

371.1007
ISI
92



000120

INSTITUTO PARA LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA Y DESARROLLO PEDAGÓGICO (IDEP)

INFORME ACADÉMICO FINAL

PROYECTO: *Innovaciones pedagógicas para los laboratorios de física y ciencias naturales, orientadas a la educación media vocacional colombiana a través de la informática educativa.*

INSTITUCIÓN: INSTITUTO PEDAGÓGICO NACIONAL (IPN)

CONTRATO: 088 DE 2000/246 de 2000

El presente informe académico dirigido a docentes e investigadores da cuenta de todas las fases de desarrollo de la innovación y aportes significativos de la misma orientados a **mejorar los ambientes y prácticas de enseñanza de los docentes de ciencias, apoyadas con laboratorios por computador, hiper guías actualizables de laboratorio y los aprendizajes de los alumnos**

Equipo Innovador Institución Escolar: "Plamen Neichev Nechev"
Edgar Manolo Benavides Flores (Q.E.P.D)
Analida Atalagracia Hernandez Pichardo
Ivan Darrio Urrea Ospina*
Fabio Wilches Quintana
Cesar Mondragón Martínez
Luis Vallardo Zanabria **

Por el IDEP: Aurelio Usón Jaeger

Bogotá, Septiembre de 2002

* Se retiró del proyecto por renunciar en forma definitiva a la institución
** No participó en el desarrollo del proyecto y no fue incluido inicialmente

Inv. IDEP
94

05/04/08

000357

CONTENIDO

Introducción

Planteamientos teóricos

Las prácticas de laboratorio en el contexto del currículo colombiano dirigido a la educación media vocacional

El constructivismo y la educación en ciencias naturales

La estrategia de resolución de problemas orientada a las clases de laboratorio de física y ciencias naturales

La lúdica en los laboratorios de física y ciencias naturales

Los mapas conceptuales y la programación gráfica

Las competencias en física y ciencias naturales desde el punto de vista de las clases de laboratorio

Las competencias en ciencias en Colombia

Indicadores y logros

Modelo pedagógico de la innovación

Modo de trabajo empleado

Objetivos y resultados esperados

Actividades ejecutadas y dificultades encontradas

Conclusiones

BIBLIOGRAFIA

ANEXO I

ANEXO II

ANEXO III

ANEXO IV

Introducción

En las condiciones actuales de Colombia, uno de los grandes retos para la educación en física, continua siendo adecuar en forma suficiente el laboratorio escolar, donde se pueda iniciar y sea viable una enseñanza estrechamente ligada al experimento. Sin embargo, es de dominio común, que nuestro sistema educativo, a nivel de secundaria, no dispone de los medios indispensables para sortear semejantes obstáculos. Las mismas dificultades, quizá en grado menor, se presentan en relación con los laboratorios de química y biología. Por tal motivo, se hace necesario pensar sobre nuevas propuestas tendientes a dar soluciones a este problema y que permitan elevar la calidad de la educación en ciencias naturales ampliando la cobertura a aquellos estudiantes con limitadas posibilidades económicas de acceder a un laboratorio tradicional. En contrapeso y como una alternativa, se propone la iniciativa que incluye la utilización del existente parque de sistemas en los colegios distritales, porque las estadísticas muestran que en nuestros centros educativos la mejor dotación es de tecnología de cómputo, si se le compara con cualquier otro referente a los laboratorios de ciencias, y en particular con la de física.

A partir de una interfaces estándar, consistente en los hardware y software proporcionados por el kit básico educativo de NATIONAL INSTRUMENTS, se plantea un modelo alternativo para educar al alumno en el diseño, ejecución y análisis de los datos obtenidos durante un laboratorio y, de igual manera, presentar los resultados finales de la experiencia, también mediante el computador. Este informe contiene los planteamientos teóricos de la innovación en forma detallada así como los resultados finales del proyecto obtenidos hasta la fecha; los cuales aunque los consideramos productos significativos no serán los últimos, puesto que, al ser aplicado el computador como herramienta de medición, se vislumbra el inicio de una nueva metodología, cuyo desarrollo debe continuar. Por tal razón, se presentan tanto las bases curriculares de la innovación, como las posturas pedagógicas que fueran tomadas en calidad de nuestro marco de referencia. Hemos intentado también de describir los logros, evaluarlos mediante indicadores y concebir en general las indagaciones en el aula de clase en términos de competencias, guiándonos por los documentos de nivel nacional o distrital. Un aporte significativo y muy coherente con las ideas básicas de la innovación consiste en la propuesta de crear un nuevo software específico llamado hiper guía actualizable de laboratorio el cual, usado en conjunto con ciertos mapas conceptuales permite la construcción del propio conocimiento del alumno por parte de éste. Se espera que la

propuesta sea beneficiosa, en primera instancia, para los estratos bajos y medios, aunque las ventajas de la innovación se sentirán también dentro de los estratos altos.

Planteamientos teóricos

Las prácticas de laboratorio en el contexto del currículo colombiano dirigido a la educación media vocacional

Es de dominio común que en Colombia no existe el currículo "rígido", así como lo entiende la mayoría de los otros países. En cambio, el Ministerio de Educación Nacional ha proporcionado algunos lineamientos curriculares¹, los cuales permiten suficiente libertad de ajuste para cualquier colegio en particular. Cabe anotar, que en el presente cada institución educativa con base en estos lineamientos, y de acuerdo a su Proyecto Educativo Institucional (PEI), construye una propuesta de currículo y el sistema de evaluación de los logros respectivos que lo apoyaría en el proceso posterior de desarrollo.

De acuerdo a lo anterior, al plantearse la innovación, se optó básicamente por los referentes teóricos² formulados por el Servicio Nacional de Pruebas (SNP) del ICFES, que se elaboraron por los respectivos profesionales de esta institución, teniéndose en cuenta los Lineamientos Curriculares del MEN para las Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Desde luego, existen otros documentos relacionados con el desarrollo de la teoría y práctica curricular en Colombia. Algunos aspectos se pueden ver revisando la bibliografía^{3,4,5,6}. Sin embargo, cualquier diferencia existente no cambia sustancialmente lo planteado en relación con nuestro proyecto debido al hecho de que, la propuesta fue y continua siendo, de corte constructivista, permitiendo así todos los ajustes necesarios requeridos por las nuevas tendencias en la educación. Por otra parte, vislumbrándose a esta altura una nueva metodología de diseño, organización y ejecución de laboratorios (por computador), hay que resaltar su independencia de las tareas específicas por realizar, en el sentido de que, el denominador común es la didáctica y no los procedimientos específicos. Por ende, los referentes presentados mas adelante para el área de física y química no contemplan evacuar todas las practicas de física, química y biología susceptibles de ser ofrecidas a nuestros alumnos de la secundaria, sino crean una estructura imprescindible, donde se encuentra un entramado para llegar a ciertas situaciones problema de evidente solución experimental las cuales son consideradas como fundamentales. El resultado sería la creación no sólo de ciertos procedimientos generales para la realización de prácticas de laboratorio sino, la necesidad de considerar algunas competencias muy específicas para el trabajo durante las clases de laboratorio.

En las conclusiones se hace un intento para identificar tales competencias, cuya existencia solo era una sospecha al iniciarse nuestro trabajo.

Para nosotros es bastante evidente que todos los cambios que se pretenden hacer mediante esta innovación son de carácter urgente y deben ser atendidos de acuerdo con los resultados de las diferentes pruebas censales realizadas últimamente tanto a nivel nacional, como a nivel distrital^{7,8}; no es ningún secreto el hecho de que, nuestras fallas son más en el ámbito de la enseñanza de las así llamadas “ciencias experimentales” y no durante las clases de humanística. Extremando raciocinio, sería interesante anotar que algunas pruebas censales internacionales, como por ejemplo TIMSS⁹, contienen problemas prácticos, es decir, planteados para ser solucionados en un laboratorio; sin embargo, ninguna prueba nacional o regional contempla tal posibilidad aunque sea exigida la descripción de la solución experimental.

A continuación, mediante de un plegable y en forma concisa y esquemática se presentan los Lineamientos Curriculares del MEN para las Ciencias Naturales y Educación Ambiental¹, lo que al desarrollo de los diferentes cursos de física respecta¹:

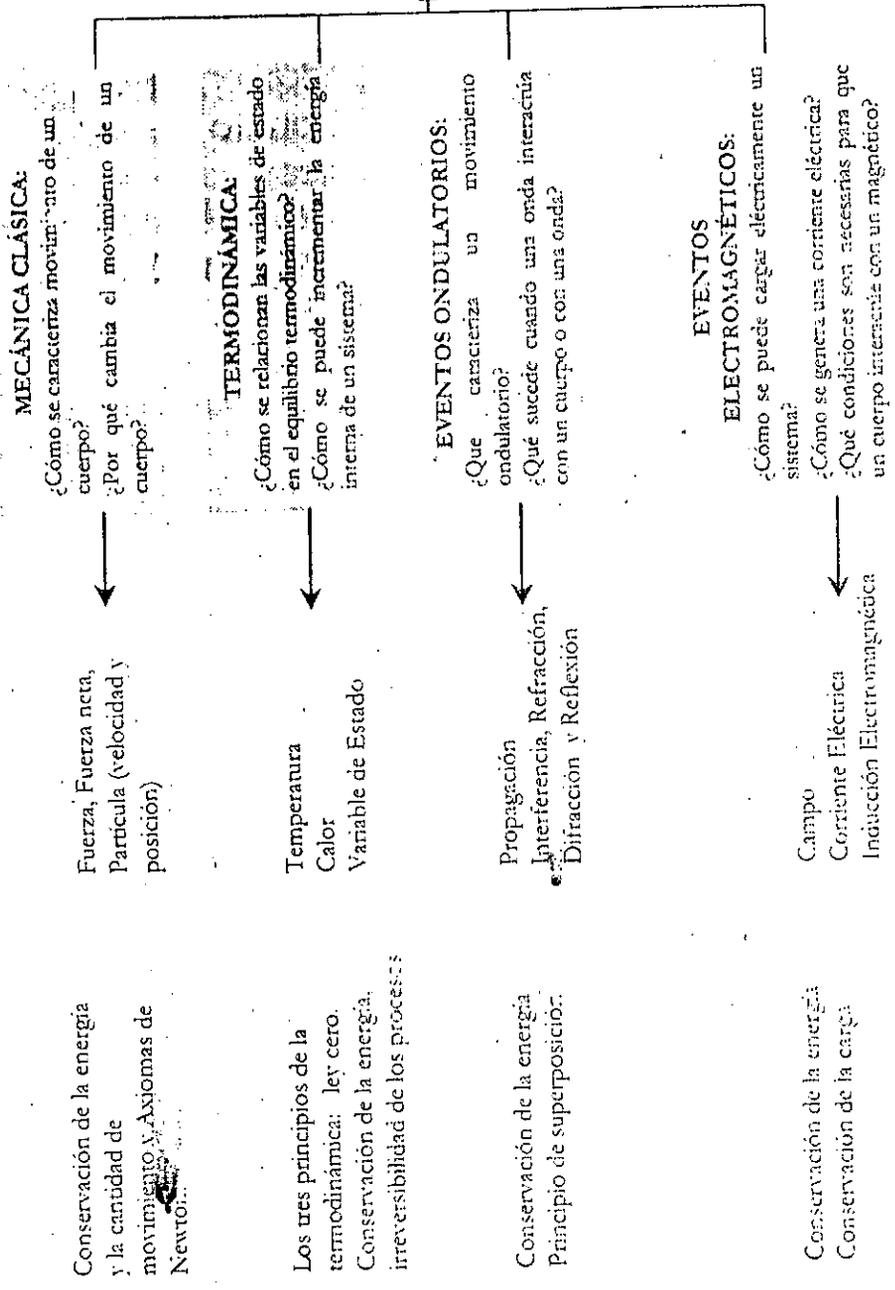
¹ El proyecto no incluye los nuevos estándares de calidad del MEN, puesto que aparecieron apenas en mayo de 2002.

PREGUNTAS PARA EL ANÁLISIS DE UNA SITUACIÓN EN FÍSICA

REFERENTES TEÓRICOS: PROBLEMAS GLOBALES

CONCEPTOS FUNDAMENTALES

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES



ESTADO: *Cúales son las características que permiten describir el sistema en un instante determinado, respecto a un marco de referencia.*

INTERACCIONES: *¿Cómo y con qué interactúa un sistema y qué interacciones se dan al interior del sistema? Interacción observador - sistema (medición).*

DINÁMICA: *¿Como es la evolución espacio-temporal de las magnitudes que describen el estado físico del sistema (posibles estados, transiciones entre estados y regularidades)?*

DIAGRAMA N.º 1

Como se puede apreciar, hay una ruptura completa con el currículo temático clásico; no existen los temas, los subtemas ni los párrafos, etc. Lo que sí hay que tener en cuenta son algunos fenómenos físicos; alrededor de éstos encontramos los principios fundamentales que los explican, los conceptos básicos que los describen y las preguntas indispensables a las cuales todos y cada uno de los alumnos deben llegar y contestar según la situación considerada. Por tal motivo, para el trabajo experimental en el aula se vuelve importante entender bien las magnitudes relacionadas con los conceptos básicos, las leyes (comprendidas como formulaciones más cuantitativas que cualitativas) correspondientes a los principios fundamentales y lo más relevante y significativo – llegar a hacer preguntas bien seleccionadas y muy apropiadas para la formulación de situaciones problema, cuya solución se debe encontrar mediante el trabajo en el laboratorio.

Desde luego, un trabajo de tal envergadura no es nada fácil, ni tiene una respuesta simplista y a corto plazo. Mas bien, siempre hemos planteado el anterior desempeño como un proceso y así mismo como una tarea de investigación educativa. En consecuencia, nuestra propuesta encaja perfectamente dentro del contexto de los lineamientos del MEN al ser aplicados al trabajo de laboratorio inherente a las clases de ciencias naturales. Creemos que, al ser identificado un problema de la vida real y al ser solucionado con base en los principios y las leyes de la física (léase la química y la biología también) y con la ayuda de los conceptos aprendidos, el estudiante de media vocacional no solamente profundiza en éstos, sino adquiere cierto grado de competencias que no son expresables en volumen de información. La conocida frase del famoso científico Premio Nóbel de física Richard Feinman lo dice todo: “La Educación es lo que se queda dentro de nosotros después de habernos olvidado de todo lo que hemos aprendido en la Universidad” (nos gustaría agregar en el colegio).

Entonces, el dilema pedagógico es ¿cómo plantear situaciones problemas suficientemente buenos como para desarrollar algunas competencias básicas de trabajos prácticos de laboratorio bajo los lineamientos del MEN y las directrices del PEI respectivo? Pues, la respuesta se buscó en brindar la oportunidad al maestro (y también al estudiante) para que éstos en forma conjunta y colaborativa logren en las condiciones específicas del colegio (de enfoque “clásico”, instituto técnico, institución rural, etc.) encontrar una serie de situaciones problema pertinentes a su plan de estudio e interesantes para educadores y educandos. Es obvio, que nuestra experiencia, planeada para el Instituto Pedagógico Nacional, e implementada allá, no debería trasladarse sin un análisis previo y crítico a otras instituciones, aunque también dedicadas a formar a los alumnos dentro del marco de la media vocacional colombiana. Por tal motivo, para nosotros los aportes significativos consisten en los resultados de las experiencias positivas que tendrían validez general, es decir, su alcance es en cierto modo independiente tanto del tipo del colegio como del estrato a que pertenezca. Por otra parte, dar oportunidad de elección al educando de ninguna manera se identifica con dejar las riendas sueltas. Existe una diferencia sutil pero infranqueable entre el libertinaje malentendido y la sana “libertad” académica.

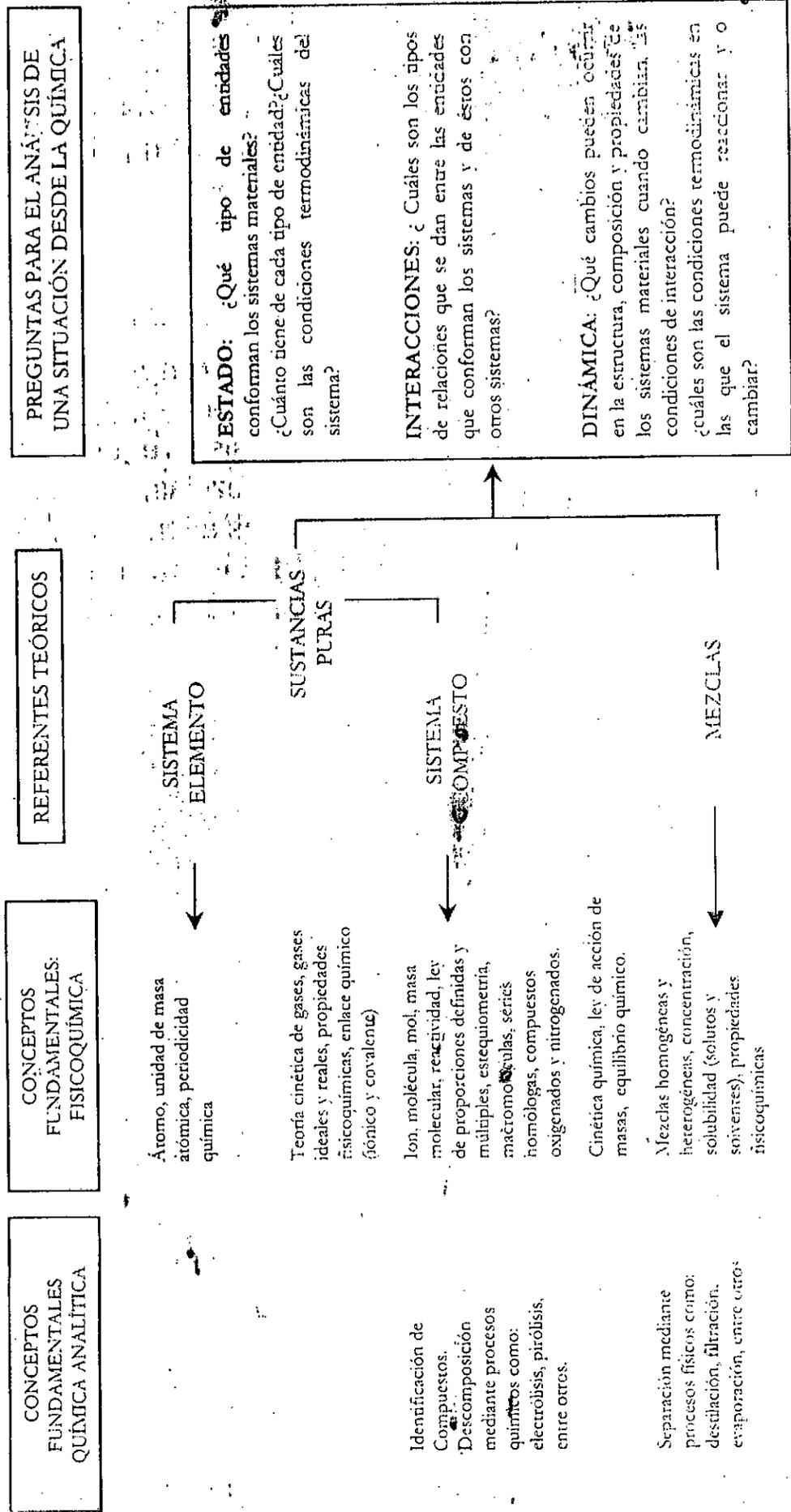
Por consiguiente, la innovación se planteó completamente dentro del currículo establecido por las directivas académicas del IPN para los grados décimo y undécimo y

la realización de ésta a veces transcurría en algunos de los horarios habituales de clases. No obstante, para incentivar la creatividad estudiantil y así ayudar en la búsqueda e identificación de nuevos problemas se decidió que los laboratorios por computador apoyarían la participación del colegio en la Corferia de ciencias en forma permanente.

