manejan unidades de medida adecuadas para la distancia y el tiempo	x	
utilizan solo rectas en su gráfica	x	
tienen algún o algunos picos en su gráfica	x	
utilizan sólo curvas en su gráfica		x
tienen claro en la gráfica cuando va de ida y cuando va de regreso	x	
son capaces de señalar cuando va más rápido o más lento	x	
Discuten diferencia y similitudes entre la gráfica inicial y la obtenida por la tecnología.	x	
En caso de que realizaran rectas y vértices en la gráfica original notan la diferencia	x	
dan alguna explicación coherente a esta diferencia	x	
Interpretación de la gráfica		
	Si	No
Es consistente la gráfica obtenida con el sensor con la anterior		x
En caso de que realizaran rectas y vértices en la gráfica original notan la diferencia	x	
dan alguna explicación coherente a esta diferencia	x	
Distinguen los extremos relativos en la gráfica de posición		x
Relacionan estos puntos con la posición más alejada o más cercana		x
Función		
	Si	No
Tratan de establecer alguna expresión algebraica (puede ser solo en un segmento) para la posición.		x
Mencionan en algún momento el concepto de función		x
En caso de que realizaran rectas y vértices en la gráfica original notan la diferencia	x	

dan alguna explicación coherente a esta diferencia	x	
En su gráfica ¿señalan cambios de dirección (ida y regreso)		x
¿señalan cuándo se detiene?		x
¿emplean intervalos?		x
Utilizan tablas	x	
Observan variación	x	
Relación con situaciones similares		
	Si	No
Hacen referencia a alguna otra situación cotidiana similar		x
Hacen referencia a algún otro problema similar		x
Uso de técnicas matemáticas específicas		
	Si	No
Emplean regresión		x
Emplean interpolación		x
Uso de tecnología, interpretación		
	Si	No
Realizan distintos experimentos antes de definir cómo deben moverse	x	
Se conforman con una gráfica medianamente parecida a la suya		x
Uso de tecnología, problemas técnicos		
	Si	No
Están familiarizados con el uso del sensor		x
Es consistente la referencia del sensor con el origen de la gráfica anterior	x	
Realizan el movimiento en línea recta	x	
Presentan problemas para utilizar el sensor		x
Presentan problemas para utilizar la calculadora		x
Comunicación		
	Si	No
Opinan todos sobre el movimiento que debe realizarse	x	
Consideran las ideas de todos en el reporte	x	
Refleja el reporte todo el trabajo realizado	x	
Es claro el reporte	x	
Participan de la discusión grupal	x	
Defienden sus ideas frente al grupo	x	

Tabla 22. Lista de cotejo del equipo 4

Nuevamente resumiremos los resultados de las rúbricas.

Visión de las gráficas	
Visión global de la gráfica	Experto
Visión puntual de la gráfica	Avanzado
Pendiente	Avanzado
Trabajo en equipo	
Organización	Avanzado
Integración de la tarea	Avanzado
Realización en el tiempo establecido	Experto
Presentación de la tarea terminada	Avanzado
Uso de la tecnología	
Familiaridad con el equipo	Experto
Interpretación de los resultados obtenidos con la tecnología.	Avanzado
Actitud ante posibles errores	Experto
Actitud	
Confianza ante el uso de la tecnología.	Experto
Trabajo en equipo.	Avanzado
Actitud ante el reto.	Experto
Actitud ante las dificultades.	Experto

Tabla 23. Resultados de las rúbricas del equipo 4

En el caso particular de este equipo la elaboración del reporte fue especialmente destacada pues muestra como fueron analizando la situación y sacando conclusiones a través de los comentarios que fueron haciendo a cada paso. También es destacada su actitud ante el reto, pues se nota un cuestionamiento en cada paso y decisión que van tomando, comparan a cada momento y buscan explicaciones de las diferencias. Su manejo de las gráficas es bueno, aunque puede mejorarse discutiendo cuestiones como son los puntos extremos.

La inclusión en las herramientas de evaluación de conocimientos adicionales a los planteados en la situación de aprendizaje, como son en este caso la velocidad o interpolación, permiten detectar avances inesperados o conocimientos previos que

pueden aprovecharse en sesiones posteriores. La impresión que se tiene como observadores de la situación de aprendizaje suele ser subjetiva, situación que se puede mejorar con el uso de herramientas como la lista de cotejo.