La situación curricular, lo que al desarrollo de los diferentes cursos de química respecta, es similar a la de la física; a continuación, el segundo plegable presentan en forma concisa y esquemática los lineamientosⁱⁱ:

ⁱⁱ Vea la pie de página anterior

Referentes Teóricos de la Química para la Evaluación



Una lectura y comparación más detalladas de los esquemas curriculares nos convence que las reflexiones hechas respecto de las prioridades en las clases de laboratorio de física son aplicables sin mayores cambios a las prácticas de química.

El caso de biología es más específico puesto que, en la secundaria colombiana los conocimientos básicos de esta asignatura se adquieren en una etapa más temprana; en otras palabras, el parangón entre lo que se estudia dentro de los cursos de física y química programados para la media vocacional colombiana y el respectivo curso de biología muestra que los conceptos básicos de la última asignatura suelen ser vistos más bien en el contexto de la educación en ciencias naturales, mientras que, tanto la física como la química arrancan de un nivel (relativamente) más bajo durante los últimos dos años de instrucción. Lo mismo lo muestra la comparación entre los pensums colombiano en biología y los de otros países (por lo menos a nivel latinoamericano).

El caso específico del IPN consiste en un curso de biotecnología, cuyo programa aparece en el Anexo 1., de donde es fácil apreciar que, dicha asignatura tiene un carácter netamente experimental (en el sentido positivo de la palabra). Por diferentes razones explicadas más adelante, los alumnos del grupo piloto se seleccionaron entre los participantes al mencionado curso.

Por consiguiente, la temática dentro de la cual se deberían aplicar los diseños de los laboratorios de física, a través del software y hardware seleccionados para tal fin, debería quedar sujeta a los cuadros y consideraciones anteriores, a saber:

- En la mecánica se propusieron mediciones de fuerzas, distancias y tiempos;
- En la termodinámica – mediciones de temperatura y calor;
- Respecto de las ondas, se contempló la medición de frecuencias y (bajo unas circunstancias óptimas) el uso del efecto Doppler;
- Para la parte conocida como electromagnetismo, obviamente se optó por la medición de voltajes, amperajes, potencias de corrientes, etc.

Lo que a las clases de química respecta, después de consultar el esquema anterior de los lineamientos del MEN, se puede apreciar que la única nueva magnitud que requiere medición directa es la pH. El accesorio respectivo (el “tubo”), en combinación con las demás facilidades enumeradas, nos permitiría alcanzar el diseño, la programación y la ejecución de una gran variedad de laboratorios no solamente en química y física, sino en general en ciencias (dentro de las temáticas sugeridas por los cuadros ya presentados y las experiencias de las pruebas censales, sin menospreciar el PEI del IPN).

Las anteriores exigencias y consideraciones, después de haber sido analizadas por nosotros, y habiéndose tenido en cuenta una revisión exhaustiva de los mercados existentes, nos llevó a la acertada conclusión de optar por la compra e implementación

del software LabVIEW y el correspondiente hardware, consistente en varias tarjetas AT-MIO-16E-10; ambos son productos de la empresa tejana NATIONAL INSTRUMENTS, cuyo objetivo comercial es pertrechar en primer lugar la industria y las investigaciones de punta. La propuesta basada en tal decisión fue aprobada por el IDEP – nuestro auspiciador – y consecutivamente monitoreada por los interventores del proyecto. Una revisión del Anexo 2, muestra la plena coherencia de las determinaciones tomadas con el PEI del colegio.

El constructivismo y la educación en ciencias naturales

En un principio nos adherimos a la corriente constructivista en la enseñanza de la física y las ciencias naturales, estando convencidos de que ésta es más beneficiosa para el alumno que el conductivismo tradicional, el cual muy a menudo es observado en las aulas de clase de nuestra media vocacional y desafortunadamente, casi siempre durante las prácticas de laboratorio. Aunque la última afirmación pudiera resultar algo molesta para la mayoría de los docentes en ejercicio, nos atrevimos a concluir que las mencionadas pruebas censales la demuestran completamente. Debido a que, el presente espacio no es el más apropiado para una discusión sobre el tema, podemos sugerir a que se haga un intento a subsanar la falta de competencias (escolares) con un desarrollo creativo en las clases de laboratorio.

Creemos también en la existencia de un consenso generalizado de que el constructivismo ha sido una de las propuestas educativas más revolucionarias a lo largo de la historia de la educación, ya que pone al estudiante como el pilar central dentro del proceso educativo y en consecuencia, considera la educación en sí misma, más como una “negociación conceptual” entre el maestro y el estudiante, que como una imposición unilateral de los conocimientos del primero sobre “la inocencia” del segundo. Sin embargo, hay que reconocer (aún subrayar), que este proceso de “negociación” es algo coordinado, puesto que el alumno, por lo menos a nivel de secundaria o media vocacional, en realidad no inventa por sus propios medios la ciencia como tal.

Entonces, ante las afirmaciones en cuestión, surgen varias preguntas: ¿de qué manera se puede conocer lo que el alumno “sabe” o lo que ya ha elaborado?, ¿cómo facilitar al estudiante una exposición coherente y nutrida por sus ideas? y ¿cómo permitir que el educando verifique y modifique sus propias ideas con base en debates científicamente justificables y experiencias realmente significativas? Dichas inquietudes no son de ninguna manera nuevas y los pedagogos desde los años setenta han sido enfrentados a tales problemas. Una de las respuestas, que a lo largo de las décadas se viene fomentando por los investigadores, y la que para nuestros fines surge como la más viable, fue hecha por Josef Novak¹⁴ mediante el desarrollo de una propuesta, consistente en la utilización de los mapas conceptuales para alcanzar un aprendizaje significativo y la cual se desarrolla más adelante en un contexto específico dentro del respectivo párrafo del presente informe.

Por otra parte, no existe una respuesta definitiva a la pregunta fundamental hecha por todos los educadores “constructivistas” ¿cómo se debe construir el conocimiento? Desde luego, se puede ir aun más lejos preguntándonos ¿qué significa la palabra “conocimiento”? Semejante iniciativa inevitablemente nos llevaría al dilema cardinal de cualquier discurso filosófico: ¿es conocible el Universo o no? y en forma equivalente ¿qué es primario, la materia o la conciencia? Respecto de esto existen varias (dos cuanto menos) y diversas posturas entre si. En realidad, preferiríamos considerar tales posturas

como objeto principal de estudio por parte de filósofos y epistemólogos y, en vez de sugerir respuestas, vamos a buscar posibles estrategias para facilitar el camino hacia unos procesos de aprendizaje en el laboratorio, las cuales se pueden dar solamente cuando el estudiante por sus propios méritos, es decir, haciendo hipótesis, diseñando experiencias y verificando respuestas, logra construir su propio conocimiento.

La estrategia de resolución de problemas orientada a las clases de laboratorio de física y ciencias naturales

Nuestra innovación se basa en la experiencia y los resultados de dos de las líneas más relevantes de investigación pedagógica, a saber: en primer lugar, la innovación corresponde a la estrategia de resolución de problemas, una sub corriente pedagógica que ha tenido amplísima aceptación por parte de la comunidad científica dedicada a los procesos (referentes a la enseñanza y aprendizaje) observados durante todas las etapas de educación en ciencias; por otra parte, con el fin de alcanzar un aprendizaje eficiente y a la par con los nuevos métodos informáticos, nuestro trabajo está influido por un fuerte componente de la lúdica en la enseñanza de las ciencias; se supone pues que, el proceso enseñanza – aprendizaje se desarrolla en forma óptima cumpliendo ciento por ciento con sus objetivos, siempre y cuando éste termine divertido para los estudiantes. En consecuencia, hemos roto con el tradicional pensamiento que lo divertido, léase también lo interesante para el alumno, siempre se debe evitar en aras (sic) del aprendizaje serio.

Si creemos que la manera más natural para abordar las cuestiones de un aprendizaje no repetitivo, consiste en la estrategia de resolución de problemas, debemos reflexionar primero sobre las diferentes tendencias que resaltan dentro de esta estrategia. La resolución de problemas como área de investigación, nació alrededor de las matemáticas y de allí se ha extendido al campo de las ciencias naturales; su evolución incluye entre otros desarrollos el análisis comparativo entre “expertos y novatos”, el uso de algoritmos y su resolución a manera de pequeñas investigaciones¹⁰, etc.

Hoy, de una u otra manera, la resolución de problemas se ha vuelto una línea de investigación suficientemente respetable, con muchas publicaciones interesantes y una serie de trabajos fructíferos y, en el presente, nadie duda que abordar problemas para aprender es una actividad sin un futuro promisorio. Entonces, una de las estrategias claves en la enseñanza de las ciencias, particularmente en física y en química, debería serlo también la resolución de problemas; pero qué paradoja, todo profesor en ciencias, muy a menudo experimenta las grandes dificultades que tienen los alumnos para resolver con éxito problemas de lápiz y papel; en muchos casos, la carencia de habilidades para dar con la solución de un ejercicio es una causa marcada de mortalidad académica (incluyendo los resultados de las diferentes pruebas censales^{7,8}). Lo que respecta a resolución de problemas experimentales, se puede esperar que el panorama es aun más desalentador debido a la habitual carencia de equipos y, en consecuencia, a la falta de experiencia válida, obtenida durante las clases de laboratorio realizadas en condiciones apropiadas.

Sin embargo, en la actualidad y desde otra perspectiva (países desarrollados y cursos avanzados de física, química y biología), así como bajo diferentes concepciones teóricas, la resolución de problemas es un campo fértil de trabajo, al cual se ha incorporado la solución de problemas prácticos da laboratorio a través de miniproyectos¹⁰. Dentro de

este contexto nuestra innovación está relacionada con la búsqueda de alternativas, que permitan emplear la resolución de problemas tanto de lápiz y papel, pero primordialmente de laboratorio y así estamos empeñados a rescatar, para dicha estrategia, la calidad de ser un verdadero instrumento para el desarrollo del pensamiento y la creatividad del alumno, en lugar de dedicarnos como maestros a simples aplicaciones de formulismos matemáticos o procedimientos algorítmicos mecánicos.

En nuestros intentos pedagógicos propendemos por el establecimiento de un modelo de resolución de pequeños problemas de investigación, donde se integren coherentemente los principios epistemológicos de ciencia (desde el punto de vista de la lógica interna de ésta), los logros de la psicología cognitiva (orientados a la lúdica en el aula de clases de ciencias) y la investigación en la enseñanza de las ciencias.

En consecuencia, consideramos que el punto de partida de una práctica de laboratorio consiste en el ofrecimiento de ciertas tareas presentadas como situaciones relativamente novedosas para los alumnos y sin indicaciones directas como resolverlas. Sin embargo, con el fin de que estos actúen de manera coherente y científica, se acude a sus competencias ya adquiridas durante las clases anteriores. La ayuda pues, no consiste tanto en una información como hacer lo requerido sino, como utilizar las habilidades en formación del estudiante para llegar a una respuesta correcta y muchas veces no la única. Como vamos a cerciorarnos mas adelante, tal postura nos lleva a una construcción de los diferentes conceptos mediante un proceso de negociación con el estudiante, que permite romper con el tradicional esquema del alumno ignorante y el profesor sabelotodo. Por consiguiente, la meta final es hacer al estudiante más competente y no llenarlo de prescripciones sobre la forma de proceder en un laboratorio para que al final se vuelva un autómatas o robot programable que ejecute diferentes tareas de laboratorio.

Otros aspectos particulares de la estrategia de resolución de problemas hacen relación a la forma como los alumnos perciben un problema y sus correlaciones con el grado de dificultad que encuentren para resolverlo; qué tipo de análisis utilizan los estudiantes para interpretar y resolver la tarea; de qué manera la formulación y presentación de ésta influyen en el desempeño del alumno; qué efectos produce el uso de terminología desconocida o de información irrelevante en la formulación del problema sobre el éxito o fracaso en la búsqueda de soluciones por parte de los estudiantes. No se pretende que la lista sea completa ni se quieren exagerar ciertas posturas en contrapeso de otras, pero sí, se encontraron indicios de que, al abordar en forma apropiada las mencionadas inquietudes existe considerable esperanza de tenerse un buen comienzo.

Respecto de los pormenores de los enumerados aspectos de la estrategia de resolución de problemas, es importante desglosar que nos guiamos por lo siguiente:

- La formulación de un enunciado es algo muy importante desde el punto de vista psicológico y afecta mucho el comportamiento de los estudiantes hacia el proceso de aprendizaje de las ciencias. De entrada, eso es lo que el alumno ve primero. Desde luego, el hecho de conocerse el problema por parte del alumno tiene diferentes implicaciones: puede ser algo de poco significado, si encuentra el problema durante el trabajo por fuera del aula; y es entendible que tenga un

fuerte impacto cuando de un examen o laboratorio contra reloj se trata. Nuestra visión es que por medio de la lúdica siempre se puede llegar a un primer contacto agradable, hasta divertido, donde, los estudiantes a veces ni se percaten del alto grado de dificultad del problema. Lo último crea una actitud positiva y en suma – productiva.

- Es a penas lógico, que el camino elegido a seguir requiere un análisis bastante serio, antes de hacer el intento de trabajar en el laboratorio; en este caso el montaje mecánico del equipo, según un bosquejo dejado por el profesor o encontrado en un libro, así como las operaciones manuales de medición no serían lo más importante (por no calificarlos lesivos). Hay que hacer un análisis antes de trabajar y éste se debe dar en el contexto de lo ya aprendido y según el grado de competencias ya adquiridas. En la innovación se parte de las facilidades que nos proporcionan el uso de los mapas conceptuales, los cuales permiten crear el ambiente apropiado para que los estudiantes logren reforzar sus competencias durante el análisis de las respectivas situaciones problema. Luego, lo que ahora se vuelve importante es el análisis del problema y (siempre y cuando sea viable) el tratamiento de errores experimentales; lo anterior, en contraposición con las habilidades manuales que fomenta la tradicional ejecución de laboratorios durante las clases de ciencia en la media vocacional colombiana.

- Desde siempre se ha considerado que la buena formulación de un problema es la mitad de su solución. Ahora bien, si tal postura resalta la crucial importancia de una formulación correcta de los problemas, también es posible que sea mal interpretada, ya que a veces, semejantes propósitos conllevan a un enunciado sumamente artificial y encasillante, donde el principal mérito del estudiante sería reemplazar sin errores ciertos números y efectuar las operaciones aritméticas correspondientes, o seguir un algoritmo rígido durante las clases de laboratorio en ciencias. Es evidente, que la anterior actitud transforma la idea de plantear un problema en el simple acto de ofrecer un ejercicio (como los que abundan en el fin de los capítulos de casi cualquier texto). Desde esta perspectiva, nuestro punto de vista ha sido: primero, buscar situaciones problema y no ejercicios que aburren gracias al hecho que a menudo el estudiante no tiene la menor idea de dónde provienen y qué tienen que ver con la vida real; y segundo, plantearlas en términos comprensibles dentro del contexto de la respectiva ciencia, fácilmente traducibles en el lenguaje de la informática. Como una respuesta concreta a tales inquietudes se seleccionó un software que permita escribir los programas a través de símbolos gráficos. Es el lenguaje gráfico LabVIEW, diseñado por la empresa NATIONAL INSTRUMENTS.

- A primera vista, el uso de una terminología desconocida para el estudiante es contraproducente. Sin embargo, una situación problema, a diferencia de un ejercicio tradicional escolar, es algo que se extrae de la vida real y como resultado casi siempre contiene aspectos desconocidos o nuevos, sobre la realidad que nos rodea. Se puede afirmar, que ésta es la otra manera de obtener información en contraste con el memorizar en forma repetitiva; lo que implica, que nuestros planteamientos de los problemas no se parecerían mucho a un

enunciado tradicional. Luego, el enunciado de una situación problema permite la utilización de términos desconocidos, para que, en el contexto del problema, una parte de éstos pueda ser desechada, pero la mayor parte resultaría la información indispensable y sutilmente proporcionada al estudiante, para la resolución de la situación. En general, lo útil para dar con la solución del problema y lo marginal, son asuntos para ser resueltos por el alumno con ayuda del profesor y es algo a través de lo cual se negocian los diferentes conceptos y procedimientos para enriquecerlos con significado.

La lúdica en los laboratorios de física y ciencias naturales

Como se menciona en el párrafo anterior, lo que queremos rescatar de la psicología cognitiva es la lúdica en el aula de clase, particularmente en el laboratorio de ciencias. Si reflexionamos en forma más detenida y nos fijamos bien en el mundo que nos rodea, vemos que, a lo largo de la vida, el hombre se encuentra en una búsqueda continua de todo aquello que le produce sensaciones y emociones agradables. Para ello, crea y recrea su mundo, inventa sus propias reglas, las acomoda y cambia dependiendo de lo que él considere sea más estimulante. Pero ese “crear su propio mundo”, no es abstraerse del que le rodea, sino acomodarlo a sus necesidades; es el proceso de negociar con la realidad, de tal forma que el individuo se convierte en parte de ésta, no un elemento ajeno a ella. Todas estas experiencias agradables para el hombre constituyen las actividades lúdicas de expansión de lo simbólico y lo imaginativo, donde el juego es sólo una de sus manifestaciones¹¹.

Por consiguiente, el desarrollo lúdico es muy importante en la vida del ser humano. Según Syria Poletty¹² “...no hay actividad humana que no nazca del impulso lúdico, no hay técnica que no se elabore gracias al juego de la habilidad manual, no hay genio que no haya iniciado sus experiencias en sus juegos infantiles”. Y pensamos que él tiene toda la razón. En realidad, en el niño las actividades lúdicas, y más exactamente el juego, le brindan oportunidades para incluirse en la sociedad: primero reconociéndose a sí mismo, luego identificando el mundo en que se encuentra y por último, quizás, la gente que lo rodea. Bruner¹³ ha encontrado que “cuando los niños piensan que están jugando y a su vez están interesados en la solución de problemas manipulativos, son más rápidos y hábiles en conseguir la meta”. Así, el juego le permite al niño adquirir alguna información y desarrollar habilidades encaminadas al buen desenvolvimiento en una determinada actividad.

Ahora bien, el juego hace parte del niño, pero cuando entra a la etapa de escolarización se le exige que lo abandone para enfrentarse a un lugar desconocido y lleno de reglas. Con ello, la escuela limita la obra de la imaginación del niño y la posibilidad de desarrollar una habilidad psicomotriz adecuada. Por otro lado, para el adulto el adquirir responsabilidades lo lleva a la renuncia de muchas actividades placenteras, haciéndolo limitar el espacio de trabajo o desempeño profesional de lo lúdico a voluntad y a aceptar tal actitud como reflejo de su madurez. Por tal motivo, en muchas ocasiones, el trabajo y la escuela se encuentran en oposición al desarrollo lúdico, obligando al hombre a actuar bajo normas impuestas (que no se pueden negociar so pena de ser castigado por sus profesores, jefes o la sociedad) y a cumplir tareas poco emocionantes para él. En consecuencia, la eficiencia de las actividades desarrolladas tiende a disminuir llegándose a veces a extremos drásticos.

Afortunadamente, según las nuevas tendencias en educación, las actividades lúdicas deben incluirse en el trabajo de aula como agentes posibilitadores y potenciadores del

desarrollo de habilidades y, además, como una irremplazable herramienta para capturar, enfocar y sostener el interés del estudiante. Sin embargo, aquí ha de hacerse especial referencia a las *actividades lúdicas didácticas*, las cuales deben gozar de una adecuada planeación y selección de acuerdo a los intereses de los alumnos, para que no terminen siendo meramente actividades recreativas (muy bienvenidas y necesarias, pero no tangibles a los procesos de aprendizaje). A partir de semejantes reflexiones no se quiere presentar una postura conductivista disfrazada, sino ofrecer una nueva metodología, donde, el estudiante a través de actividades placenteras y más apropiadas, específicamente cuando de trabajos en el laboratorio de ciencias se trata, pueda construir un cuerpo coherente de conocimientos, que en un futuro le permitan desenvolverse con éxito en otros contextos – tanto de actividades laborales como de investigaciones científicas. Vemos pues, que es bastante lógico esgrimir nuevas herramientas desde el punto de vista teórico y abstracto, así como hacerlas funcionar en el plano práctico de nuestras actividades educativas cotidianas.

De acuerdo a lo planteado, el juego surge como una herramienta que potencia no sólo el aprendizaje significativo, sino el desarrollo de actitudes y valores en los educandos, obteniéndose así un desarrollo integral. La anterior alternativa de desenvolvimiento consiste en procesos sutilmente orientados por profesores expertos, donde, el alumno ya no es un receptor pasivo sino un constructor de su propio conocimiento. Además, nunca se debe olvidar la oportunidad de estimular a los alumnos, ya que en el juego el estudiante tiene un ambiente de libertad y de imaginación que propicia también el desarrollo de su creatividad.

Por otra parte, es de dominio común que en los últimos años las actividades lúdicas han entrado, por caminos no relacionados con la ciencia, también en el campo de la informática. Con la aparición de Windows y de muchos otros plataformas o programas fáciles de usar y con una presentación amable para el usuario, se ha llevado el computador a los hogares, las escuelas y hasta a los lugares más remotos; haciendo de éste no sólo un equipo indispensable de trabajo, sino también una posibilidad de aprendizaje y entretenimiento. Ahora bien, si queremos aprovechar dichas oportunidades en los laboratorios de ciencia, debemos inventar el software específico apropiado para tal labor, puesto que, gracias al carácter original de la innovación, no es posible encontrarlo en el mercado informático. El nuevo software fue denominado hiper guía actualizable de laboratorio o en forma abreviada hgal. Claro está, un desarrollo de semejante envergadura es una tarea nada fácil y, por supuesto, requiere mucho más tiempo de experimentación durante las clases de laboratorio, así como de confrontación de los resultados obtenidos en el aula con las posturas teóricas y expectativas anteriores de la innovación.

Para que este discurso no parezca un elogio apasionado y por fuera del contexto, conviene aterrizar nuestras ideas, haciendo unas reflexiones finales respecto de la lúdica y los computadores. Desde la retrospectiva del presente, podemos estar seguros que, uno de los elementos que más ha contribuido en la transformación de los trabajos relacionados con el uso de computadores, ha sido la incorporación de nuevos dispositivos de entrada y salida de información (la interfaces gráfica); para quienes hemos vivido los acontecimientos de épocas recientes, el cambio ha sido “tremendo”: el

oficio de los analistas en sistemas se convirtió de una labor compleja y predestinada únicamente para expertos, en una actividad agradable para casi cualquier persona. En particular, la aparición del *ratón*, cuya pertinencia y hasta nombre en un comienzo fueron muy controvertidos (porque se pensaba que haciendo el manejo de los programas más divertido, se perderían muchas horas de trabajo productivas que los usuarios dedicarían a jugar¹³ y no a trabajar), más adelante mostraron ser un avance significativo, porque gracias a esta sensación lúdica, los empleados se habían familiarizado mucho más con los programas, era menor su estrés y el trabajo se hizo más rápido y efectivo.

Luego, extremando raciocinios, nuestra innovación persigue también una meta parecida a los procesos de cambio (en la computación) que se dieron en los años setenta y ochenta: transformar el trabajo en el laboratorio de física, química o biología en algo amigable y divertido, mostrando la ardua labor del científico a la luz, y como continuación, de la lúdica cotidiana, ayudando así a la construcción del conocimiento en la escuela media vocacional de acuerdo con las metas que nos plantea el nuevo siglo.

Los mapas conceptuales y la programación gráfica

En el contexto general de la innovación, la idea inicial era considerar y utilizar los mapas como un “instrumento para representar las tramas conceptuales o proposicionales” con el fin de proporcionar una ayuda (a los estudiantes no muy expertos en el manejo del computador), basada en facilidades adecuadas para la manipulación de un lenguaje gráfico. Sin embargo, a lo largo del desarrollo del proyecto nos convencimos de la afirmación de Novak¹⁴ de que, “construir mapas conceptuales,..., nos provee “aprender a aprender”; en el sentido que, aun bajo circunstancias específicas como el intento a explicar mejor el lenguaje LabVIEW, la ganancia final de los mapas conceptuales siempre va mas allá de lo esperado.

Es así, como para nosotros, dentro de la metodología constructivista, el mapa conceptual cobró una especial relevancia, porque refleja la organización jerárquica de nociones científicas que realiza (o debe realizar) cada estudiante en el proceso del aprendizaje; además, la reelaboración de los mapas permite visualizar los cambios conceptuales, que a través del tiempo, la percepción y la asimilación de nuevas ideas, se provocan en los estudiantes y, como afirman R. Pérez y R. Gallego¹⁵, sirve de herramienta para la “confrontación y el análisis de las formas de pensar entre los alumnos; entre los alumnos y el profesor; y entre el grupo y la información proporcionada”. En este sentido, las facilidades que provee la técnica de los mapas conceptuales para un aprendizaje constructivista (consideradas desde la perspectiva de las necesidades de la programación gráfica y gracias a ciertas analogías entre ésta y el método de los mapas conceptuales), se pueden plasmar en los ambientes informáticos específicos, los cuales sirven como base en el desarrollo del trabajo experimental en el laboratorio de física y de las ciencias naturales (desde luego, al ser usado el computador en calidad de herramienta principal durante las actividades prácticas).

La elaboración de mapas conceptuales permite que el estudiante llegue a tener conciencia de su propio proceso cognitivo o metacognición como bien afirma A. Ontoria¹⁶ en el libro *Mapas Conceptuales*. El desarrollo de tales actividades durante la realización de laboratorios por computador (así hemos llamado todo el proceso consistente en: el diseño de la experiencia, la elaboración del programa en términos de un lenguaje G, es decir, del instrumento virtual, la puesta en marcha de éste y el análisis de una tarea de laboratorio) es muy importante, ya que no sólo posibilita la síntesis de los datos observados y el análisis cualitativo completo de la solución del problema; sino que permite al maestro conocer la forma como sus estudiantes interpretaron el fenómeno y aún más, le proporcionan la base adecuada para que comience a negociar los significados de las concepciones involucradas en dichos laboratorios. En consecuencia, como “los conceptos son”, según Novak¹⁴ “las imágenes mentales que provocan en nosotros las palabras o signos” (vea también Ontoria, Ballesteros, Cuevas, Giraldo, Martín, Molina, Rodríguez y Velez¹⁶, 1996), está claro que un concepto (es decir, los objetos y procesos involucrados en éste), puede(n) ser plasmado(s) por medio de dibujos

y, por ello, se puede establecer una estrecha relación entre los mapas conceptuales y el lenguaje gráfico de programación LabVIEW (o el lenguaje G como a veces se le llama).

La noción del mapa conceptual, hasta donde nuestro equipo ha podido indagar, aparece primero en los trabajos de Novak y Gowin a mediados de los años ochenta¹⁴. Casi de inmediato, como consecuencia de una rápida aceptación, surgen propuestas y desarrollos tanto en las distintas áreas del conocimiento como en los distintos grupos de países con diferentes grados de desarrollo y tendencias culturales. En tal sentido, en el ámbito de la Educación en Física y para la región latinoamericana debemos mencionar los aportes de Marco Antonio Moreira¹⁷ mientras que a nivel nacional, y enfocándonos en los desarrollos del tema dados en la Universidad Pedagógica Nacional, hay que dar crédito al trabajo de Pérez R. y Gallego-Badillo R¹⁵. En realidad, el coordinador del proyecto (P.N.), se familiarizó con las aplicaciones de los mapas conceptuales durante ciertos trabajos colaborativos con algunos profesores del departamento de química de la UPN.

El mapa conceptual se puede definir de muchas formas de acuerdo con la aplicación que se desee del mismo, sin embargo, existe una característica fundamental que lo diferencia de otros tipos de esquemas, y es que permite a los estudiantes hacer una organización jerárquica de los conceptos que se mezclan en un tema, relacionándolos y entrelazándolos entre sí por expresiones llamadas conectores. En consecuencia, según el mismo Novak y, como lo menciona A. Ontoria¹⁶, tenemos varias “definiciones” para lo que habitualmente se denomina mapa conceptual. Es decir, el mapa conceptual es:

1. Una estrategia: “Procuraremos poner ejemplos de experiencias sencillas, pero poderosas en potencia, para ayudar a los estudiantes a aprender y para ayudar a los educadores a organizar los materiales que se van a aprender”(Novak y Gowin¹⁴, 1988, p. 19);
o
2. Un método: “La construcción de mapas conceptuales (...), que es un método para ayudar a los estudiantes y educadores a captar el *significado* de los materiales que se van a aprender” (*Ibid.*);
o
3. Un recurso: “Un mapa conceptual es un recurso esquemático para representar un conjunto de significados conceptuales incluidos en una estructura de proposiciones” (*Ibid.*).

Sin embargo, dentro de la ejecución del proyecto nosotros hemos restado importancia a las diferencias entre las distintas definiciones, por ser éstas en realidad complementarias y por generar coincidentes ideas respecto de la elaboración de programas gráficos. Más aun y con tal propósito, la existencia y el uso de otros nombres para representaciones gráficas del conocimiento, donde básicamente cambia el método de presentación, pero no la esencia de la jerarquización inherente al esquema cognitivo, no son relevantes como algo esencialmente diferente o radicalmente nuevo. Además, es de esperar que en

el futuro no tan lejano, al llegarse a un desarrollo unificado entre los esquemas en cuestión, es decir los ordenamientos que ponen jerarquía dentro de los conceptos científicos manejados por la educación secundaria, sería posible decantar una definición más rigurosa y carente de ambigüedades. El coordinador del proyecto (P.N.) ha hecho un intento para visualizar una definición general para un mapa conceptual como un ente abstracto, llamado por los matemáticos “categoría”, cuyos detalles se pueden ver en el Anexo 3.

Según Roger Anderson¹⁸ “el acto de recordar es visto como un proceso de acomodación y de modificación de la información existente en la memoria, para optimizar el valor adaptivo de la respuesta en relación con la organización interna de las ideas y las demandas externas del entorno”. Eso significa que, como se afirma más adelante en el mismo trabajo, durante el proceso de elaboración y mejoramiento del mapa conceptual las relaciones entrelazadas, o sea que se encuentren al mismo nivel o sigan desde abajo hacia arriba, se enriquecen y al final llevan a la elaboración completa del esquema. Por otra parte, los miembros del equipo innovador por sus propias experiencias saben que, durante el proceso de elaboración de un diagrama de flujo, característico para un lenguaje gráfico como por ejemplo LabVIEW de NATIONAL INSTRUMENTS, resaltan las muchas similitudes que hay con la etapa de perfeccionamiento de un mapa conceptual. Entonces, la propuesta consiste en la utilización de la experiencia adquirida por nuestros alumnos, gracias a su trabajo con mapas conceptuales, para el aprendizaje y manejo de la programación gráfica.

El punto de partida de la propuesta es la concepción del diagrama de flujo elaborado para el lenguaje gráfico LabVIEW 5.1 (o para cualquier versión posterior), como una especie de reflejo proveniente de un mapa conceptual de presentación estándar. Considerando nuestro intento para usar los mapas como herramienta de programación, hay que tener en cuenta que se trata de una primera etapa dentro de un proceso iterativo que acompaña cualquier investigación seria; de tal suerte que podemos dejar de lado, por ahora, lo referente a las cuestiones avanzadas y teóricas, como por ejemplo, las semejanzas y diferencias en las propiedades topológicas de los mapas conceptuales y los diagramas de flujo, introducidos por los nodos de ambos. Lo importante para la innovación fue obtener la respuesta a la pregunta ¿cómo, a partir de un mapa conceptual los estudiantes de la media vocacional pueden programar una experiencia utilizando el lenguaje G LabVIEW?

Se hace necesario pues, analizar el parangón entre el mapa conceptual en si y un programa escrito en LabVIEW. Existen las siguientes afinidades:

- Tanto el mapa conceptual como el diagrama de flujo contienen nodos. En el caso del mapa conceptual estos son los conceptos que se construyen negociando con los alumnos y en el caso de la programación gráfica son diferentes comandos (íconos) o subrutinas.
- En ambas ocasiones, los conectores son líneas de organización y subordinación en dirección de arriba hacia abajo y de la izquierda a la derecha.

- Los bucles en el programa corresponden a contornos cerrados en el mapa, donde, indispensablemente participarían conectores entrelazados.
- Los condicionales expresados por el lenguaje G corresponden a un nodo conceptual, donde, las líneas salientes pertenecen al mismo nivel jerárquico o van hacia arriba.

Para fijar ideas, veamos el mapa conceptual de la postura general para la medición estándar de una magnitud la cual debe ser aplicada en los laboratorios de física. Sobre el proceso de medición se puede apreciar lo siguiente:

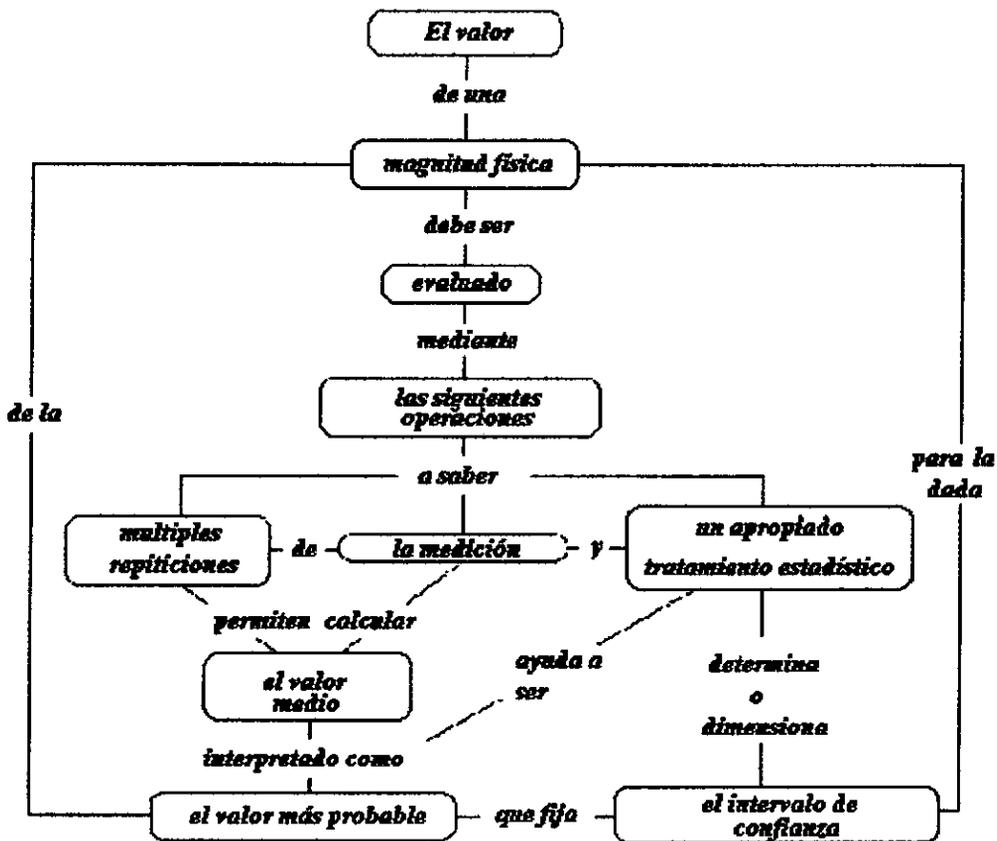
- Bajo ninguna circunstancia podemos conocer el valor “exacto” de una magnitud física (en química y biología ocurre lo mismo), ya que los errores son inevitables y siempre persisten en el resultado de una medición aislada.
- Hasta cierto grado la incertidumbre puede evitarse ejecutando varias mediciones (siempre más que diez) y calculando el valor medio de éstas.
- El valor medio no es el valor exacto (éste nadie lo sabrá) sino que es el valor más probable adjuntable a dicha magnitud.
- Se debe introducir un margen de error a través de la desviación estándar (es un ente matemático muy utilizado en la estadística).
- Finalmente, se establece un intervalo de confianza determinado por el valor medio y el error estándar anotándolo así: valor medio + – error estándar.
- La interpretación del anterior procedimiento consiste en determinar un intervalo que contenga con alta probabilidad el valor verdadero (desconocido para siempre) de la magnitud en cuestión.

Por tal motivo, es necesario realizar varias mediciones para tener el valor medio de éstas, calcular el valor estándar y encontrar el intervalo de confianza para el caso específico. También es importante tener en cuenta que las palabras “alta probabilidad” llevan a determinaciones que son subjetivas. De todas maneras, para el laboratorio escolar unos 97% podrían ser una muy buena elección.

Ilustremos pues, el algoritmo de medición del voltaje para una fuente de F.E.M. constante. Como podemos observar, a partir del siguiente mapa conceptual se involucran no sólo una medición aislada sino hemos considerado todo el proceso de medición múltiple junto a los cálculos estadísticos posteriores, los cuales, aunque a nivel media vocacional no se estudian con todo el rigor matemático, tienen un significativo simple y pueden ser entendidos por los alumnos. Es evidente, que la medición de un voltaje, en principio, no será radicalmente diferente de cualquier otra magnitud; luego, todas las consideraciones que acabamos de exponer tienen validez que va mucho más allá de cualquier ejemplo particular. No obstante, también es claro que el caso ofrecido por

mucho no evacua todos los posibles patrones u oportunidades donde podemos esperar la ayuda de los mapas conceptuales.

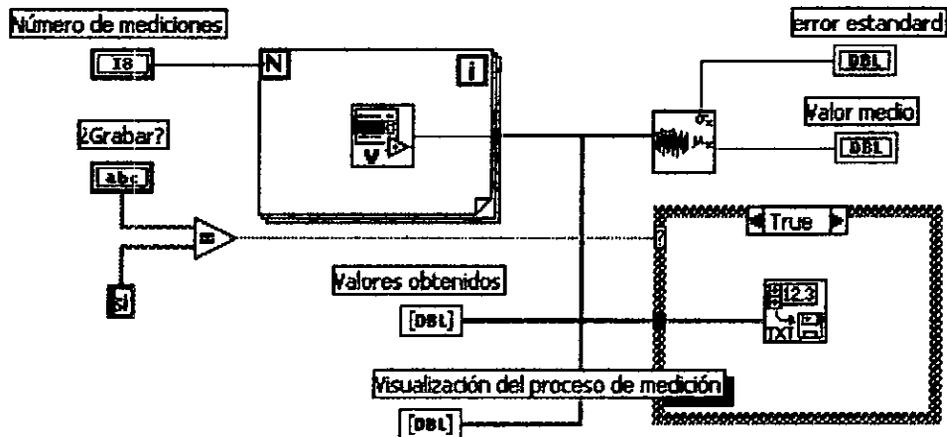
Veamos el siguiente mapa conceptual correspondiente al proceso completo de medición de una tensión eléctrica (voltaje):



Es importante anotar, que las líneas que terminan en la parte superior de los nodos, sin excepción, relacionan los últimos como conceptos subordinados. También es relevante que, las líneas horizontales que van de un nodo a otro subordinan el nodo derecho al izquierdo, mientras que las líneas que conectan en forma lateral conceptos de diferente jerarquía enriquecen el significado de los conceptos principales. Por tal motivo, y teniendo en cuenta las expresiones conectores, no es necesaria una indicación explícita

del orden jerárquico así como la imposición explícita de flechas que muy a menudo aparecen en los diagramas de flujo. El resto del mapa, en relación con los conocedores, habla por sí mismo.