Ambas situaciones de aprendizaje (SA1 y SA2) presentan los mismos objetos de aprendizaje, trabajados en ambientes similares y con las mismas herramientas tecnológicas. Esta coincidencia nos da como resultado las mismas consideraciones para la evaluación (Pellegrino, et al, 2001/2004).

El modelo considerado en ambos casos está basado en el aprendizaje, con uso de tecnología fungiendo como reorganizadora del aprendizaje, ya que sin ella no se podrían llevar a cabo el enfrentamiento de sus propias conjeturas con los resultados presentados por la calculadora. En ambos casos tenemos los reportes de lo equipos y las observaciones del monitor/profesor como fuentes de información y se plantean las mismas rúbricas como parámetros de clasificación de los aprendizajes logrados. En conclusión, al tener los mismos puntos a considerar la evaluación será en efecto la misma para ambas situaciones de aprendizaje.

Capítulo IV Conclusiones

La tecnología ha modificado visiblemente nuestra vida cotidiana, de la misma manera está modificando el sistema didáctico, este paulatino cambio no siempre es tan visible pero debe ser considerado en la evaluación para que esta sea efectiva. Si los aprendizajes logrados por los estudiantes son diferentes, las evidencias buscadas durante el aprendizaje también deben ser diferentes. Para esto debemos considerar los tres pilares de la evaluación y las modificaciones que la tecnología provoca en cada uno de ellos. El modelo de aprendizaje es diferente pues se ve afectado por la inmersión de la tecnología como un instrumento reorganizador del conocimiento; las fuentes de información se ven modificadas pues se deben incluir herramientas como las pantallas producidas por las calculadoras, de la misma manera que los reportes deben considerar diferentes habilidades a las que se desarrollaban sin usar la tecnología; por último los parámetros con que se compararan los datos obtenidos no pueden ser los mismos. Así una amplia gama de herramientas muestra ampliamente los aprendizajes logrados.

Al realizar el análisis a partir de la información presentada en Torres (2004), podemos observar el trabajo realizado por los estudiantes y inferir de esta manera como debe ser la evaluación a realizarse en escenarios de uso de tecnología con situaciones de aprendizaje innovadoras, aplicándola en una actividad más usual, menos controlada, viendo la utilidad de esta evaluación.

Para Cronbach (1982, citado en Stufflebeam y Shinkfield, 2005) el proceso de evaluación implica recoger y formalizar información, lo cuál queda considerado desde que se analizan las fuentes de registro presentadas por Torres, reducidas en el problema de Andrés los reportes y las observaciones realizadas durante la actividad, mientras que la formalización de la información se da cuando condensamos y organizamos la información a través de las listas de cotejo y las rúbricas.

Es importante el hecho de que la evaluación ayude a los estudiantes en su aprendizaje, como lo destacan Kilpatrick (1995); el NCTM (citado en García 2003); y Pellegrino, et al (2001/2004), para lo cuál resultan especialmente efectivas las rúbricas, pues muestran a los estudiantes el nivel que reflejan en su trabajo así como lo que se requiere para considerarse experto en los puntos evaluados. Otras herramientas de evaluación, como las listas de cotejo o cuestionarios, muestran a los estudiantes los avances observados, así como lo que se podría esperar que se lograra de la actividad o los errores comunes, pero requiere de la retroalimentación o discusión de los puntos logrados con el profesor para dejar claro lo que se espera de ellos. Herramientas como la bitácora COL o el diario favorecen el desarrollo de la metacognición en los estudiantes, apoyando así su aprendizaje.

Los puntos considerados por el Joint Comitee on Standards for Educational Evaluation (1981, citado en Stufflebeam y Shinkfield, 2005) de cómo debe ser la evaluación se retoman del capítulo II en la siguiente tabla, haciendo referencia a la propuesta y a las recomendaciones del presente trabajo:

	<i>en lo referente a:</i>	<i>La propuesta:</i>
ser útil	en la identificación de bondades y defectos	El análisis de los datos recabada a través de la fuentes de información, con herramientas como las listas de cotejo o las rúbricas, permite utilizar estos datos en la toma de decisiones, por parte del maestro o de los alumnos al conocer su nivel de aprovechamiento.
utilizar procedimientos factibles	en tiempo y forma	Aun cuando el desarrollo se realizó en base a un curso extracurricular con todas las particularidades que esto implica, se probó en un escenario similar al que encontramos todos los días en el salón de clases, lo cuál prueba su factibilidad.