Veamos ahora el diagrama de flujo del programa gráfico, que realiza dicha medición (desde luego, múltiple e incluyendo el tratamiento de errores respectivo) y cuya elaboración fue sugerida por el anterior mapa conceptual:



En este se utiliza una subrutina de medición sencilla (o sea, aislada) y el dibujo en el nodo significa que la medición aislada es de un voltaje, pero como ya se mencionó puede ser de cualquier tipo (por ejemplo, de intensidad de corriente, de temperatura, etc.) sin que nuestras consideraciones teóricas cambien. Es evidente, que el símbolo de la subrutina corresponde al concepto central en nuestro mapa, llamado “la medición”, alrededor del cual se desarrolla todo el proceso de obtención de los datos y finalmente el calculo del valor más probable de la magnitud.

El bucle encargado de la ejecución de mediciones múltiples (en el diagrama de flujo se ve como un cuaderno) corresponde al contorno en forma de triángulo, cuya parte superior contiene dos conceptos de jerarquía horizontal Vg. “mediciones múltiples” y “la medición”. El otro triángulo, cuya base horizontal es el lado inferior del mapa “no genera” ningún bucle en LabVIEW 5.1, ya que un bucle requiere un proceso de repeticiones vinculado con alguna acción concreta.

Las entradas y salidas del programa, como es de esperar, no tienen su análogo en el mapa conceptual debido a que, por sí solas son detalles del lenguaje. Sin embargo, las entradas son la información “faltante”, o no especificada a propósito dentro del mapa conceptual, lo cual permite un uso múltiple del mapa. Así mismo, las salidas son la información esperada, después de haberse cumplido la “misión” del mapa conceptual.

El condicional y por supuesto, el diálogo relacionado con su uso no es relevante puesto que, su función es puramente técnica debida a una eventual grabación y a la conservación del resultado neto.

Finalmente, los cálculos del valor medio y del error estándar se hacen por subrutinas incrustadas en lenguaje LabVIEW 5.1 y son presentados en el diagrama de flujo en la parte superior derecha.

Las competencias en física y ciencias naturales desde el punto de vista de las clases de laboratorio

Las competencias en ciencias en Colombia

Según el Ministerio de Educación Nacional¹, una competencia es una estructura compleja de atributos necesarios (como conocimientos, actitudes, valores, habilidades, destrezas, etc.) para el desempeño en situaciones específicas. Los procesos educativos mencionados en los Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales que se deben dar durante la interacción entre el profesor y el alumno, han de ser evaluados mediante logros educativos, que son descripciones las cuales hacen referencia al estado de desarrollo de un proceso determinado. Se expresan con criterios valorativos en el desarrollo de competencias en los aspectos cognitivos, procedimentales y actitudinales.

Luego, puesto que el trabajo en el laboratorio de física y ciencias naturales en general ya no lo consideramos como un proceso de recopilación de información y adiestramiento en habilidades manuales, nuestra atención se enfoca en los diferentes tipos de competencias. No obstante, una simple comparación con las listas de las competencias que manejan los países de la región de América Latina nos muestra que las diferencias son considerables. Hemos contemplado pues las competencias adoptadas por el Servicio Nacional de Pruebas² (SNP) del ICFES (elaboras con base en los Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales), que ya desde hace dos años y medio o tres se están implementando en Colombia. La razón de proceder así es sencilla – todos los bachilleres del territorio nacional se ven obligados a presentar el examen estatal del ICFES, si quieren seguir adelante por el camino de la educación superior. Por otra parte, es de dominio común, que a nivel distrital se manejan las mismas competencias, aunque la subordinación entre éstas sea diferente.

En consecuencia, durante los últimos tres años aproximadamente, se han dado avances significativos respecto de la manera de cómo hacer una evaluación más completa y basada en las capacidades de los estudiantes, dejando atrás el hábito de calificar el aprendizaje memorístico de hechos ya conocidos y utilizados por los autores de los diferentes textos. En tal sentido, la iniciativa de realizar los exámenes de estado con base en los logros según las diferentes competencias, establecidas a propósito por nuestra comunidad de educadores, ya se ha abierto camino al ser planteadas las pruebas censales

estatales sobre ciertas competencias, las cuales los egresados de la secundaria han de poseer (o manejar).

Enfocándonos en lo que respecta a las áreas de física, química y biología, las competencias puestas en consideración son por ahora tres: poder plantear hipótesis, ser capaz de establecer condiciones y lograr interpretar situaciones^{2,8}. Sin embargo, está por ser incluida una cuarta competencia (aunque ya se están obteniendo bastante datos que constituyen por ahora la fuente de información en relación con ésta): valoración del trabajo en ciencias. La última competencia, según nuestro modo de concebir la necesidad de su introducción, debería proporcionar a los estudiantes un criterio objetivo sobre cuándo una afirmación en ciencias naturales podría considerarse como verdadera.

Según estamos adquiriendo experiencia y con el ánimo de ubicarnos mejor en el contexto de las distintas competencias, es importante resaltar lo siguiente:

Como ya se mencionó, a diferencia de los pedagogos del distrito, la convicción de los académicos del SNP – ICFES es de dar igual “peso” a cada una de las competencias antes mencionadas y en tal sentido, considerarlas como independientes entre si. Para nuestros propósitos tal postura es mas flexible, por permitarnos ajustar las distintas etapas del laboratorio en forma directa a nuestros objetivos.

Los ejemplos incluidos en los cuestionarios del SNP, de los que tenemos conocimiento, verdaderamente muestran ya una clara tendencia de evaluar ciertas competencias (vistas también como habilidades para hacer las cosas bien o como una nueva manera de razonar en física, química y biología y actuar en determinadas situaciones) y no calificar hasta dónde el egresado puede reproducir procedimientos estándar o ha memorizado diferentes hechos.

En el presente se ha llegado a lo que llamamos (habitualmente antes se denominaba problemas reales o realistas) situaciones problema; es un problema de física o de ciencias en general el cual surge gracias al hecho de que se busca una solución científica para superar alguna situación cotidiana o conocida de antemano, por fuera del contexto de las clases de ciencias.

Desde luego, lo anterior es más fascinante que trabajar los ejercicios del fin de capítulo del texto escolar o seguir la guía tradicional de laboratorio, pero requiere también mucho más esfuerzo por parte del estudiante debido a que: en primer lugar, el problema ha de ser identificado según el enunciado de la situación; en segundo lugar, es importante saber si la física (léase cualquier otra ciencia) y solamente ésta va a aportar en su solución o se debe recurrir a otra ciencia; y por ende, hay que construir el respectivo modelo, seleccionar la parte instrumental e interpretar la solución.

Es importante destacar, que de acuerdo con lo leído por nosotros y según las conversaciones sostenidas con las respectivas profesionales del SNP, no se ha planteado en ningún momento alguna controversia entre competencias y contenido; de tal suerte, parece que no es el caso evaluar cualquiera de las competencias aplicándolas en una sola rama de la física o las ciencias. Con el fin de asegurarnos que el egresado posee dicha

competencia se debe trabajar un máximo contenido posible, incluyendo tareas experimentales.

Tal inclusión requeriría una muy minuciosa consideración de los referentes teóricos desde el punto de vista de la correlación teoría – experimentos.

El análisis de los exámenes estatales practicados en Colombia llama la atención por dos faltantes (lo que se debe al hecho de que los cursos de ciencia ofrecidos a los alumnos de media vocacional colombiana tampoco lo contemplan): en primer lugar, la parte conocida hoy día como Física Moderna o elementos de ésta no se enseñan en absoluto, algo que nosotros conocemos con toda seguridad y desde hace varios años, gracias a nuestra experiencia con grupos destacados de egresados (los conocimos durante el trabajo de entrenamiento de los ganadores de las Olimpiadas Colombianas de Física, provenientes de los más prestigiosos colegios, no se detectó conocimiento alguno sobre el tema); en segundo lugar, se mencionó que a diferencia de otras pruebas censales, como por ejemplo TIMSS, las del SNP, no contienen problemas prácticos, o sea, los logros de acuerdo a las tres competencias no se están evaluando en el ámbito de un laboratorio.

Para una mejor comprensión de la idea de evaluar por competencias es indispensable considerar los pormenores de las cuatro competencias adoptadas por nuestros examinadores del SNP². A continuación, presentamos una breve reseña según nuestro entendimiento de las cosas:

- Competencia para plantear hipótesis y regularidades. Según el SNP “engloba las acciones orientadas a proponer y argumentar posibles relaciones para que un evento pueda ocurrir, así como las regularidades válidas para un conjunto de situaciones o eventos aparentemente desligados”; en el contexto del diseño de un laboratorio eso es construir un modelo para la situación problema con el fin de obtener una solución (experimental) cuantitativa o cuanto menos semi cuantitativa, o sea, plantear una hipótesis la cual es contrastable con el enunciado y por tal motivo ascendible a un modelo funcional que explica no sólo la situación problema enunciada sino también otras semejantes.
- Competencia para establecer condiciones. Se encamina a facilitar la descripción y la interpretación de los estados de los sistemas físicos desde el punto de vista del condicionamiento cualitativo y cuantitativo de las variables pertinentes; dentro de los laboratorios de física, química y biología tiene que ver con las interpolaciones y/o extrapolaciones de las variables en el proceso de verificación experimental de un problema.
- Competencia para interpretar situaciones. Consiste en las acciones que tienen que ver con la manera de comprender gráficas, cuadros o esquemas en relación con el estado, las interacciones y/o la dinámica de un evento o situación problema; en realidad esta competencia no necesita traducción en el lenguaje del proceso de diseño, ejecución y interpretación de un laboratorio, puesto que la

interpretación de un resultado es la misma dentro y fuera de las aplicaciones informáticas en la educación.

- Competencia para valorar el trabajo en ciencias naturales. Esta competencia involucra todas las acciones de tipo interpretativo, argumentativo y propositivo orientadas a la toma de posición respecto de las actividades asociadas al trabajo en ciencias; en cierto grado la situación es idéntica a lo dicho en relación con la competencia interpretativa.

Considerando que los referentes teóricos adoptados y manejados por el SNP del ICFES, se elaboraron por los respectivos profesionales de acuerdo a los Lineamientos Curriculares¹ del MEN para las Ciencias Naturales y Educación Ambiental y si se tiene en cuenta, que los Lineamientos no son uno o varios currículos rígidos, sino consisten en un planteamiento general de los conceptos más fundamentales en física, química, etc. y sus relaciones intrínsecas, está claro que no es posible pensar en una lista de temas para ser abordados y evaluados por medios informáticos (o de cualquier otra manera). En tal sentido, se opta por elaborar y establecer un sistema evaluativo por indicadores y logros según el desarrollo de las diferentes competencias.

Por otra parte, si se consideran necesidades futuras, es preferible pensar sobre aspectos de los Lineamientos Curriculares que todavía no se contemplan de manera explícita por el MEN o no se enseñan en los colegios colombianos. En calidad de un ejemplo podemos preguntarnos ¿qué sucede con el estudio de las leyes sobre el comportamiento de la luz? dentro del contexto de la física o la educación en ciencias naturales, o ¿cuál es la diferencia entre las ondas y las olas?, etc. Es un reto para las futuras clases de laboratorio.

En conclusión, nuestra postura fue la siguiente: en el proceso de desarrollo de los laboratorios por computador hay que adherirse a los quehaceres comunes para los colegios que representan el grueso de la comunidad escolar. No obstante, en ciertas circunstancias específicas, valdría la pena aventurarse en lo no tradicional de las tareas experimentales.

Indicadores y Logros

Con base en un análisis referente a los diferentes aspectos del conocimiento, entendido éste como saber hacer las cosas “bien”, el contenido del párrafo anterior ha servido para identificar una serie de indicadores, los cuales reflejan los logros inherentes para evidenciar los progresos significativos durante los procesos de enseñanza – aprendizaje (claro está, de acuerdo a las diferentes competencias). Por tal razón, nuestros indicadores constituyen el escenario que articula y fundamenta la propuesta evaluativa de la innovación.

Para evaluar tanto el avance del proyecto, como sus posteriores aplicaciones, se han establecido los siguientes logros (consistentes en las descripciones correspondientes a los ítems enumerados) con sus respectivos indicadores (subordinados a los logros mediante flechas):

1. Conocer en términos prácticos (o sea, aplicar) el lenguaje gráfico de programación LabVIEW desarrollado por la empresa NATIONAL INSTRUMENTS (se plantean las siguientes preguntas):

- Está familiarizado (el educando) con la necesidad de aplicación y las ventajas de la programación gráfica en general
- Identifica los elementos básicos del lenguaje gráfico LabVIEW 5.1 o posterior
- Propone (genera lluvia de) ideas para la aplicación del lenguaje gráfico en cada una de las áreas de las ciencias naturales

Este logro lo hemos relacionado con la competencia interpretativa, ya que nos permite evaluar si el estudiante identifica el planteamiento (o esquema ilustrativo, cuando de mapas conceptuales se trata) correspondiente a una situación problema experimental (desde luego, también desde el punto de vista de la ergonomía del equipo utilizado)

2. Sensibilizar a un grupo de docentes (por fuera de los innovadores) y estudiantes del Instituto Pedagógico Nacional (o en el respectivo colegio) para el manejo y el uso del lenguaje LabVIEW (de nuevo se consideran las siguientes inquietudes):

- Diferencia (el educando) el panel frontal de la hoja de programación gráfica y de las ventanillas de herramientas de LabVIEW 5.1
- Realiza con éxito prácticas sobre programación gráfica elemental
- Reconoce estructuras, variables indexadas, bucles y condiciones en un lenguaje gráfico
- Asimila el concepto de un canal virtual de medición.

- Interpreta la tabla de asignación de canales para poder efectuar mediciones reales.

Al ser aplicado el último cuadro a estudiantes se continua persiguiendo fortalecimiento de la competencia interpretativa

3. Construir algunos instrumentos virtuales de medición, a partir de las facilidades proporcionadas por el lenguaje de programación gráfica LabVIEW (las preguntas referentes a los logros son):

- Se le facilita la aplicación del lenguaje gráfico en la construcción de instrumentos (virtuales) de medición.
- Elabora en forma independiente instrumentos virtuales sencillos de medición
- Construye más o menos de manera independiente instrumentos virtuales de medición relativamente complejos, como por ejemplo: un multímetro, un termómetro digital, un barómetro o un pH – metro, un osciloscopio, generador de señales o dinamómetro

Este logro corresponde mas bien a la competencia de imposición de límites, ya que, a parte de exigir el uso de un proceso adecuado según lo que se va a medir, a todas las magnitudes se debe imponer una escala de medición la cual depende del rango y del sentido de la magnitud en consideración.

4. Hacer mediciones reales en el laboratorio a partir de los instrumentos virtuales (las inquietudes son):

- Realiza en forma práctica los laboratorios selectos a través del computador
- Hace mediciones reales a través de los instrumentos virtuales construidos a partir del lenguaje gráfico LabVIEW.
- Utiliza de manera correcta ciertos transductores para hacer mediciones reales, tales como, voltaje, temperatura, presión o pH, etc, etc.

El logro tiene que ver con la competencia de establecimiento de hipótesis. En realidad, cuando se pretende medir algo con el fin de que sea solucionado un problema experimental, hay que plantear por lo menos una hipótesis – la de la relación del modelo del fenómeno con la medición.

5. Facilitar el desarrollo de la creatividad estudiantil para el uso del computador y potenciar las aplicaciones de éste, con ayuda del lenguaje gráfico de programación LabVIEW, y a través del hiper guía actualizable de laboratorio (nos preguntamos):

- Adquiere habilidades y destrezas en el manejo de los hipervínculos
- Aplica el manejo de diferentes paquetes de software en el desarrollo de la hiper guía actualizable
- Desenvuelve la creatividad en el manejo del computador para la elaboración de diferentes instrumentos virtuales

- Trabaja una alternativa verdaderamente diferente al desarrollar las prácticas de laboratorio

Se refuerzan todas las competencias

6. Posibilitar la extensión del proyecto a través de la red (opcional, en progreso):

- Hace vínculos con otras instituciones de carácter educativo
- Adquiere habilidad en el manejo de la comunicación virtual
- Comparte experiencias sobre prácticas de laboratorio virtual con otras instituciones educativas a nivel nacional e internacional

Los logros 1, 3, y 4 del esquema anterior se aplicaron provisionalmente para evaluar la formación de los docentes innovadores del IPN. Los resultados en este sentido son muy buenos, aunque no se pueden expresar en números. En una etapa posterior, si se estima conveniente, es viable establecer para cada indicador su respectivo índice, los pesos apropiados y finalmente calcular cuantitativamente el progreso del proyecto. La dificultad principal por este camino es que todavía no hemos logrado definir en forma convincente los umbrales de algunos de los índices.

Respecto del grupo de alumnos del IPN (o en las innovaciones posteriores) se aplicó la totalidad (menos 2) de logros e indicadores. Sin embargo, por ahora no está completamente claro cómo la nota de nuestra evaluación se podría hacer coherente con los diferentes sistemas de calificación utilizados en los distintos colegios.

En cualquier forma, estamos convencidos que tanto la nueva metodología de trabajo durante las clases de laboratorios, como la evaluación respectiva de éste refuerzan las competencias adoptadas como básicas en el contexto de la educación media vocacional colombiana. Así mismo, es imperativo subrayar que, debido a las peculiaridades de nuestra innovación, es necesario trabajar en contacto permanente con los docentes del área de informática puesto que las experiencias adquiridas en unas clases son muy útiles en el ámbito de las otras.

Modelo pedagógico de la innovación

La exposición anterior muestra que nuestro modelo se basa en cuatro pilares de la pedagogía contemporánea y la teoría del conocimiento que se expresan por los siguientes supuestos:

- Se acepta como válida la corriente moderada del constructivismo, la cual sostiene que la mejor educación consiste en el conocimiento adquirido mediante una construcción en el aula de clase, mas no afirma que esta construcción en sí misma pueda afectar al objeto de conocimiento como tal y/o en consecuencia que pudiera modificar el mundo real;
- Con el reconocimiento de la estrategia de resolución de problemas como una de las más prometedoras (mega) metodologías de trabajo en el aula, se hace indispensable plantear los laboratorios según la modalidad de un micro proyecto; es decir, después de formular el problema experimental, hay que proporcionar los medios, de todas las soluciones previstas y esperar que tanto el diseño como la ejecución y el análisis de los resultados provengan del estudiante.
- La realización de un laboratorio de física o de ciencias en tiempo real no es un proceso equivalente a una simulación computarizada de los fenómenos naturales. Los resultados obtenidos en el segundo caso, no pueden corroborar la objetividad física por fuera del computador, ya que el software correspondiente se inicia y fundamenta en algunas posturas de corte teórico y, desde luego, sólo puede proporcionar unos números y/o gráficos obtenidos también por deducciones teóricas.
- La informática educativa proporciona todos los medios necesarios para que se lleve a cabo una tarea experimental con mediciones realizadas en tiempo real. Esto implica la toma real de mediciones durante el proceso de ejecución de la experiencia. Para este fin, en vez de intentar la elaboración de herramientas personalizadas en el taller de la universidad (o la escuela), desde el punto de vista didáctico y económico es más viable el uso de hardware y software estándar entre los que se consiguen en el mercado de informática.

La última afirmación es todavía una hipótesis; sin embargo, las investigaciones hechas hasta el momento, tanto por el director del equipo de innovación como por otros autores, siguen mostrando su validez. Por tal motivo, el modelo pedagógico puede resumirse así:

se propone una innovación con base en la informática educativa, la cual, a partir de la estrategia de resolución de problemas experimentales, llega a ser una metodología de enseñanza constructivista para las clases de laboratorio de física y de ciencias naturales.