	<i>en lo referente a:</i>	<i>La propuesta:</i>
ser ética	respeto a los derechos de las partes implicadas, honradez de los resultados	Al destacar los aciertos en lugar de las fallas, los estudiantes no se sienten agredidos, dándoles fortaleza y puntos de apoyo para seguir adelante en su aprendizaje. Al no estar implicada la calificación, ni los estudiantes ni los profesores tienen ningún interés en alterara los resultados.
exacta	proporcionar conclusiones válidas y fidedignas	En particular, la construcción de la lista de cotejo depende del contexto temático y las habilidades que se buscan en la actividad, por lo que las conclusiones a las que lleguemos estarán basadas en los aprendizajes requeridos, siendo así validas en la toma de decisiones.

*Tabla 24. Retomando, La evaluación debe ser...
según el Joint Comitee on Standards for Educational Evaluation*

De igual forma, cuando Pellegrino et all (2001/2004) plantean que la fuerza de la evaluación está dada por las conexiones que tenga con el proceso de aprendizaje, apoya la hipótesis de la que parte el presente trabajo, cuando se plantea que al cambiar la forma de enseñanza, la evaluación necesita cambiar y adecuarse a las nuevas formas de trabajo, evitando así perder las conexiones y volverse ajena al proceso Así los tres propósitos de la evaluación planteados se atienden de la siguiente manera:

Apoyar el aprendizaje	Resultan especialmente efectivas las rúbricas, pues muestran a los estudiantes el nivel que reflejan en su trabajo así como lo que se requiere para considerarse experto en los puntos evaluados. Otras herramientas de evaluación, como las listas de cotejo o cuestionarios, muestran a los estudiantes los avances observados, así como lo que se podría esperar que se lograra de la actividad o errores comunes, pero requiere de la retroalimentación o discusión de los puntos logrados con el profesor para dejar bien claro lo que se espera de ellos. Herramientas como la bitácora col o el diario favorecen el desarrollo de la metacognición
Medir el alcance individual	Aún cuando el trabajo es desarrollado en equipo, los estudiantes reconocen fácilmente en las herramientas de evaluación las aportaciones personales. El profesor reconoce el trabajo individual a través del abanico de herramientas de evaluación, desde los reporte en equipo hasta las bitácoras individuales.
Evaluar los programas	Al ser la evaluación acorde a los procesos de enseñanza refleja efectivamente los alcances logrados por los procesos de aprendizaje diferentes a los usuales, permitiendo una evaluación efectiva y no distorsionada por la falta de vinculación que se da entre una evaluación tradicional y los procesos de enseñanza innovadores.

Tabla 25. Propósitos de la evaluación

En cuanto a los tres puntos que marcan Pellegrino et all (2001/2004) a considerar en la evaluación, es necesario remarcar:

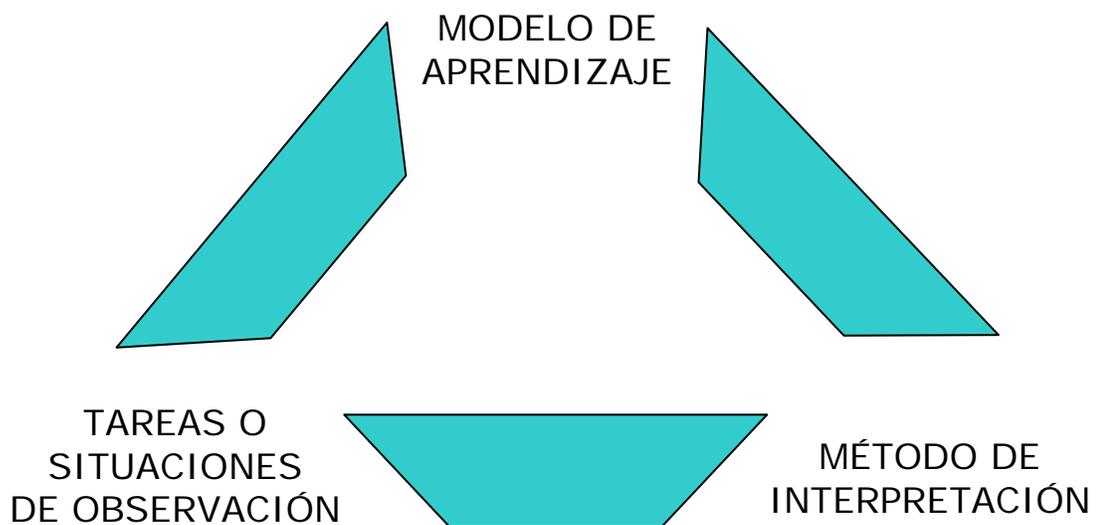


Ilustración 20. Pilares de la evaluación

El modelo con el que se busca el aprendizaje de los estudiantes, en particular con estas situaciones de aprendizaje, es con uso de tecnología y basado en el aprendizaje, por medio de exploraciones donde los estudiantes deben ir construyendo su propio aprendizaje al enfrentar sus inferencias sobre las gráficas con las de sus compañeros o con las logradas con el sensor de movimiento y la calculadora graficadora.

La situación de aprendizaje de modelación del movimiento (SA1) utilizada en la recopilación de datos proporciona la información de los reportes elaborados por los estudiantes y las observaciones hechas durante las discusiones y exposiciones.

Y los parámetros contra los que se está comparando se observan en las rúbricas, al mostrar que se espera de los estudiantes en los distintos niveles, como aprendiz, avanzado o experto; así como en la clasificación de las preguntas de la lista de cotejo.

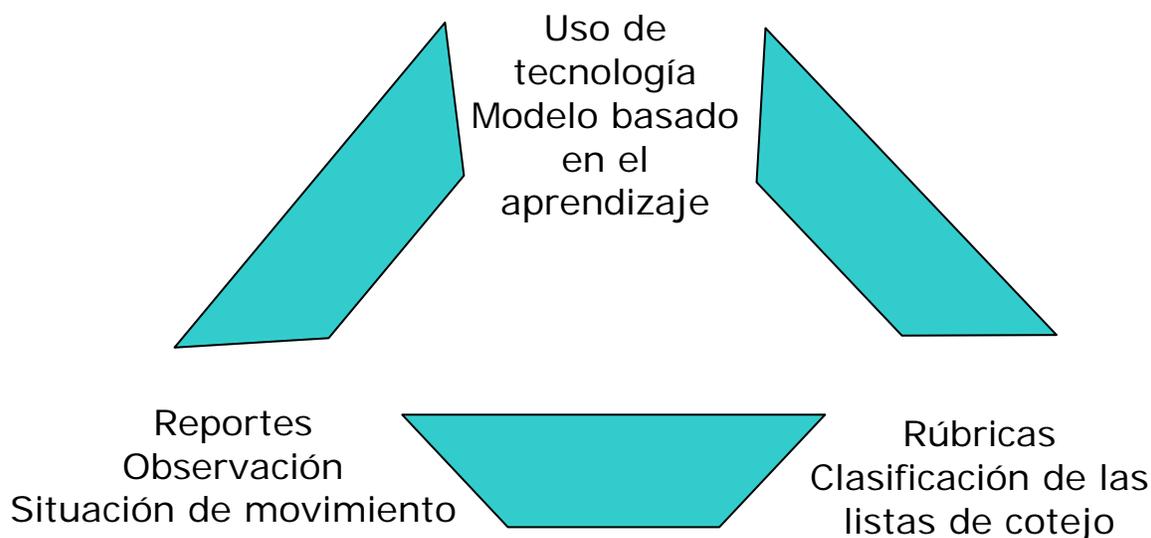


Ilustración 21. Pilares de la evaluación. Propuesta.

Es importante hacer un análisis específico de las rúbricas por la cantidad de información que proveen. Por un lado, si revisamos los renglones considerados, nos muestran los criterios a considerar en el aprendizaje a evaluar, viendo en cada entrada los estándares que clasifican en experto, avanzado o aprendiz, en cada rubro o criterio. Mientras que al revisar las columnas podemos ver, en forma global los requisitos que debe cumplir el estudiante para considerarse experto, en este aprendizaje, así como avanzado o solo aprendiz.

Por ejemplo, en el caso de la tabla 11, observamos la visión, local o global, que han logrado los estudiantes de las gráficas. En este caso el estudiante puede ver que los criterios a considerar para esta habilidad son la visión global de la gráfica, la visión puntual, la percepción de la pendiente y la relación existente entre la gráfica de posición y de velocidad. Revisando el rubro específico en el que se sintió inseguro, por ejemplo la pendiente, puede ver por que se le clasificó como aprendiz y cuales son las características que debe cubrir para que se le considere experto en este rubro en particular. En cambio si lee la tabla por columnas puede ver cuál es la situación en general que se requiere para considerarse experto en esta habilidad, todos los criterios a considerarse y ver, en general, cuales son sus puntos fuertes y sus debilidades a atender.