Por otra parte, según algunas afirmaciones ya hechas, necesitamos un software específico y propio para la secundaria o media vocacional colombiana con el fin de seguir y ayudar al desenvolvimiento de los alumnos, tanto durante del proceso de innovación como para el trabajo posterior en otros colegios. Más arriba el instrumento fue mencionado bajo el nombre hiper guía actualizable de laboratorios con la abreviación hgal. La denominación proviene de sus cualidades: formalmente es un hipertexto, también se encarga de las funciones tutoriales (claro que sí, y de mucho más) inherentes para una guía, durante su uso obligatoriamente se debe enriquecer o actualizar y el software tiene sentido siempre y cuando de clases de laboratorio se trata.

En el presente capítulo se explica la esencia del hgal, o sea en qué consiste, y la dinámica de trabajo con éste; mas información y algunos ejemplos se pueden ver en el Anexo IV.

La hiper guía actualizable de laboratorio es un software elaborado a partir de la herramienta “hipervínculos” de la plataforma Windows, de tal suerte que cualquier estudiante o profesor no especialistas en informática puedan modificarlo. Se entrega al alumno a principio de la clase de laboratorio con un mínimo de información y/o sugerencias respecto del trabajo a realizar, pero el problema debe ser muy bien planteado y los objetivos del trabajo deben ser en máximo claros. La entrada al hgal se prevé por un icono de acceso directo sobre “el escritorio” especialmente elaborado.

El portal principal presenta un saludo al estudiante y le permite cuatro opciones, a saber:

- ir a la “biblioteca” para leer más sobre los planteamientos teóricos
- simular el fenómeno que está por ser investigado
- diseñar el instrumento virtual y hacer mediciones (reales)
- preparar el informe final (es decir, tener acceso a los archivos ya preparados)

Desde cada espacio o “sitio de trabajo” el alumno tiene acceso (directo por hipervínculo) a cada uno de los restantes. Luego, de acuerdo a su propuesta de solución, puede moverse en cualquier momento de donde y hacia donde lo necesite. Además, cuando el profesor lo estima conveniente, puedan ser creados hipervínculos externos, es decir, hacia determinados sitios de la Internet o programas y software específico. En consecuencia, el estudiante se ve obligado (más no encasillado) a seguir ciertas instrucciones, hacerse ciertas preguntas y actuar según lo requiere la situación problema (se trata de la elaboración de instrumentos virtuales, mediciones, etc.). Una vez elaborados todos los archivos de apoyo, el alumno solamente debe organizarlos, imprimirlos y firmar el informe de laboratorio para que éste sea presentado al profesor encargado.

Es obvio, que el software para el hgal está prácticamente incorporado en el disco duro del computador. No obstante, los datos específicos obtenidos como consecuencia del trabajo del alumno se deben grabar en un disquete removible; el caso típico es el del disquete de 3^{1/2}. Así, el estudiante tiene la oportunidad de proseguir con su trabajo por fuera del laboratorio; lo único que necesita es un computador.

Para fijar cierto orden relacionado con la conservación de datos obtenidos durante el trabajo, hemos establecido un sistema sutil de nombres para los diferentes tipos de archivos, el cual a primera vista pueda aparecer algo engorroso – la idea es señalar siempre de cual tipo de actividad proviene el correspondiente archivo (si del atributo no se hace suficientemente claro) y de colocar el número según la consecuencia de aparición. Finalmente, los archivos se deben guardar en cuatro diferentes carpetas del disquete dependiendo de la procedencia y según las actividades desarrolladas. En consecuencia, tenemos:

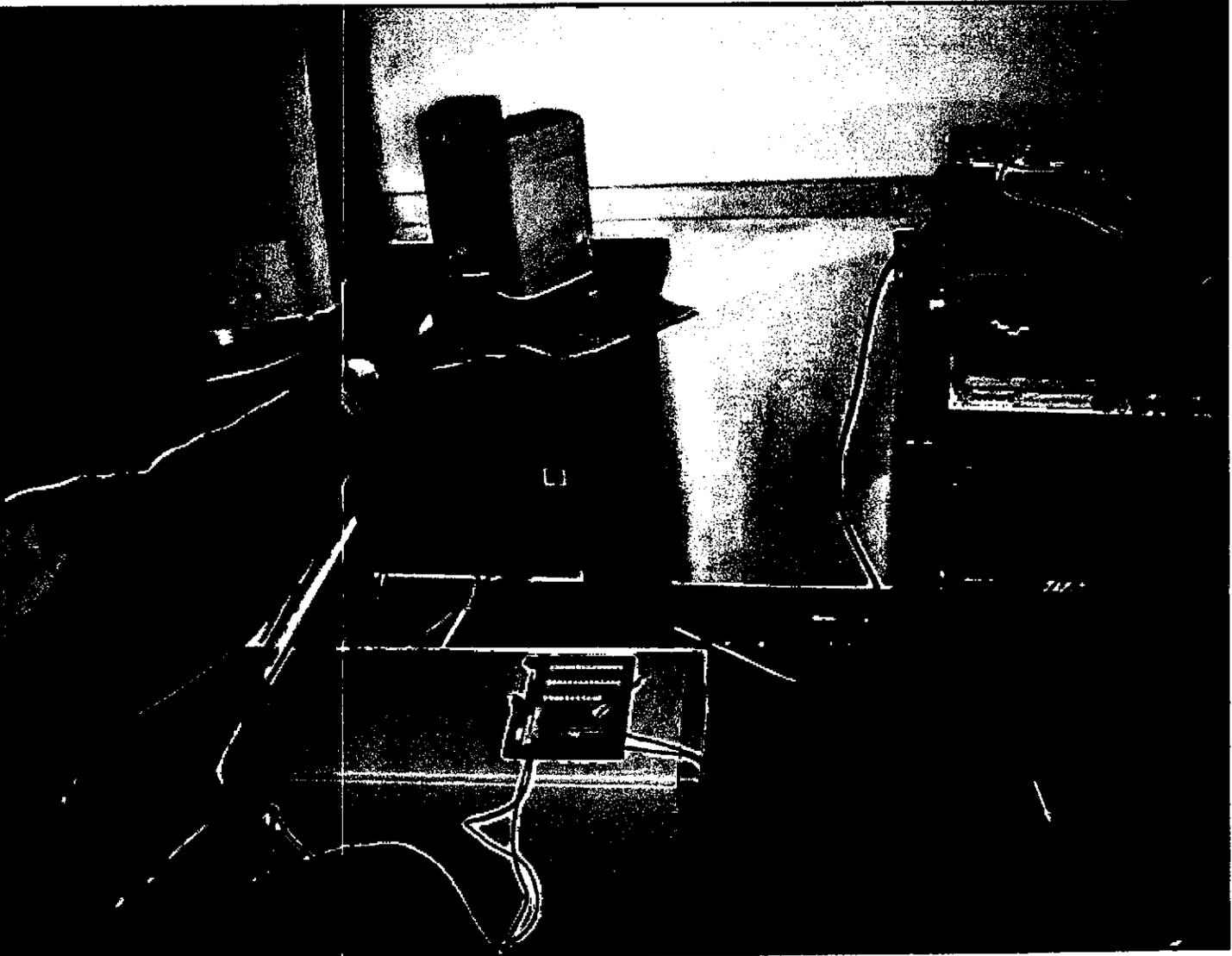
- Para los archivos provenientes de la parte teórica el nombre es *thgaln.doc* (y en un principio todos se deben grabar en la primera carpeta), donde el prefijo *t* significa teoría y bajo *n* se entiende el número consecutivo dentro de un laboratorio particular (la regla para *n* es la misma para todo tipo de archivos);
- Los archivos generados durante los procesos de simulación llevan los nombres *shgaln.m* o *rshgaln.doc* dependiendo si se trata de programas de simulación (prefijo *s*, los cuales se guardan en la segunda carpeta) o de los resultados de ésta (prefijo *rs*), mientras que *m* es el adjetivo de los respectivos programas (por ejemplo, *vi* para uso de los instrumentos de LabVIEW, *mdl* para los programas de simulación escritos en MODELLUS, etc.);
- Respecto de los archivos relacionados con las mediciones reales se aplica lo mismo, salvo la diferencia de cambiar *s* por *i*, es decir, usamos *ihgaln.vi* (los cuales se guardan en la tercera carpeta) y *rihgaln.doc* (tengamos también en cuenta, que, los únicos programas que hacen las veces de instrumentos virtuales son de tipo *vi*);
- Los archivos de la cuarta carpeta son: (algunos) *thgaln.doc*, *rshgaln.doc*, *rihgaln.doc* y probablemente archivos de gráficas, por ejemplo, *hgal.dib*, etc.

El porque se usa la raíz “hgal” en todos las denominaciones es suficientemente claro. La dinámica de trabajo con la hiper guía actualizable de laboratorio es la siguiente:

- Sobre un disquete se forman cuatro espacios (carpetas): el primero para anotar información indispensable para el diseño y el desarrollo del laboratorio; la segunda para usar o elaborar “applet” de simulación de los procesos que se quieren investigar; la tercera para grabar los instrumentos virtuales de medición y la cuarta para tener a la vista las presentaciones, los datos obtenidos, así como el informe final.

- El acceso entre los diferentes espacios se realiza a través de hipervínculos; el estudiante no solamente puede crear y grabar objetos, ejecutar los programas y los instrumentos virtuales sino en determinadas ocasiones, cuando las instrucciones del maestro así lo indican, también crea sus hipervínculos propios.
- La negociación del significado de los temas conceptuales comienza con la propuesta (en términos de mapa conceptual) por parte del alumno; sigue por la elaboración de los diferentes elementos (como por ejemplo, emulaciones, instrumentos virtuales de medición, o sea los programas ejecutables en LabVIEW, etc.) y termina (la primera etapa) con el análisis de los resultados obtenidos.
- La siguiente etapa de negociación consiste en contrastar los anteriores resultados con las posturas teóricas (el primer espacio del disquete) y decidir sobre el significado de los conceptos que se están manejando de acuerdo al principio epistemológico de la verdad en ciencias.
- Los pasos se repiten (pero la repetición, desde luego, en ningún caso va a ser "automática") hasta conciliar las contradicciones que surgen durante el trabajo con el hgal.

En cierto sentido, el procedimiento anterior es otra manera (un enfoque experimental y "por descubrimiento") de desglosar y enriquecer los mapas conceptuales, con el fin de negociar el conocimiento en vez de imponerlo. Sin embargo, nos parece que tratándose de los aspectos experimentales sobre la enseñanza de ciencias naturales, es la única propuesta existente hasta ahora, que resulte coherente con los ambientes informáticos educativos.



UNA CLASE DE LABORATORIOS POR COMPUTADOR EN
EL I.P.N.

Modo de trabajo empleado

El inicio del proyecto se llevó a cabo mediante un cursillo y/o taller, donde los docentes involucrados en la innovación deberían obtener sus primeros conocimientos respecto de los software y hardware específicos según el siguiente programa:

- Estudio de los instrumentos virtuales elementales de medición en el contexto del lenguaje LabVIEW;
- Aprendizaje acerca del software NI – DAQ y el manejo básico de los canales virtuales de medición proporcionados por este software;
- Mediciones reales con instrumentos virtuales.

En un principio se planteó que las tarjetas de adquisición de datos serían instaladas en la red interna de la sala de computo del departamento de física de la UPN, para que durante la implementación de las dos primeras fases del proyecto, el trabajo se realizase con los docentes innovadores del IPN en este sitio; pues, se perseguían dos metas:

- El uso de la experiencia acumulada durante el último periodo por los profesores de la UPN y las facilidades técnicas ya existentes;
- La formación, con la ayuda de la nueva metodología, a los estudiantes de licenciatura en física, los cuales son futuros profesores y como tales con frecuencia realizan sus prácticas docentes en el IPN.

A principio de la tercera fase del proyecto de innovación, los kits (las tarjetas, el software y las otras facilidades desarrolladas, por ejemplo accesorios, etc.) iban a ser entregados al IPN como una tecnología de uso cotidiano por parte de los estudiantes y los docentes de media vocacional; desde luego, con el compromiso por parte de los profesores de la universidad, participantes en la innovación, para brindar una asesoría permanente.

Sin embargo, gracias a algunos cambios logísticos, relacionados con la compra de los equipos, su nacionalización y otros tramites legales se optó por la instalación directa (es decir, en el IPN) de dichas tarjetas tan pronto se adquiriesen por la UPN. En estas circunstancias, el trabajo pedagógico debería realizarse completamente durante el

desarrollo de las clases habituales en el colegio. En forma consecutiva se plantearon las indagaciones en el aula de clase y las respectivas evaluaciones.

De manera posterior, durante el perfeccionamiento del contrato, se agregó otro compromiso en forma explicita, a saber: el diseño y puesta en marcha del software llamado hiper guía actualizable de laboratorio.

Objetivos y Resultados esperados

Los objetivos planteados en el proyecto de innovación y seguidos durante la ejecución de éste son los siguientes:

- Reemplazar los equipos tradicionales de experimentación en los laboratorios de física y ciencias naturales por la red informática del IPN consistente en varios computadores, ampliando las configuraciones de cuatro de estos con un hardware específico (tarjetas digitalizadoras de señales análogas con sus conectores) e instalando en el directorio del servidor de la red un software específico de la empresa NATIONAL INSTRUMENTS (Lenguaje gráfico de programación y controladores de instrumentos virtuales de medición);
- Desarrollar una nueva metodología de trabajo en relación con las actividades inherentes a los laboratorios de física y ciencias naturales, basada en la estrategia de resolución de problemas y de corte constructivista, donde el alumno por su propio esfuerzo, sin ningún encasillamiento, pero con adecuada ayuda por parte del profesor, pueda diseñar, programar, calibrar así como ensayar los equipos o instrumentos virtuales de medición y por ende realizar las mediciones necesarias propias del problema experimental planteado;
- Educar a un grupo de maestros del IPN en la nueva metodología de trabajo en los laboratorios de física y ciencias naturales;
- Formar un grupo estudiantil como muestra piloto para enseñarles el lenguaje gráfico de programación LabVIEW y su uso para las clases de laboratorio;
- Comparar el rendimiento del grupo piloto de prueba con el de un grupo de referencia, donde se trabaje durante las clases de laboratorio según los métodos tradicionales;
- Realizar un lanzamiento a nivel distrital de los resultados de la innovación, para tratar el tema de los micro proyectos en el contexto de la estrategia de resolución de problemas, vista desde la perspectiva de la nueva tecnología ofrecida por el paquete LabVIEW de NATIONAL INSTRUMENTS.
- Divulgar la nueva metodología en el ámbito nacional e internacional mediante las facilidades ofrecidas por las páginas web del Internet

Según algunos alcances logrados durante investigaciones desarrolladas anteriormente (desde el año 2000) en el transcurso de los últimos dos años y medio, las expectativas se pueden resumir en lo siguiente:

- En la práctica, los laboratorios por computador se realizarán sin las tristemente conocidas tradicionales restricciones por falta de equipos, ya que los instrumentos virtuales (IV) de medición se programarán a propósito por el alumno y el computador haría las veces de un banco de equipos de medición.
- Habrá un nuevo desarrollo de la creatividad estudiantil que, por la simple necesidad de programar IV de medición, va mucho más allá de una adquisición de hábitos manuales de trabajo en un laboratorio de física o ciencias.
- Ya no será necesaria la supervisión permanente del profesor, puesto que los daños se pueden presentar únicamente en el momento mismo de ejecución del laboratorio, mas no durante el proceso del diseño y la construcción, vía programación, de los IV de medición.
- Se logrará la máxima participación del estudiante durante toda la experiencia, del principio al fin, eliminando el trabajo por grupos, debido a que todo el proceso, con excepción del tiempo de toma de mediciones, se podría realizar por fuera de las instalaciones del laboratorio incluyendo la propia casa del alumno, cuando éste tenga acceso a un computador.
- Existirá más semejanza entre la resolución de problemas experimentales escolares (hecha por computador) y el trabajo científico contemporáneo en un laboratorio de avanzada o en una planta de producción dotada con la última tecnología; en ambos casos los sistemas son el cerebro de ejecución de todas las tareas como lo serán en el contexto de la innovadora metodología propuesta para la realización de laboratorios por computador.
- Surgirá la oportunidad de mejorar el desempeño del profesor encargado de los laboratorios, ya que las tareas estarán relacionadas unas con otras por el hecho de hacerse conveniente el uso de los IV elaborados, en primera instancia, como subIV en los laboratorios posteriores y es donde el profesor podría influir creativamente en el desenvolvimiento del proceso educativo durante todo el semestre escolar.
- Resaltará la necesidad de iniciar un cambio en la concepción respecto de ¿qué es una sala de cómputo? según como se entiende en el contexto de la dotación escolar tradicional, porque la nueva sala puede servir como “incubadora” de un centro de sistemas indispensable para la realización de los laboratorios de ciencias naturales por computador.
- Quizás veríamos el comienzo de un ascenso de la informática educativa a un nivel más inherente a las ciencias naturales, en el sentido de que el tutorial inteligente será

sólo una parte de la ayuda que ésta está predestinada a prestar en los procesos de educación en ciencias.

Actividades ejecutadas y dificultades encontradas

Según lo previsto en el cronograma para las dos primeras fases del proyecto *INNOVACIONES PEDAGOGICAS PARA LOS LABORATORIOS DE FISICA Y CIENCIAS NATURALES, ORIENTADAS A LA EDUCACION MEDIA VOCACIONAL COLOMBIANA A TRAVES DE LA INFORMATICA EDUCATIVA*, se han realizado las siguientes actividades:

A la fecha se puede afirmar que la etapa de instrucción de los docentes innovadores se ha cumplido exitosamente por medio de las diferentes actividades ejecutadas durante el primer semestre, a saber:

1. Realización del cursillo y/o taller LABORATORIOS POR COMPUTADOR del 21 al 24 de febrero de 2001, mediante el cual a los miembros del equipo se les brindo la oportunidad de conocer el software respectivo al trabajo por hacer, así como el análisis de su aplicación pedagógica.
2. Participación de los miembros del equipo en el evento APLICACIONES DE LA INSTRUMENTACION VIRTUAL EN LA EDUCACION, celebrado el 7 de marzo de 2001 y organizado por la universidad Manuela Beltrán y la empresa proveedora del hardware y software utilizado por nosotros – NATIONAL INSTRUMENTS, donde se ampliaron algunos conocimientos de los docentes en cuestión, con relación al tema a tratar.
3. Los docentes innovadores, el 28 de abril de 2001, tomaron parte en un seminario teórico – practico organizado por la empresa ELECTROSURTIDORA *Instrumentación*, representante único para Colombia de NATIONAL INSTRUMENTS, durante el cual de acuerdo con el programa del evento, estos lograron profundizar sus conocimientos y ejercerse con lo ultimo de la tecnología respectiva.
4. Colaboración con el director del proyecto en relación con la participación del grupo en el XII Encuentro de Geometría organizado por la UPN, la Universidad Distrital y el Grupo Vialtopo del 19 al 21 de junio de 2001, con el fin de formalizar la relación entre los mapas conceptuales y la programación gráfica en LabVIEW.

A parte de los mencionados eventos puntuales, los docentes desarrollaron actividades permanentes relacionados con su formación, así como lo estipulaba el proyecto en consideración, mostrando cada vez más un desarrollo progresivo en sus competencias para trabajar dentro del contexto de nuestra innovación.

En el presente, la Universidad Pedagógica Nacional está en condiciones de mostrar el cumplimiento respecto de las adquisición e instalación de las cuatro tarjetas digitalizadoras de datos AT E MIO 16E- 10. No obstante, el proceso de compra, nacionalización y entrega de las mismas fue muy lento, lo que obstaculizó nuestro trabajo; durante ciertos periodos los avances académicos fueron mínimos, ya que la coordinación del proyecto se reducía a gestiones administrativa y logística. De tal suerte, la innovación fue implementada en una fecha tardía y surgió la necesidad de perfeccionar dos otrosí del contrato.

Se elaboraron e implementaron algunos accesorios Vg.: puntas de medición de voltaje, amperaje, termocuplas, etc. Sin embargo, las facilidades proporcionadas por las tarjetas de adquisición de datos todavía no se pueden utilizar por completo, ya que, al comienzo de las actividades del proyecto, uno de los participantes (I.U.) renunció al puesto de profesor de la UPN (lo que puso fin a su participación en la innovación) y durante el segundo semestre del año en curso (2002) otro miembro de equipo (E.B) murió.

A lo largo de la innovación se han formado dos grupos de estudiantes con intereses especiales en el tema; los participantes del primer grupo, quienes trabajaron (durante 2001) en forma extracurricular con los docentes innovadores, tuvieron a su disposición sólo una tarjeta de adquisición de datos y primordialmente lograron aprender los elementos básicos del LabVIEW. Desde luego, en este periodo no se realizaron indagaciones en el aula de clase. A la fecha los participantes ya son egresados del IPN.

Durante el segundo semestre de 2002 y hasta la fecha, el segundo grupo de estudiantes (los de la muestra piloto), constituido por nueve alumnos de grado décimo, participaron en ciertas indagaciones pedagógicas relacionadas con el trabajo experimental inherente al curso de biotecnología (ver el Anexo I). Aunque, según los docentes innovadores el rendimiento de todos y cada uno de los mencionados estudiantes fue de 100%, los resultados en términos de evaluación cualitativa se presentan en el siguiente cuadro (de acuerdo a los ítems de logros):

1. Respecto del conocimiento del lenguaje LabVIEW todos los estudiantes mostraron cierto interés calificable por encima de lo normal. A la fecha los miembros del grupo piloto pueden programar experiencias básicas sin mayores dificultades. Creemos que para ellos se reforzó considerablemente la competencia interpretativa, lo que no se puede afirmar respecto de los demás estudiantes del curso.
2. No es aplicable en este contexto.
3. Se elaboraron algunos instrumentos virtuales. Sin embargo, todavía existe un grado de dependencia considerable cuando un estudiante se enfrenta a la

necesidad de programar sus herramientas; “aterrizar” una idea y expresarla en números que “realmente funcionan”, es un reto cuya superación se debe conseguir mas adelante.

4. A pesar del tiempo limitado con que hemos contado hasta ahora, se realizaron una serie de mediciones y, es de suponer que los alumnos del grupo piloto logren a establecer hipótesis a partir de ciertas regularidades.
5. Estamos satisfechos con los logros relacionados con el presente punto. Sin embargo, para el coordinador del proyecto (P.N.) es evidente que nuestros estudiantes en general no tienen los hábitos de trabajo en un laboratorio. En realidad, es una tarea para ser llevada a cabo en casi todos los colegios del distrito y se puede afirmar que en este aspecto resalta la utilidad de la hiper guía actualizable de laboratorio y de los laboratorios por computador en general.
6. La red nos ha ayudado. No obstante, sin páginas o portales apropiadas, con más frecuencia ha sido distracción que fuente adicional de conocimiento.

Lo que respecta a la viabilidad de la nueva metodología propuesta a ser desarrollada a partir de nuestra innovación, ciertos resultados se pueden apreciar en las conclusiones así como una actividad modelo puede ser observada el día de la entrega oficial de la innovación.

Por iniciativa del IDEP nuestro equipo participó en la elaboración de un video, donde se pueden apreciar los momentos clave de desarrollo del proyecto. A parte de la mencionada actividad, hemos elaborado un CD propio, referente a los resultados de la innovación.

De acuerdo a nuestros compromisos, se ha participado en los siguientes eventos:

1. Exposición del coordinador del proyecto en el seminario APLICACIONES DE LA INSTRUMENTACION VIRTUAL EN LA EDUCACION organizado por la empresa NATIONAL INSTRUMENTS en Bogotá D.C., Universidad Manuela Beltrán, marzo de 2001.
2. Se organizaron dos socializaciones internas para darse a conocer el proyecto de innovación dentro del Instituto Pedagógico Nacional: la primera respecto de los objetivos y el contenido y la segunda – respecto de los resultados obtenidos hasta la fecha.
3. Aceptación de la ponencia TALLER DE LABORATORIOS POR COMPUTADOR por parte de los organizadores del VI Congreso de la Didáctica en la Enseñanza de las Ciencias, celebrado del 5 al 8 de septiembre de 2001 en Barcelona, España
4. Aceptación de la ponencia LOS MAPAS CONCEPTUALES EN LA INSTRUMENTACION VIRTUAL por parte del Comité Organizador del XIX

Congreso Nacional de Física en Colombia celebrado en Manizales a finales del septiembre del año en curso.

5. Divulgación de la innovación ante los alumnos y profesores de la comunidad escolar de Zipaquirá durante el X Foro de Divulgación de CIUP, celebrado el 20 de noviembre de 2001.
6. Socialización para los grupos de trabajo de la UPN, en el encuentro interno **PERSPECTIVAS DE LA EDUCACION EN AMBIENTES VIRTUALES**, celebrado los días 29 y 30 de noviembre de este año.

A parte de la socialización realizada hasta el momento, se ha publicado un artículo en TEA, la revista de la facultad de ciencia y tecnología de la UPN, No 9, año 2001, pp 60-67. El tema que se trató “Elaboración de programas computacionales mediante lenguajes gráficos a partir de logaritmos sugeridos por aplicación de mapas conceptuales”, es directamente relacionado con el desarrollo de la innovación.

Por otra parte, ya existe la página web del proyecto dentro de la estructura de la portal de la UPN <http://www.pedagogica>, donde, además de la esencia de éste, se pueden encontrar ciertos ejemplos sobre cómo utilizar un lenguaje gráfico en el diseño de laboratorios por computador y en qué consiste la hiper guía actualizable de laboratorio.

También por iniciativa del IDEP el equipo innovador va a participar en el desarrollo de un taller para el programa educativo de Maloca en Bogotá, previsto para el 7 de noviembre de 2002.

Adicionalmente está en proceso de elaboración un ensayo o artículo para el periódico del IDEP “Aula Urbana”.

Conclusiones

La conclusión fundamental, a nuestro modo de evaluar los resultados de la innovación, es la respuesta afirmativa a la hipótesis de que “la informática educativa proporciona todos los medios necesarios para que se lleve a cabo una tarea experimental con mediciones realizadas en tiempo real”, un hecho corroborado lo largo del desarrollo del proyecto.

En relación con la anterior conclusión, es preciso afirmar que las nuevas herramientas, en este caso particular los productos adquiridos de NATIONAL INSTRUMENTS y la hiper guía actualizable de laboratorio elaborada por nosotros, no solamente cambiaron los hábitos de trabajo, sino impulsaron otros tipos de pensamiento y por ende tocaron de manera muy sensible las competencias en ciencias, desde un punto de vista de las experiencias que se dan en los laboratorios escolares. Los resultados obtenidos hasta ahora son en pro de ser considerada una nueva competencia relacionada con las destrezas de diseño de un laboratorio.

Se han llevado a cabo ensayos particulares de uso y prueba de la nueva metodología propuesta (utilizando las tarjetas de adquisición de datos), tanto por fuera de los contextos de las clases de ciencias, como dentro del currículo previsto para la media vocacional del IPN. Las indagaciones abarcaron grupos de alumnos cuya edad oscila entre 14 y 18 años. La comparación con los otros grupos muestra que la mayoría de las expectativas enunciadas en el proyecto (ver también el respectivo capítulo del informe) se han cumplido. Por ejemplo, el trabajo de los estudiantes del grupo piloto se vuelve mucho más creativa, la principal inquietud ya no es de dónde conseguir los equipos necesarios, sino que problemas mas podemos identificar para buscar su solución, muchas veces los estudiantes han podido trabajar en forma independiente y por fin los docentes miembros del equipo innovador ahora ya tienen mas oportunidades para planear en forma coherente los ciclos de experiencias.

Por otra parte, la introducción del hgal nos ha permitido ver ciertas dificultades al ser usada ésta como herramienta de ayuda para el proceso de aprendizaje relacionado con las clases de laboratorio. Tales dificultades (como por ejemplo, desconocer cómo organizar la parte teórica, qué tipo de mediciones realmente son indispensables, como presentar el informe final y con base en qué, etc.) no son características solo para los laboratorios por computador. En realidad, los estudiantes de la media vocacional no ordenan bien el trabajo antes, durante y después de las clases de laboratorio. Hemos

observado como los hábitos de tener actitudes incorrectas cambian con el tiempo gracias a la interacción con el hgal. Sin embargo, el proceso completo no se ha dado debido a la escasez de tiempo – el trabajo en aula “consecutivo” ha durado alrededor de dos meses.

Otro aspecto relacionado con las clases de laboratorio, mas no limitado a éstas, es el manejo dado por los estudiantes a las facilidades que proporciona el Internet. Con el ánimo de dejar abiertas las consultas sobre los temas referentes al marco teórico del laboratorio, se permitió la navegación por la red. No obstante, el efecto no siempre fue positivo, ya que a menudo el acceso al Internet fue una distracción también. Pensamos pues, que el uso de la red es beneficioso para los educandos siempre y cuando la información que se puede conseguir es enfocada en los objetivos de la búsqueda. Tal vez, la creación de redes educativas especializadas, como portales del ministerio de educación o a nivel internacional sea una de las soluciones.

Finalmente, respecto de los objetivos propuestos (ver el proyecto o la parte respectiva del informe) se puede señalar y/o concluir lo siguiente:

- El primer objetivo, aunque con una demora de aproximadamente un año se ha cumplido a cabalidad – las tarjetas de adquisición de datos ya están implementadas en la sala de computo adscrita a los laboratorios de ciencias del IPN;
- En el presente ya existe una propuesta completa respecto de la nueva metodología de trabajo experimental llamada LABORATORIOS POR COMPUTADOR, donde podemos observar el cumplimiento de todas las “exigencias” de que trata el segundo objetivo – es la metodología del hgal y los mapas conceptuales que permiten la negociación del conocimiento a partir de las clases de laboratorio previstas como parte inherente del currículo medio vocacional colombiano;
- Existen cuanto menos, dos maestros del IPN, son los docentes miembros del equipo de innovación, quienes tienen suficientes conocimientos como para continuar con el trabajo de los laboratorios por computador;
- Se han formado dos grupos piloto, el primer en el año 2001 y el segundo en el presente cuyos miembros han tenido la oportunidad de estudiar el lenguaje LabVIEW, hacer laboratorios por computador y continuarán el proceso de la implementación de la nueva metodología;
- Aunque se han comparado los rendimientos del grupo piloto y el resto de los estudiantes del mismo grado y nivel, y los resultados hablan a favor de los primeros, pensamos que es prematuro subrayar las diferencias, en realidad tales estudios requerían mucho más tiempo;
- Todo lo anterior, nos permite tener resultados divulgables y el lanzamiento a nivel distrital tendrá lugar a finales del noviembre de 2002 donde se presentará el CD con los resultados del proyecto;

- La divulgación a nivel nacional e internacional a través de la página web de la UPN permitirá tener una idea precisa de los logros y dificultades de la innovación; nuestra página es incrustada en la portal de la UPN y se mantendrá permanente y actualizada.

El desarrollo del proyecto ***Innovaciones Pedagógicas para los Laboratorios de Física y Ciencias Naturales, orientadas a la Educación Media Vocacional Colombiana a través de la Informática Educativa*** ha mostrado su utilidad y el equipo innovador cree que ha llegado para quedarse y en tal sentido los logros obtenidos hasta ahora podrían considerarse como un preámbulo a los siguientes pasos que se darán por el camino de nuestra innovación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ciencias Naturales y Educación Ambiental. *Lineamientos curriculares* (Áreas obligatorias y fundamentales), MEN, 1998.
2. Olaya, Alexandra C., et al, SERVICIO NACIONAL DE PRUEBAS (SNP- ICFES), Nuevo Examen de Estado (Cambios para el siglo XXI), 2001.
3. Decreto 080 de 1974
4. Decreto 1002 de 1984
5. Gil D. et al, Formación del profesorado de las ciencias y de la matemática. Tendencias, experiencias innovadoras. Editora Popular, Madrid, 1994.
6. Rived Colombia, documentos de mapeamiento, MEN, 2001.
7. Prueba censal ICFES 2000.
8. Pruebas a nivel distrital 1999.
9. Informe Pruebas TIMSS, 2000.
10. Reif F., Teaching problem-solving. A scientific approach. *The Physics Teacher*, may 1983.
11. Rosario O., Jugar y Aprender. Diada Editores, Colección Investigación Enseñanza, Tercera Edición.
12. Bruner, El Desarrollo Cognitivo y Educación. Ediciones Morata, 1998.
13. Muller Scott, Manual de Actualización y Reparación de PC. PRENTICE may, México, 1998.
14. Novak Joseph.D., Gowin Bob B., Aprendiendo a Aprender. Marian Rosa, Barcelona, 1988.
15. Perez R., Gallego-Badillo R., Corrientes Constructivistas. Magisterio, Bogotá, 1995.
16. Ontoria A., Ballesteros A., Cuevas C., Giraldo L., Martín I., Molina A., Rodríguez A. y Velez U., Mapas Conceptuales una técnica para aprender. Narcea, Madrid, 1996.
17. Moreira Marco A., Mapas Conceituais como Instrumentos para Promover a Diferenciação Conceitual Progressiva e a Reconciliação Integrativa, *Ciencia e Cultura*, 32(4), 1980.
18. Anderson Roger O., Demetrius J.O., *Journal of Research in Science Teaching.*, 30, pp. 953-969.

ANEXO I

INSTITUTO PEDAGÓGICO NACIONAL
Área de Ciencias Naturales

PROYECTO CIENCIAS NATURALES AÑO 2002

PROFESORES PARTICIPANTES:

FABIO WILCHES Q.
CESAR H MONDRAGÓN M

OBJETIVOS.

Fomentar el interés por el trabajo científico en un grupo de estudiantes de grado décimo del Instituto Pedagógico Nacional.

Ampliar la cobertura de proyectos de investigación en biotecnología, ofreciendo diferentes líneas de trabajo.

Justificación

Vivimos en una sociedad tecnificada, pero es de esperarse que en los años venideros la tecnología invadirá mucho más nuestra cotidianidad. Es fácil apreciar que la tecnología forma parte de diferentes aspectos de nuestras vidas desde que nacemos hasta que morimos. No obstante y a pesar de la vigencia actual de la tecnología su estatus social y académico es notablemente inferior al de la ciencia. Esta teoría, siempre presente en la civilización occidental, condujo a finales del siglo XIX a que la ciencia moderna se apropiara en gran parte de la

tecnología, subordinándola a lo abstracto y considerándola, en el mejor de los casos, una mera aplicación de los conocimientos científicos teóricos. Se estableció así un modelo de dependencia jerárquica de la tecnología respecto de la ciencia "pura"; modelo que, pese a su aparente ingenuidad, resultaba interesado y nada ajeno a las demandas de los científicos académicos a la sociedad de más fondos y recursos para sus investigaciones. Esta imagen deformada se ha venido sosteniendo acriticamente hasta nuestra época, ocultando así las profundas relaciones que existen entre técnica y ciencia, así como las interacciones entre la construcción de las teorías científicas y los conocimientos producidos por las tecnologías, tal como lo muestra claramente el desarrollo histórico y social de la ciencia y la tecnología. El presente proyecto pretende juntar de alguna manera estas dos herramientas del conocimiento, brindando a los estudiantes la oportunidad de conocer y vivenciar algunos aspectos del trabajo científico.

Propósito

El curso pretende proporcionar al estudiante las herramientas para abordar los problemas enfocándolo desde un punto de vista científico, diferente al sentido común. Al final, el estudiante podrá planear sus experimentos mediante la elaboración sucesiva de diseños experimentales y estará capacitado para interpretar sus resultados experimentales y aplicar técnicas de optimización. Temas: 1) Introducción al diseño de experimentos. 2) Correlación y regresión. 3) Modelos aleatorios y de bloques. 4) Modelos factoriales. 5) Optimización.

VIGENCIA DEL PROYECTO

Año 2002 a 2003

LÍNEAS DE TRABAJO

Para cumplir con los objetivos propuestos, se pretende ofrecer a los estudiantes la oportunidad de explorar un poco sobre las siguientes líneas de trabajo:
En el campo de la biotecnología, es posible trabajar en los siguientes aspectos:

- Microbiología,

- Biología celular y molecular
- Bioquímica y nutrición
- Cultivo de tejidos in vitro,
- Aplicaciones de la química en la industria,
- Fitoquímica
- Uso y aplicación de las nuevas tecnologías de la información y comunicación en la investigación.

Microbiología

Aquí se trabajarán tópicos relacionados con el cultivo de microorganismos como bacterias y hongos con el objeto de realizar diferentes pruebas de respuesta ante diversos estímulos químicos y físicos

Biología Celular y Molecular

Este curso proporciona los conocimientos básicos sobre la estructura, composición y funcionamiento de todos los elementos que componen las células y estudia la diversidad de capacidades en biosíntesis y degradación de los materiales celulares, los diferentes fenómenos fisiológicos y bioquímicos del crecimiento y la generación de energía. Lo anterior permitirá un empleo racional de los microorganismos en la investigación aplicada, como es en el diseño de procesos biotecnológicos. Temas: 1) Estructura y composición química de la célula. 2) Fenómenos fisiológicos asociados a la membrana. 3) Fisiología del crecimiento celular. 4) Metabolismo de compuestos carbonados y generación de energía. 5) Metabolismo del nitrógeno. 6) Metabolismo del azufre y fósforo.

Con respecto a la biología molecular plateamos como propósito el proporcionar al estudiante de biotecnología los conocimientos fundamentales para entender la estructura y función del material hereditario. Familiarizar al estudiante con las herramientas de ingeniería genética y de biología molecular de mayor uso en la biotecnología molecular. Revisar, discutir y profundizar en los tópicos de biotecnología molecular presentes y futuros de mayor impacto. Temas: 1) Introducción a la revolución de la biotecnología molecular. 2) Tecnología del DNA recombinante. 3) Procedimientos de investigación molecular. 4) Expresión genética en organismos procariontes. 5) Producción de proteínas heterólogas en eucariontes. 6) Mutagénesis dirigida e ingeniería de proteínas. 7) Tópicos

selectos de biotecnología molecular.

Bioquímica y nutrición.

Los objetivos son revisar los conceptos sobre las propiedades bioquímicas de los alimentos, sus interacciones con otros compuestos y los principales cambios que ocurren durante los procesamientos, conservación y almacenamiento. Proporcionar los conocimientos básicos de la nutrición y toxicología relacionados con la función de los constituyentes de los alimentos, factores antinutricionales y xenobióticos presentes de manera natural, incorporados intencionalmente o adquiridos durante los procesos. Temas: 1) Agua. 2) Carbohidratos. 3) Lípidos. 4) Proteínas. 5) Introducción a la Nutrición. 6) Aspectos bioquímicos de la nutrición. 7) Bioenergética. 8) Valoración nutricional de los alimentos. 9) Factores que afectan la calidad nutricional de los alimentos. 10) Agentes tóxicos presentes en los alimentos. 11) Xenobióticos intencionales en los alimentos. 12) Agentes microbianos tóxicos en alimentos. 13) Análisis toxicológico de sustancias contaminadas.

Biotecnología ambiental. Tiene por objetivo el revisar conceptos de ecología y de depuración biológica de aguas, gases y sólidos. Temas: 1) Ecología básica. 2) Fundamento de biodegradación. 3) Depuración biológica de agua. 4) Tratamiento de residuos sólidos. 5) Tratamiento biológico de gases.

Cultivo de tejidos In Vitro

Se proporcionarán al estudiante los aspectos básicos sobre las diferentes estrategias biotecnológicas en la regeneración de plantas mejoradas y producción de metabolitos de interés industrial por cultivos de células u órganos vegetales. Temas: 1) Introducción. 2) Propagación. 3) Mejoramiento de células vegetales. 4) Manipulaciones del metabolismo de plantas. 5) Plantas y su entorno ambiental. 6) Impacto de la biotecnología vegetal.