ESTÁNDARES CRITERIOS	EXPERTO	AVANZADO	APRENDÍZ
Visión global de la gráfica	Reconocen que no todos los trazos son rectos, pero además identifican en que casos se tienen rectas o cuando estas son horizontales.	Al trabajar con el sensor reconocen por que no todos los trazos son rectos.	Logran hacer una gráfica correspondiente a los cambios de posición.
Visión puntual de la gráfica	Distinguen e interpretan los intervalos entre, rápido, más rápido, lento o más lento; así como los extremos relativos.	Distinguen e interpretan los intervalos entre rápido, más rápido, lento o más lento	Identifica pequeños intervalos donde cambia de dirección o velocidad.
Pendiente	Relacionan pendiente con velocidad, encontrando sentido a la pendiente negativa como cambio de dirección.	Relaciona pendiente con velocidad, (independiente del nombre que le dé)	No identifica la pendiente.
Relación gráfica de posición y de velocidad.	Identifica los extremos relativos de la gráfica de posición con las raíces de la gráfica de velocidad.	Relaciona el signo de la velocidad con la pendiente de la posición.	No relaciona ambas gráficas.

Tabla 11. Rúbrica para visión de las gráficas

Por otra parte es necesario recordar que para la evaluación efectiva se debe considerar una amplia variedad de herramientas según lo recomendado por Schmelkes (2003) y por el NCTM (2000b), que permitan recopilar evidencias igualmente variadas, logrando abarcar aprendizaje tanto de conceptos, como de habilidades y actitudes.

La evaluación que se plantea depende de los reportes hechos por los estudiantes, por lo que también es conveniente recomendar que estos deben estar habituados al uso de este tipo de herramientas, insistir en la inclusión de comentarios y en no eliminar los procesos equívocos, para que los reportes logren reflejar todo el trabajo realizado, y no se queden solo con las habituales respuestas sin comentarios e incluso en algunas ocasiones sin procesos.

Por la forma en que están elaboradas las listas de cotejo, debemos recordar que las respuestas afirmativas no corresponden necesariamente a aciertos, por lo que no se deben contar como en los ejercicios tradicionales, donde el número de aciertos entre total de preguntas corresponde a calificación. En análisis de las respuesta agrupadas según su referencia nos dará la información que permita

sacar conclusiones referentes a los aprendizajes. Para esto la clasificación como se presenta en la secciones III.2.1, III.2.2 y III.2.3 nos permite ver como se agrupan con la finalidad de concluir los avances logrados por los estudiantes.

Cabe destacar que la evaluación presentada en este trabajo (capítulo anterior) no es única, solamente se presenta como una muestra donde se están tomando en cuenta las consideraciones hechas durante el presente trabajo, por lo que tiene que ser vista desde esta perspectiva y no necesariamente debe ser tomada en forma literal como forma de evaluación.

El alumno juega un papel fundamental al ser el protagonista del aprendizaje, en situaciones basadas en el aprendizaje, es él quien realiza las actividades propuestas, es él el responsable de su propio aprendizaje; es él quien trabaja directamente con la tecnología. Los conocimientos matemáticos en juego son re-organizados al entrar la tecnología como instrumento, según lo planteado por Moreno (2002). Por otro lado el papel del profesor también se modifica desde la planeación, estas actividades y la inmersión de la tecnología como se plantea en situaciones de aprendizaje como SA1 y SA2, no le permiten ser más el expositor con un grupo de oyentes que le atienden, como se discutió en el capítulo III de este trabajo la planeación de las sesiones y las actividades que conforman las situaciones de aprendizaje es modificada por le inmersión de la tecnología.

Al evaluar en un sistema didáctico que ha sido modificado por la inmersión de la tecnología, el papel de cada elemento ante la evaluación es necesariamente diferente. La evaluación propuesta en este trabajo es diferente a la que encontramos comúnmente en las aulas, el papel de los estudiantes es mucho mas activo, deben aprender a reflejar lo que han aprendido, así como el profesor debe aprender a ver el conocimiento implícito.

Al iniciar la presente investigación la pregunta planteada fue: ¿Cómo debe evaluarse el aprendizaje obtenido en un escenario tecnológico de modelación? La respuesta no puede plantearse como una propuesta concreta, la exploración

bibliográfica muestra que la evaluación no es única, dejando como conclusión una serie de observaciones planteadas a continuación.

- La evaluación debe estar inmersa en las situaciones mismas de aprendizaje, desde la planeación y sin ser un momento aparte.
- La evolución debe ser lo más variada posible, al considerar una gama amplia de herramientas puede evaluarse efectivamente, tanto conceptos, como habilidades y actitudes.
- El evaluador debe leer entre líneas, buscando los conocimientos implicados, para lo que el uso efectivo de herramientas permite el orden y la objetividad.
- El evaluado debe aprender a mostrar sus aprendizajes, para lo que las habilidades de comunicación, tanto escritas como verbales se vuelven primordiales.

Cada uno de estos puntos requiere mayor estudio, por lo que se pueden plantear como investigaciones futuras. Otras consideraciones para estudios relacionados van dirigidas al uso de herramientas específicas; cada una de las herramientas presentadas en el capítulo II de este trabajo, merece un estudio bibliográfico y experimental sobre su uso en situaciones de aprendizaje diferentes.

El presente trabajo espera, ante todo, servir de reflexión en un momento crucial en que la tecnología entra a las aulas, deben tomarse medidas serias para que su inmersión contribuya a mejorar el aprendizaje de los estudiantes y la evaluación, como emisión de juicios con la finalidad de mejorar el sistema, dará la pauta para ello.

Referencias Bibliográficas

Aguayo, L.M., (2003) *La investigación sobre el nivel medio superior*. En A. López (Coord.), *Saberes científicos, humanísticos y tecnológicos: procesos de enseñanza y aprendizaje*. La Investigación Educativa en México 1992-2002. Vol. 7. (221-274) México: COMIE.

AIM-NMS-IPN, (2000); *Plan General de Trabajo de la Academia Institucional de Matemáticas del Nivel Medio Superior del Instituto Politécnico Nacional*. Instituto Politécnico Nacional; México.

AIM-NMS-IPN (2004, 14 de junio) Foro sobre la modelación en los cursos de Matemáticas [Foro de discusión]. Obtenido el 22 de junio 2007 del sitio web de la RIIEEME.

<http://www.comunidades.ipn.mx/riieeme/DesktopDefault.aspx?TabIndex=0&TabID=1&CommandID=2>

AIM-NMS-IPN (2004-2005). Portal de la Academia Institucional de Matemáticas del Nivel Medio Superior del Instituto Politécnico nacional. <http://www.comunidades.ipn.mx/AIM>

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

Artigue, M. (1995). Ingeniería didáctica. En Gómez, P. (Ed.), *Ingeniería didáctica en educación matemática*. (pp. 33-59). Santafé de Bogotá, Colombia: Grupo Editorial Iberoamérica.

Artigue, M. (2007, julio) *Tecnología y enseñanza de las matemáticas: el desarrollo de una aproximación instrumental*. Conferencia Magistral presentada en el CIAEM, Querétaro, México.

Camarena G., P. (2003) *La investigación sobre el nivel superior*. En A. López (Coord.), *Saberes científicos, humanísticos y tecnológicos: procesos de enseñanza y aprendizaje*. La Investigación Educativa en México 1992-2002. Vol. 7. (pp. 275-337) México: COMIE.

Chevallard, Y; Bosch, M; Gasco J (1997). *Estudiar Matemáticas. El eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje*. España: ICE-Horsori..

Cordero., F. (2001). La distinción entre construcciones del cálculo. Una epistemología a través de la actividad humana. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 4(2), 103-128. México.

Flores S. y Gómez R. A. (2007); *El problema de la evaluación*. Material para el curso *Planeación didáctica para el curso de Matemáticas II*. Enero 2007. CCH. UNAM. México.

García, S. (2003); La evaluación del aprendizaje matemático. *Agenda Académica*, Volumen 10. No. 1. Año 2003. pp. 29-40

Garza V. E. (1994); La evaluación educativa. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, Vol. 9, num. 23, pp. 807-816.

Gómez R., A; Matus R., N.; Sevilla A., M.C. (2003); *¿Cambia la evaluación?* En el II Coloquio sobre la Enseñanza en el Bachillerato. VII Coloquio sobre la Enseñanza de las Ciencias.

IPN (2002a). *Programa de estudios Álgebra*. AIM-NMS-IPN. México: IPN

IPN (2002b). *Un Nuevo Modelo Educativo para el IPN. Propuesta*. Documento trabajo Versión 15. México: IPN.