Aplicaciones de la química en la industria

Se pretende con esta línea de trabajo, realizar ensayos donde el estudiante compruebe experimentalmente como la química se aplica en la industria. Los productos fabricados como jabones, cremas, polímeros, perfumes, medicamentos etc. Serán utilizados para realizar algunos ensayos microbiológicos de tal manera que pueda haber integración entre las diferentes líneas de trabajo que son ofrecidas.

Fitoquímica

Los estudiantes aprenderán las técnicas para la extracción y purificación de metabolitos secundarios de partes de vegetales además aprenderán a realizar las diferentes pruebas químicas y físicas para determinar la clase de metabolitos aislados, con el ánimo de hacer posteriormente pruebas fisiológicas con micro y macroorganismos.

Uso y aplicación de las nuevas tecnologías de la información y comunicación en la investigación.

El avance científico va de la mano con la utilización de la tecnología, por lo tanto es necesario el uso y la aplicación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación como una herramienta para el desarrollo de la ciencia. Se pretende que los estudiantes en general aprendan a aplicar la tecnología en todos los campos de la ciencia. Específicamente se trabajará la microfotografía digital, la digitalización de imágenes analógicas y en general los multimedia. Lo anterior con el objeto de crear una base de datos gráfica producto del trabajo anterior.

Bibliografía

Skoog/ West/ Holler. (1997). Química analítica. McGraw Hill. México.

Pelczar/ Reid/ Chan. (1977), Microbiología. McGraw Hill. México.

Stansfield, William. (1997). Genética. McGraw Hill. Colombia.

Dominguez, Xeorje. (1983). Métodos de Investigación Fitoquímica. Limusa. Mx.

Center for Genetic Engineering and Biotechnology. (1999). Advances in modern Biotechnology. Habana Cuba.

Manual de medios de cultivo. (1994). Merck.

ANEXO II

PEI del IPN

“Entendida la visión como el horizonte hacia el cual se dirigen los esfuerzos educativos, es de pensarse que ésta tiene directa relación por un lado, con los planteamientos constitucionales sobre la conformación de una sociedad “...pluralista, democrática, participativa, fundada en el respeto de la dignidad humana, en el trabajo y la solidaridad de las personas que la integran y en la prevalencia del interés general”. Y por otro lado, con el sentido de educación que allí se contempla: “La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social: con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica y a los demás bienes y valores de la cultura”.

“El Instituto Pedagógico Nacional en su carácter de Institución educativa nacional, pública y estatal como parte integrante de la Universidad Pedagógica Nacional ratifica en su visión:

- El carácter de Nacional, en su compromiso de pensar la educación y contribuir al desarrollo educativo y cultural de las diferentes regiones del país desde una perspectiva de nación.
- El carácter de educación pública y estatal radicado en asumir el compromiso que el Estado tiene con la formación de sus ciudadanos y con la construcción del proyecto político, cultural y ético de la Nación.”

“Lo anterior implica que también se tenga como horizonte la formación del nuevo ciudadano que sea capaz de:

- Poseer la sensibilidad y capacidad de asombro frente a fenómenos y eventos naturales y sociales.
- Ser autónomo dentro de un programa de afectividad y desarrollo del pensamiento que conduzca a la cultura de la paz, al desarrollo social y a la realización personal.
- Interiorizar valores para la convivencia humana buscando niveles de equidad, reciprocidad y justicia.

- Generar un proceso de apropiación de los principios básicos de la cultura como fundamento para su transformación.
- Propiciar un ambiente interpersonal y grupal creativo para lograr mejores niveles de salud física, mental y social dentro de la comunidad educativa.
- Valorar, disfrutar y participar en las manifestaciones culturales universales, nacionales y regionales.
- Entender críticamente y actuar con compromiso frente a las decisiones estatales que afecten a la comunidad.”

Y para resumir:

“Esta visión tendrá relación directa con la misión pedagógica que ha caracterizado al instituto durante muchos años además, del aporte dado por la Universidad en su condición de innovación y experimentación:

Guiar a la juventud y a los niños, hacia el liderazgo, inspirada en el ideario de la formación de maestros que se posee por su experiencia y a su vez ser una institución de experimentación e innovación educativa y pedagógica de la Universidad Pedagógica Nacional.

Los objetivos específicos del IPN según el PEI son:

Ofrecer al estudiante un ambiente educativo propicio para el fomento de los múltiples desarrollos basados en los parámetros de la Constitución Nacional, los avances de la ciencia y los requerimientos de la Ley 115 y del Plan Decenal Educativo.

Generar interacciones pedagógicas en beneficio de toda la comunidad educativa.

Llevar a cabo un trabajo amplio de proyección a la comunidad haciendo del IPN un polo de desarrollo de ésta.

Fomentar la adquisición de una conciencia y de unas competencias ciudadanas que faciliten la convivencia armónica y el desarrollo local.

UNA APLICACIÓN MUY DIDÁCTICA

Por Plamen Nechev
Prof. Asociado UPN

INTRODUCCIÓN

La noción del mapa conceptual, hasta donde hemos podido indagar, por primera vez aparece a mediados de los años ochenta en los trabajos de Novak y Gowin ¹. Como consecuencia de una rápida aceptación, surgen propuestas y desarrollos tanto en las distintas áreas del conocimiento, como en diversos grupos de países con diferentes grados de desarrollo y tendencias culturales, convirtiéndose esta noción en el presente en "algo" bastante común (mas no trivial) dentro del pensamiento pedagógico contemporáneo.

En tal sentido, no es de extrañar que en el ámbito de las investigaciones e innovaciones referentes a las ciencias naturales en general, y en física en particular, han surgido ciertos desarrollos en el tema. Enfocándonos en la región latinoamericana debemos mencionar los aportes de Marco Antonio Moreira ², quien desde la perspectiva de la física ha buscado, y creemos encontrado, aplicaciones para los mapas conceptuales. A nivel nacional, y con el ánimo de recalcar los desarrollos del tema que se dieron en la Universidad Pedagógica Nacional, debemos mencionar el trabajo de Pérez R. y Gallego-Badillo R. ³, ambos profesores del Departamento de Química de la UPN. En realidad, el responsable de la presente ponencia se familiarizó con las aplicaciones de los mapas conceptuales, durante el proceso de desarrollo de ciertas tareas colaborativas llevadas a cabo con algunos profesores del mencionado departamento.

Si bien la elaboración de mapas conceptuales, al plasmar los conceptos por medio de dibujos actualizables permanentemente mediante desarrollos gráficos, permite que el estudiante llegue a tener conciencia de su propio proceso cognitivo, lo cual facilita una enseñanza de corte constructivista, hoy por hoy existe un inconveniente considerable: el uso de los mapas conceptuales adolece de la ausencia de una definición precisa y concisa sobre ¿qué es un mapa conceptual? Puede parecer paradójico, pero sí existen muchas "definiciones" que se "complementan" dando a conocer los diferentes aspectos de los mapas conceptuales; luego, estamos en una situación habitual para los científicos donde las múltiples caras de una nueva noción no permiten entrever claramente la esencia de ésta.

Siguiendo este orden de ideas, el mapa conceptual se puede definir de muchas formas de acuerdo con la aplicación que se desee del mismo, sin embargo, existe una característica fundamental que lo diferencia de otros tipos de esquemas, y es que permite a los estudiantes hacer una organización jerárquica de los conceptos que se mezclan en un tema, relacionándolos entre sí por expresiones llamadas conectores. En consecuencia, según el propio Novak ¹ y como lo menciona A. Notoria ⁴ (además Ontoria, Ballesteros, Cuevas, Giraldo, Martín, Molina, Rodríguez y Veles, 1996), tenemos varias definiciones para lo que habitualmente se denomina mapa conceptual.

De acuerdo a lo citado, el mapa conceptual es:

1. Una *estrategia*: "Procuraremos poner ejemplos de experiencias sencillas, pero poderosas en potencia, para ayudar a los estudiantes a aprender y para ayudar a los educadores a organizar los materiales que se van a aprender" (Novak y Gowin ¹, 1988, p. 19);

o

2. Un *método*: "La construcción de mapas conceptuales (...), que es un método para ayudar a los estudiantes y educadores a captar el *significado* de los materiales que se van a aprender" (*Ibid.*);

o

3. Un *recurso*: "Un mapa conceptual es un recurso esquemático para representar un conjunto de significados conceptuales incluidos en una estructura de proposiciones" (*Ibid.*);

entre otras cosas.

Ahora bien, si añadimos algunas "definiciones" manejadas por los seguidores de Novak y los demás investigadores, un mapa conceptual se consideraría también un *esquema*, *expresión gráfica de ideas y/o conceptos*, un *algoritmo*, una *jerarquía*, etc. Por tal motivo, a pesar de que algunas definiciones se parecen entre sí y quizá enfocan aspectos

similares de los mapas conceptuales, la definición, en términos científicos rigurosos, brilla por su ausencia.

Por otra parte, una situación así es típica en determinados periodos del desarrollo de las ciencias. La revisión aún superficial de la historia de la física y la química, nos enseña que antes del surgimiento de una comprensión verdadera de cualquier idea prolifera, ha habido atascamientos hasta la llegada de la formulación de una definición precisa. Así pues, nuestra primera intención es proponer una definición formal para la noción de un mapa conceptual y, en segundo lugar, mostrar una posible aplicación de los mapas conceptuales a la programación gráfica.

LAS CATEGORÍAS Y LOS MAPAS CONCEPTUALES

Veamos en breve como se define una categoría abstracta ⁵. Es una construcción matemática donde se distinguen dos tipos de "elementos", a saber: objetos y morfismos. Los objetos, en general, pueden tener estructuras internas; por ejemplo, ser dotados con lo necesario para convertirlos en espacios lineales o topológicos, grupos, etc. Los morfismos se establecen entre dos objetos (parejas) direccionalmente y como caso particular, en una pareja un objeto puede ser repetido.

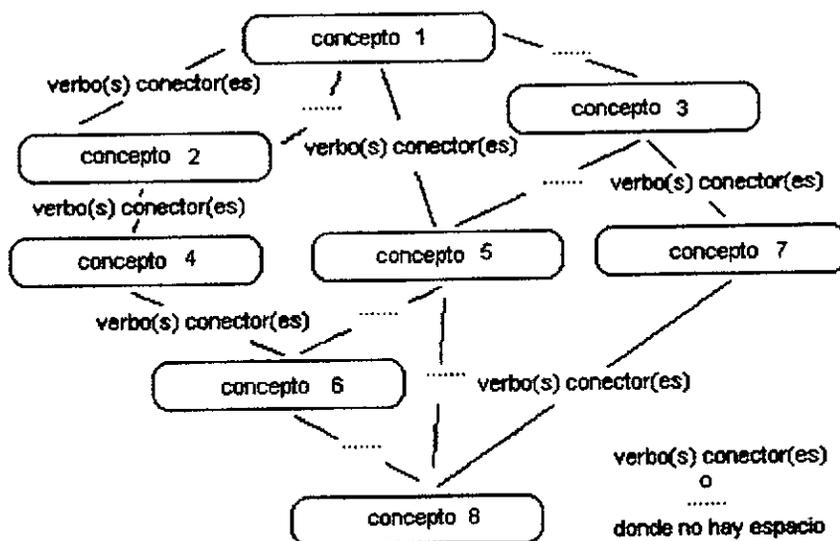
Por razones inherentes a la teoría de los conjuntos, se requiere que los objetos de una categoría formen una clase. Entonces, a cada dos objetos ordenados en pareja (A, B) , se hace corresponder un conjunto de morfismos $hom(A, B)$, usando para los morfismos individuales varias notaciones, por ejemplo $u: A \longrightarrow B$, etc. La definición matemática de categoría exige que entre los morfismos exista una ley de composición asociativa, de tal suerte que, si estamos considerando los tres objetos A, B , y C de una categoría, organizándolos en parejas (A, B) y (B, C) , se pueda afirmar que para cada dos morfismos seleccionados en forma respectiva de las dos parejas, dentro de $hom(A, C)$, haya uno que viene como composición de éstos. Además, se deben cumplir dos requerimientos:

- Las parejas de tipo (A, A) siempre poseen entre sus morfismos el idéntico, el cual se define a partir del hecho que la composición (permitida) de cualquier morfismo con el morfismo idéntico, da como resultado el morfismo en cuestión;
- Si las parejas (A, B) y (A', B') no coinciden (es decir, no ocurra que $A = A'$ y/o $B = B'$) entonces, no tienen morfismos comunes.

Por otra parte, es importante mencionar que en ningún caso estamos obligados a interpretar los morfismos como una especie de funciones, a pesar de que en la mayoría de las veces eso es lo que se da.

Para el reconocimiento de un mapa conceptual como una categoría, hay que estandarizar la elaboración de éstos. Atando cabos vemos que, según los trabajos citados en la introducción (ver además la bibliografía y de un modo más específico ^{9, 10}), gráficamente el mapa conceptual consiste en nociones ubicadas en unos recuadros ovalados, llamados nodos, y conectores direccionales con las respectivas descripciones verbales

A continuación se presenta un mapa conceptual abstracto, donde los conceptos vienen enumerados de uno a ocho y los conectores incluyen diferentes expresiones verbales. La dirección de los conectores (o dicho de otra manera, el sentido de las flechas), pueden apuntar tanto de arriba hacia abajo como viceversa; este último hecho depende del caso concreto representado por el mapa. Lo que no se permite es la bidireccionalidad, algo que hemos detectado en algunas ocasiones y desde luego, pueda parecer como una restricción impuesta sobre la manera de construir mapas conceptuales. Sin embargo, es fácil de percatarnos que tal restricción no es de carácter esencial sino superflua.



Desde otra perspectiva, deberíamos preguntarnos qué suerte de conceptos hay que considerar para no volver nuestras construcciones inabarcables. Sin pretender especificar todos los conceptos que hoy día existen en ciencias, podemos limitarnos a los básicos de física y química; un número que no sobrepasaría varios miles. Como conceptos básicos se entienden aquellos cuya existencia y definición ya no genera controversias antagónicas entre los miembros de la comunidad científica.

Es evidente, que la construcción es también lingüística, ya que las oraciones y su composición dependen de la lengua mediante la cual se está creando el mapa conceptual.

Nosotros nos estamos limitando a los idiomas de procedencia indoeuropea y de manera más puntual hemos pensado sobre ejemplos escritos en primer lugar en castellano, pero también en inglés, ruso y alemán. La última elección se ha dado con base en dos criterios:

- nuestro conocimiento, de una forma más o menos satisfactoria, de estas lenguas;
- su representatividad dentro del grupo de lenguas indoeuropeas, puesto que en algunas están presentes los géneros, en otras existen inclinaciones, además del uso de diferentes alfabetos, etc.

La conclusión ha sido que un mapa conceptual, elaborado mediante alguno de estos idiomas, no cambia sustancialmente cuando se traduzca al otro del mismo grupo; hasta se puede afirmar que con frecuencia los cambios son triviales. Desde luego, la formalización que se pretende aplicar estaría en coherencia con la anterior conclusión puesto que, las matemáticas no deberían depender de las expresiones lingüísticas utilizadas.

Lo anotado no menospreciaría otras investigaciones, al contrario, sería interesante observar mapas conceptuales desde el punto de vista de los demás idiomas; sin embargo, una consideración de tal envergadura queda por fuera de nuestras investigaciones.

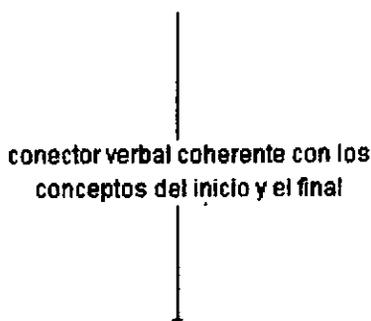
Ahora bien, gracias al hecho de ser entremezcladas las expresiones de la lengua cotidiana con la rigurosidad de un lenguaje científico, al ser construido un mapa conceptual, los conectores raras veces son únicos y en general están permitidas múltiples formas de lograr el mismo mapa pero, con diferentes expresiones verbales. Aún más, si por alguna razón hay que considerar de manera repetida cierto nodo en el mismo mapa, podemos en forma trivial decir que el *concepto* allí mencionado, es el mismo *concepto* utilizando conectores como *es*, *es idéntico a*, *coincide con*, etc., los cuales para nuestros fines desempeñarían el mismo papel. También, en principio, para cualesquiera de dos nodos de un mapa, existe(n) conector(es) lógicamente viables aunque a menudo “invisibles”.

Todo el trabajo anterior nos permite establecer la categoría de los mapas conceptuales. Vamos a definir los mapas conceptuales como una categoría cuyos objetos son los nodos conceptuales del mapa. En cierto sentido, esta parte suele ser independiente del idioma utilizado debido al hecho que los conceptos básicos en ciencias ya están bien establecidos internacionalmente; es decir, la cuestión se reduce a una traducción correcta.

Los morfismos de un objeto a otro, explícitos o no (visibles sobre el papel o no), son todos los conectores cuyos verbos están en concordancia con el sentido científico de la expresión. De lo que se había mencionado con anterioridad, podemos deducir que, una pareja de objetos idénticos dentro de una categoría, por lo menos posee el morfismo idéntico consistente en la flecha con el verbo *es*.

Veamos ahora, cómo esta interpretación de los mapas conceptuales da cumplimiento a la definición de categoría:

- Aceptando los nodos de un mapa conceptual en calidad de objetos de una categoría en particular, es posible a cada dos conceptos A y B , hacer corresponder su conjunto de morfismos $hom(A, B)$, consistente en todos los conectores: lógica, lingüística y científicamente viables, siempre teniendo en cuenta que, un conector tiene su inicio en un nodo, incluye una parte verbal y termina en otro nodo



permitiéndonos de vez en cuando no explicitar o dibujar las flechas cuando el sentido se sobreentiende desde el contexto;

- La composición de dos conectores se puede definir como un conector directo desde el primer concepto hasta el tercero, algo que siempre es posible gracias a nuestro consenso de considerar también conectores implícitos;
- Para un concepto cualquiera el morfismo idéntico $i: A \longrightarrow A$ se representaría por la afirmación trivial (como ya se mencionó tal adición expresa el simple hecho que A es A);
- Lógicamente, un conector no puede servir simultáneamente a dos diferentes parejas de conceptos puesto que cuanto menos comenzaría o/y terminaría en diferentes nodos;
- Por último, la asociatividad se verifica en forma trivial gracias al hecho que las oraciones carentes de separadores (por ejemplo, comas, punto y comas, guiones, etc.) son asociativas desde el punto de vista del sentido común expresado.

Está claro, que las categorías de un número restringido de conceptos, que habitualmente se manejan en el aula de clase, se considerarían como una subcategoría de la categoría de los mapas conceptuales (la cual no obligatoriamente, aún raras veces, resultaría completa).

Desde otra perspectiva, también es posible interpretar los diagramas de flujo como una categoría. Es necesario mencionar que aplicarían ciertas restricciones, o sea, quizá no todo lo que se entiende como un diagrama de flujo puede ser aceptable desde el punto de vista de la teoría de las categorías. Sin embargo, las posibles limitaciones no impiden realizar en esencia el mismo trabajo. Por un lado, para fijar ideas y por otro, teniendo en cuenta nuestras necesidades, nos limitaremos a los diagramas de flujo usados en el lenguaje gráfico LabVIEW de NATIONAL INSTRUMENTS ^{6, 7, 8}. Tal paso asegura unas reglas de construcción claras y rigurosas a diferencia de los lineamientos que habitualmente se dan cuando se elabora un diagrama de flujo a mano alzada.