IPN (2003a). *Geometría y Trigonometría. Libro para el estudiante*. México. IPN. Obtenido el 19 de junio 2007, del sitio web de la Red de Investigación e Innovación en Educación Estadística y Matemática Educativa. <http://www.comunidades.ipn.mx/riieeme/DesktopDefault.aspx?tabindex=2&tabid=6>

IPN (2003b). *Geometría y Trigonometría. Libro para el profesor*. México. IPN. Obtenido el 19 de junio 2007, del sitio web de la Red de Investigación e Innovación en Educación Estadística y Matemática Educativa. <http://www.comunidades.ipn.mx/riieeme/DesktopDefault.aspx?tabindex=2&tabid=6>

IPN (2004a). *Álgebra. Libro para el estudiante*. México. IPN. Obtenido el 19 de junio 2007, del sitio web de la Red de Investigación e Innovación en Educación Estadística y Matemática Educativa. <http://www.comunidades.ipn.mx/riieeme/DesktopDefault.aspx?tabindex=2&tabid=6>

IPN (2004b). *Álgebra. Libro para el profesor*. México. IPN. Obtenido el 19 de junio 2007, del sitio web de la Red de Investigación e Innovación en Educación Estadística y Matemática Educativa. <http://www.comunidades.ipn.mx/riieeme/DesktopDefault.aspx?tabindex=2&tabid=6>

IPN (2005a). *Geometría Analítica. Libro del Estudiante*. México. IPN. Obtenido el 19 de junio 2007, del sitio web de la Red de Investigación e Innovación en Educación Estadística y Matemática Educativa. <http://www.comunidades.ipn.mx/riieeme/DesktopDefault.aspx?tabindex=2&tabid=6>

IPN (2005b). *Geometría Analítica. Libro del Profesor*. México. IPN. Obtenido el 19 de junio 2007, del sitio web de la Red de Investigación e Innovación en Educación Estadística y Matemática Educativa. <http://www.comunidades.ipn.mx/riieeme/DesktopDefault.aspx?tabindex=2&tabid=6>

IPN (2005c); *La evaluación de los aprendizajes*. Departamento de desarrollo curricular, Dirección de Educación Media Superior (DEMS), IPN. México

IPN (2006a). *Modelo de Innovación Educativa*. Documento del Centro de Formación e Innovación Educativa (CFIE-IPN). Obtenido el 18 de junio de 2007, del sitio web de dicho Centro <http://www.cfie.ipn.mx/documentos/modeloInnovacion.pdf>

IPN (2006b). *Programa de estudios correspondiente a la asignatura: Álgebra*. Elaborado por la AIM-NMS-IPN. IPN. México.

Pellegrino, Chudowsky y Glaser (2004) Editores. *Knowing what students know: The science and design of educational assessment*. Resumen ejecutivo traducido por: Tito Nelson Oviedo A. Obtenido el 4 de julio de 2007 del sitio web de Eduteka <http://www.eduteka.org/EvaluacionNAP.php>

Kilpatrick, J; Gómez, P; Rico, L (1995); *Educación matemática. Errores y dificultades de los estudiantes. Resolución de problemas. Evaluación. Historia*. Grupo Editorial Iberoamérica. México.

Kuhn, T. (2004) *La estructura de las revoluciones científicas*. (8ª edición) traducción 1971; Fondo de Cultura Económica. México.

Laborde, C. (2001); Integration of technology in the design of geometry tasks with cabri-geometry. *International Journal of Computers for Mathematical Learning* (pp 283-317).

López, B; Hinojosa, K; (2003); *Nuevos desarrollos en la evaluación del aprendizaje*. En *Evaluación del Aprendizaje*. (pp 65-137) México: Editorial Trillas.

Marquès G., Pere, (1999, actualizado en julio 2004); *La investigación en tecnología educativa* Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación; Universidad Autónoma de Barcelona. Obtenido el 18 de junio de 2007, del sitio web de la Universidad <http://dewey.uab.es/pmarques/uabinvte.htm>

Moreno A., L. (2002); instrumentos matemáticos computacionales; Cognición y computación: el caso de la geometría y la visualización; Calculadoras algebraicas y aprendizaje de las matemáticas. En *Incorporación de Nuevas Tecnologías al Currículo de Matemáticas de la Educación Media de Colombia*.(pp 81-98)

NCTM (2000a). *Table of Standards and Expectations*. Obtenido el 21 de junio 2007 del sitio web del NCTM <http://standards.nctm.org/document/appendix/numb.htm#TOP>

NCTM (2000b), *Principles and Standards for the School Mathematics*, Reston, VA.

Pellegrino, J. (2004); *Knowing What Students Know: The Science and Design of Educational Assessment*. En Pellegrino, J; Chudowsky, N; Glaser, R. (eds.) Editorial de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos.

Ramírez S., M.; Torres G., J.L., Suárez T., L. y Ortega C., P. (2006). *Vínculos entre la investigación y la práctica en la matemática escolar del IPN: El Seminario Repensar las Matemáticas, una innovación en la formación docente*. Extenso publicado en las Memorias de Virtual Educa 2006. Bilbao, España 2006. Obtenido el 22 de junio de 2007 del sitio web del congreso. <http://somi.cinstrum.unam.mx/virtualeduca2006/pdf/110-MRS.pdf>

Ramírez, M.E.; Torres, J.L.; Suárez, L. y Ortega, P. (2007). La profesionalización docente en matemáticas: trabajo de una red académica. *Revista Electrónica de Nuevas Modalidades Educativas*, No. 2. [Publicación en línea]. <http://www.dinme.ipn.mx:8080/dinme/renme/revista.htm>

RIIEEME (2007). Portal de la Red de Investigación e Innovación en Estadística Educativa y Matemática Educativa. <http://www.comunidades.ipn.mx/RIIEEME>

Romano, S; Torres Guerrero, JL; AIM-NMS-IPN (2005), La elaboración de paquetes didácticos para los cursos de matemáticas. *Artículo Gaceta CECyT 11*. México: IPN.

Schmelkes, S., (2003); *Evaluation Workshop. The value of mixed Method Approaches to Educational Evaluation*; Departamento de Psicología Educativa de la Universidad de Illinois, E.U.A.

SEP (2006). *Que es la Educación Basada en Competencias*. Obtenido el 21 de junio de 2007 del sitio web de la Secretaría de Ecuación Pública http://www.competencias.sep.gob.mx/sinoedb/?Mlval=Proforhcom_queesebc.html.

Servín, C., Suárez T., L., Téllez, J., Contreras, B., Torres G., J.L., Romano, S., Ramírez S., M.E. y Ortega C., P. (2005). Avances del proyecto de investigación

'Uso de los Resultados de la Investigación en Educación Matemática para el Mejoramiento de la Práctica Docente'. *Memoria de Virtual Educa*. México, D.F. 2005. Obtenido el 22 de junio de 2007 del sitio web del congreso. <http://somi.cinstrum.unam.mx/virtualeduca2005/indexorden.php>

Stufflebeam, D. L.; Shinkfield, A. J., (2005); *Evaluación sistemática. Guía teórica y práctica*. Temas de educación Paidós. España.

Suárez T., L. (2000); *El trabajo en equipo y la elaboración de reportes en un ambiente de resolución de problemas*. Tesis de Maestría no publicada. DME-CINVESTAV. IPN. México.

Suárez T., L. (2006); *El uso de las gráficas en la modelación del cambio. Un estudio socioepistemológico*. Memoria predoctoral no publicada. DME-CINVESTAV. IPN. México.

Suárez T., L., Ortega C., P., Servin, C., Téllez, J. y Torres G., J.L. (2005). Paquetes Didácticos de Matemáticas: Integración de la investigación y la innovación tecnológica. *Memoria de Virtual Educa*. México, D.F. 2005. Obtenido el 22 de junio 2007 en la página del congreso. http://somi.cinstrum.unam.mx/virtualeduca2005/resumenes/2005-03-31456Matematicas_VirtualEduca.doc

Torres B., A. (2004); *La modelación y las gráficas en situaciones de movimiento con tecnología*. Tesis de Maestría no publicada. CICATA. IPN. México

Torres G., J. L. (1997), *Métodos cuantitativos en una experiencia de Resolución de Problemas*. Tesis de Maestría no publicada. DME- CINVESTAV. IPN. México.

Vita

Nació en la Ciudad de México el 28 de noviembre de 1970.

Estudió Actuarial en la Facultad de Ciencias de la UNAM.

Actualmente es profesora del CECyT No. 13 “Ricardo Flores Magón” del IPN
y del CCH Sur de la UNAM