De modo análogo vamos a identificar los objetos y los morfismos dentro de los diagramas de flujo, a partir de una identificación de los conceptos referentes a magnitudes, algo particular pero sutil si de mediciones se trata. Enfocándonos en las definiciones empíricas de las magnitudes (físicas o químicas) podemos aceptar como objetos para nuestra nueva categoría, los ítems que permitan sus mediciones. Paso seguido, agreguemos a éstos los objetos obtenidos a través de operaciones matemáticas, es decir, los ítems que los representan. Un nodo (o ítem) puede simbolizar la misma operación, pero si se encuentra dos o más veces en el diagrama, se consideraría como otro objeto puesto que representaría diferentes conceptos.

Los morfismos de la categoría de los diagramas de flujo se establecen de acuerdo a las líneas de ejecución del respectivo programa. De nuevo, formalmente se deberían agregar los morfismos triviales para parejas de objetos idénticos y conectores abstractos invisibles en la pantalla cuando de completar la idea se trata; lógico: estos objetos repetidos (así como líneas de ejecución sobrantes) generarían un error sobre la ventanilla de programación para LabVIEW, lo que no nos debe preocupar ya que el compilador no funciona con base en los criterios matemáticos aplicables sobre categorías sino, tiene la función de “translar” el programa con reglas y de la manera más sencilla posible.

Entonces, la composición de dos morfismos se puede considerar como una conexión invisible cuya asociatividad es evidente por la definición establecida anteriormente. Así mismo, los morfismos idénticos nunca aparecerán sobre la ventanilla, no obstante, su introducción teórica es completamente correcta.

Lo anterior hace viable la consideración como categorías de un amplio subconjunto de los diagramas de flujo reglamentados por el lenguaje LabVIEW. Es obvio también, que los símbolos que no representan medición y/o definición de magnitudes (o por lo menos, alguna operación válida sobre éstas) quedaran por fuera de los objetos de la última categoría.

LAS APLICACIONES MATEMÁTICAS Y LOS FUNCTORES ENTRE LAS CATEGORÍAS

Es a penas lógico que una vez establecidas dos o más categorías se vuelve interesante buscar ciertas comparaciones entre éstas. Y como es habitual en el contexto matemático, el emprendimiento de tal procedimiento se realiza a través de construcciones que mapean una categoría en o sobre otra. Gracias al hecho de que cada categoría tenga dos tipos de elementos es comprensible que tal mapeamiento “dibuja” un objeto de la primera en otro objeto de la segunda, mientras que la imagen de un conector tenga en calidad de punto de partida otro conector de la primera categoría.

A continuación realizaremos un intento de establecer una aplicación desde la categoría de los mapas conceptuales hacia (en) de ésta de los diagramas de flujo, ambas establecidas en los términos de las definiciones anteriores, cuyo fin es el de obtener una ayuda didáctica para la enseñanza de programación gráfica.

Las reglas de correspondencia son las siguientes:

- A un concepto, consistente en una magnitud medible en forma directa, se hace corresponder el ítem ubicado dentro de la ventanilla de programación, el cual representa la parte del instrumento virtual responsable de efectuar dicha medición; es decir, una subrutina que controla directa y específicamente el software primario NI – DAQ.
- En caso de buscarse la imagen de una magnitud cuya definición o introducción se logra a través de un procedimiento matemático se le hace corresponder el bloque de fórmulas de LabVIEW o si la(s) operación(es) es(son) elemental(es) el(los) respectivo(s) ítem(s).
- Si existen conceptos los cuales no se representan claramente por una magnitud, se les pueden asignar uno o varios objetos ficticios de las categorías de los diagramas de flujo, pensando en conexiones ficticias también; es de esperar, que en la mayoría de los casos (si no en todos), es posible mapear tal tipo de objetos en los ítems de medición o cálculo que les son afines.
- Cuando en un mapa conceptual los conectores según su direccionalidad forman un “círculo” cerrado, es un claro indicio de que todos los conceptos involucrados se deben mapear en un sólo objeto de la categoría de los diagramas de flujo y este objeto es un bucle (independientemente que sea FOR o WHILE).

Ahora bien, si queremos que la aplicación en cuestión pueda llegar a ser un functor covariante hay que conseguir también lo siguiente:

- Un morfismo entre dos conceptos (perteneciente sin duda alguna a la categoría de los mapas) se representaría mediante nuestro functor por la conexión entre los dos ítems del diagrama de flujo o, sería el respectivo morfismo idéntico, si ambos nudos conceptuales apuntan a un solo ítem.
- Los morfismos idénticos de la categoría de los mapas conceptuales, por definición, se pueden mapear sobre los morfismos idénticos asignados a las respectivas imágenes de la ventanilla de programación.
- La imagen de la composición de dos morfismos en la categoría de los mapas conceptuales se puede presentar como composición de las imágenes de los morfismos respectivos, si se toman en cuenta todos los conjuntos de morfismos en la categoría de los diagramas de flujo; es decir, tanto explícitos como implícitos.

Desde luego, es bastante fácil ver que prácticamente ninguno de los morfismos es epimorfismo o isomorfismo así como ni el functor propuesto pueda ser una equivalencia. No obstante, las últimas anotaciones no disminuyen las esperanzas respecto de la utilidad de corte didáctico de la aplicación desde la categoría de los mapas conceptuales en la categoría de los diagramas de flujo.

LAS BONDADES DE UNA DEFINICIÓN RIGUROSA DE LOS MAPAS CONCEPTUALES

Las bondades de conseguir una definición rigurosa, al menos matemáticamente hablando, en nuestra opinión, pueden ser múltiples. Finalicemos con una posible y preliminar enumeración de éstas comenzando de las de carácter común y terminando con el caso específico de la programación gráfica.

- El entendimiento de un mapa conceptual como una categoría concreta en términos matemáticos, permitiría partir de una definición unificada de algo que hasta ahora en cierto grado ha tenido un uso mas bien empírico;
- El manejo de los mapas conceptuales como categorías, independizaría la noción de un mapa del idioma utilizado para su creación y en consecuencia, eliminaría los malentendidos debidos a cuestiones lingüísticas;
- El uso en casos concretos de las categorías y los funtores como lo han hecho siempre, permitirían distinguir bien entre lo trivial y lo nuevo en las aplicaciones específicas, basta con un ejemplo: las componentes contravariantes y covariantes dentro del calculo tensorial pueden ser un dolor de cabeza si no se tiene en cuenta el carácter de las categorías donde ubicamos dichos espacios;

- Finalmente, la aplicación de un functor desde las categorías que definen los mapas conceptuales a éstas de los diagramas de flujo usados en la programación gráfica, podría convertirse en una herramienta didáctica poderosa al enfrentarse el maestro a la necesidad de explicar en forma concisa y clara los problemas dejados a los estudiante para trabajo en alto grado independiente, sin una supervisión de corte conductivista.

BIBLIOGRAFÍA

1. Novak J.D., Gowin B.B. *Aprendiendo a aprender*, Barcelona (traducción del ingles), 1988.
2. Moreira M.A. Mapas Conceituais como Instrumentos para Promover a Diferenciação Conceitual Progressiva e a Reconciliação Intergrativa. *Ciencia y Cultura*, 32(4), pp.474-479, 1980.
3. Pérez R., Gallego R. *Corrientes Constructivistas*. Bogotá : Cooperativa Editorial del Magisterio, 1995.
4. Ontoria A., Ballesteros A., Cuevas C., Giraldo L., Martín I., Molina A., Rodríguez A. y Velez U. *Mapas Conceptuales una técnica para aprender*. Madrid, Narcea, 1996.
5. Ion B., Deleanu A. *Introduction to the Theory of Categories and Functors*. Pure and Applied Mathematics, a Series of Texts and Monographs, vol. XIX, London – New York – Sydney, 1965.
6. *G Programming Reference Manual, (BridgeVIEW and LabVIEW)*, NATIONAL INSTRUMENTS, January 1998 Edition, Austin, Texas.

Function and VI Reference Manual, (LabVIEW), NATIONAL INSTRUMENTS, January 1998 Edition, Austin, Texas.

PC – Based Vision, Solutions, NATIONAL INSTRUMENTS, 2000.
7. Nechev Plamen N. *Importancia Pedagógica de la Informática Educativa en el Laboratorio de Física de la Escuela Secundaria*. Memorias de la VII Conferencia Interamericana de Educación en Física, del 3 al 7 de julio de 2000, Canela, Brasil.

8. Nechev Plamen N., Duarte Mónica. Elaboración de Programas Computacionales mediante Lenguajes Gráficos a partir de Logaritmos Sugeridos por Aplicación de Mapas Conceptuales. *TEA Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la UPN*, 9, pp. 60-67, 2001.
9. Markham K. M., Mintzes J. J. and Jones M. G. *Journal of Reseach in Science Teaching*, 31, pp. 91-101, 1994.
10. Porlan R., Garcia J. E. y Canal P. *Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias*. Sevilla: Diada., 1995.
11. Anderson O. R. and Demetrius O. J. *Journal of Reseach in Science Teaching*, 30, pp. 953-969, 1993.
12. Ruiz-Primo M. A. and Shavelson R. J. *Journal of Reseach in Science Teaching*, 33, pp. 569-600, 1996.

Hiperguia Actualizable de Laboratorio

En el contexto de las necesidades del trabajo experimental, las ideas anteriores nos llevaron a proponer el diseño de un software específico que aparte de las facilidades del hipertexto permitiera el desarrollo adecuado de las clases de laboratorio. Tan pronto se inició el trabajo sobre la nueva propuesta inmediatamente quedó claro que, si bien el aprovechamiento efectivo de un sistema hipermedial implica destrezas de búsqueda y recuperación de información, las cuales desde luego no están típicamente asociadas a la lectura de un texto impreso (incluyendo la guía clásica de laboratorios), para el hgal se necesitarían otras y mayores competencias. Ahora, el estudiante no solamente tiene que procesar un documento hipermedial como lo haría el buen lector (convertido en un ciber navegante) tomando decisiones sobre qué información necesita, cómo y cuándo obtenerla, sino el alumno al desempeñar el papel de investigador está obligado a realizar todo el proceso de diseño del laboratorio en cuestión y por ende de la programación de los instrumentos virtuales de medición. De su turno la aplicación de una clase de mapas conceptuales podrían servir como una ayuda didáctica espléndida durante el proceso de programación gráfica.

La hiperguia actualizable de laboratorio tiene como objetivo principal brindar la oportunidad al estudiante para que éste pueda desarrollar una tarea experimental específica a partir de sus propios conocimientos y ciertas indicaciones, en alto grado no encasillantes. Por lo demás, el problema se plantea como un micro proyecto y para dar con la respuesta se siguen las pautas de la estrategia de resolución de problemas. Con el fin de tener un software de cierto modo auto suficiente, la hiperguia actualizable de laboratorio debe responder a una serie de exigencias entre las cuales hay que destacar la posibilidad de obtener información básica respecto del laboratorio en cuestión, por parte del alumno, facilidades para la simulación del fenómeno estudiado y el diseño de los instrumentos virtuales de medición, así como la construcción y conservación de las gráficas y los otros elementos pertinentes que servirían en el proceso de elaboración del informe final.

De acuerdo con las anteriores necesidades, se diseñó un software que básicamente incluye cuatro links diferentes, a saber: un espacio donde el profesor de práctica anota las formulas estrictamente necesarias con las respectivas instrucciones para ser usadas por el alumno; otro segmento para poder, a través de un hipervínculo, llamar programas de emulación o simulación del fenómeno por investigar (se supone que el estudiante va a utilizar productos ya elaborados y proporcionados por el maestro o encontrados en el Internet), y un determinado número de archivos para guardar diagramas, textos, información de identificación, etc.; sin embargo, la parte principal del hgal es el espacio donde el alumno desarrolla y archiva los instrumentos virtuales de medición según la jerarquía de estos. Las últimas palabras se refieren al proceso de ordenar los instrumentos virtuales como subinstrumentos e instrumentos principales, de tal suerte, que el estudiante pueda utilizar los resultados de una experiencia anterior en el diseño y mediciones posteriores. La nueva metodología permitiría tanto el desarrollo en forma coherente de la totalidad de ciclo de laboratorios, como la participación activa del alumno en la construcción de su propio conocimiento durante de los diferentes pasos de elaboración de los instrumentos virtuales y el seguimiento efectivo de tal proceso por parte del docente encargado.

El primer espacio del hgal es preestablecido e inmodificable por parte del alumno, y además guarda el encabezado de la respectiva institución que habitualmente hay que aparecer al inicio de cada informe. Una vez entregado el disquete con el desarrollo completo del ciclo de laboratorios (o una parte de éste) el profesor tiene el acceso para grabar sus observaciones y la respectiva evaluación.

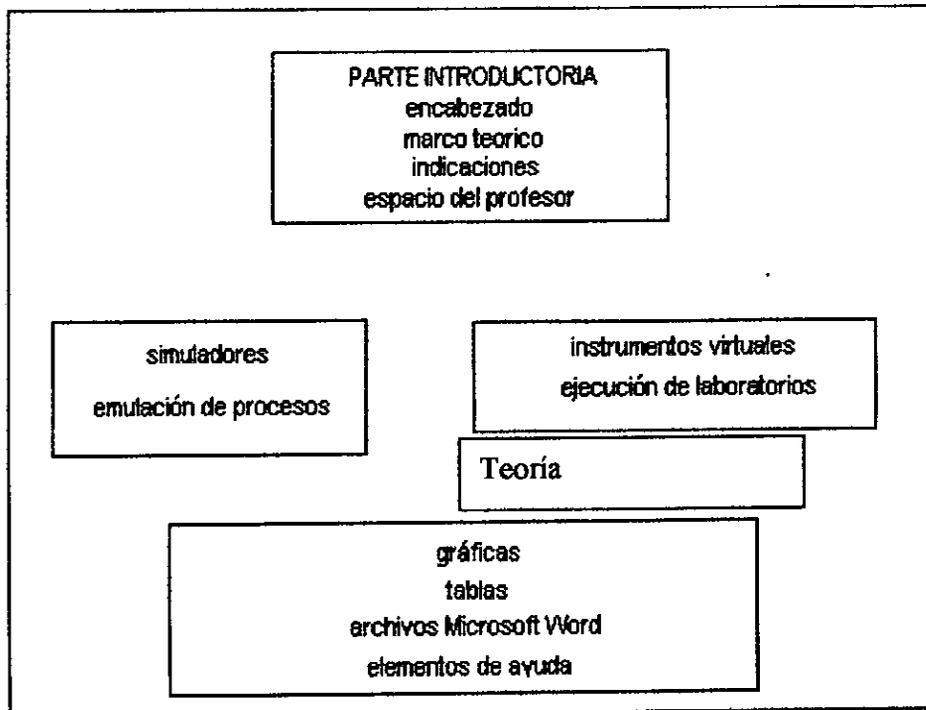
Por lo general la carpeta de simulaciones no archiva los programas necesarios para la ejecución de éstos, sino los datos de partida y algunos resultados finales y/o constantes indispensables para la repetición del proceso. Los otros resultados como tablas, gráficas etc. se archivan en la última parte predestinada como un apoyo para la preparación del informe final. Sin embargo, si la herramienta de emulación maneja programas suficientemente sencillos – tipo MODELLUS – es posible guardarlos en el presente espacio. Desde luego, existen hipervínculos que permiten consultar la primera carpeta o tener acceso inmediato a la parte de instrumentación virtual o a la de las gráficas y conclusiones.

La tercera parte de la hiperguia es el componente más importante puesto que de éste el estudiante puede tener acceso a la instrumentación virtual mediante el LabVIEW. Todos los instrumentos virtuales se diseñan, elaboran y guardan con ayuda de este lenguaje gráfico. La ejecución del laboratorio también se realiza desde la tercera carpeta, mientras que los resultados de ésta se graban en el espacio predestinado a las gráficas, tablas, etc. Es importante que el estudiante tenga acceso a las demás partes del hgal.

El último componente del software actúa como un depósito de los resultados del trabajo del alumno. Como regla general podríamos encontrar la parte teórica del laboratorio (unos archivos Microsoft Word), las gráficas obtenidas mediante simulaciones y/o

mediciones, las tablas de valores pertinentes al laboratorio y las conclusiones.

El diagrama de los hipervínculos que permite el acceso directo de un sector (carpeta) de la hiperguia actualizable del laboratorio a los demás se puede apreciar a continuación:



El software permite que en la opción final y en forma sucesiva se imprima el encabezado con los datos del estudiante ya diligenciados, la parte teórica del laboratorio, las simulaciones (si las hay), el diseño del laboratorio, la ejecución de éste, el tratamiento de errores (si es el caso) y las conclusiones. El software que organiza y maneja la hiperguia actualizable de laboratorio reside en el disco duro de los ordenadores o en el servidor; luego, una vez insertado el disquete, se llama el programa el cual inicia el trabajo sobre el disquete.

Sucesión de Acceso

Al entrar al software el estudiante observa el portal de inicio el cual por lo menos contiene los siguientes dos elementos:

Bienvenido a nuestras Instalaciones

y

Datos requeridos según el encabezado

La forma del encabezado permite que el alumno escriba sus datos completos requeridos por el colegio, por ejemplo: nombres, apellidos, código, curso, énfasis académico, ciclo de laboratorio, fecha, profesor, etc. Para una versión más avanzada del hgal, se pueden hacer averiguaciones y en caso de que el alumno entre por segunda vez para trabajar sobre el mismo laboratorio, se compararían con los datos del disquete y de manera inmediata se abriría la página de la teoría donde se encuentran:

Instrucciones

Elementos teóricos

con hipervínculos a:

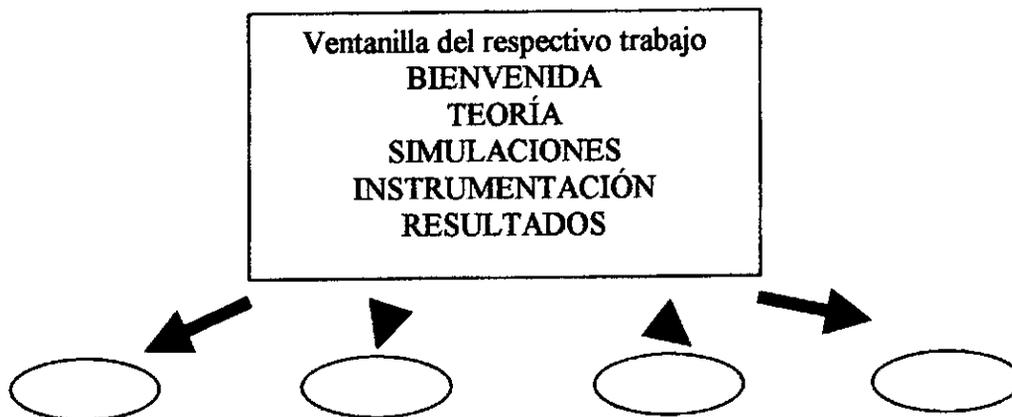
Simulaciones

Instrumentos
virtuales

Resultados

Bienvenida

A tal altura, el estudiante puede proceder a trabajar con las diferentes opciones, a saber: simulación, instrumentación o sobre los resultados finales. Para cualquier de los mencionados componentes la estructura de la pantalla es la siguiente:



donde las flechas significan hipervínculos.

En cada caso debemos disponer de cuatro espacios diferentes de grabación correspondientes a las opciones de los componentes del hgal (según nuestro modelo pedagógico). Además, para versiones más avanzadas, al salirse del software sin que fueran guardados todos los cambios hechos durante el trabajo, se abre una caja de conversación donde una secuencia de preguntas verifica para todos los productos si se desea su grabación o si se deben efectuar los respectivos cambios. La primera pregunta respecto de cada eslabón es: ¿Desea guardar los cambios de ? y la segunda ¿ Dónde se efectuarán los cambios?

Se espera que este software ayude a la organización del trabajo que los alumnos realicen durante las clases de laboratorios por computador. A continuación se puede apreciar un ejemplo de la versión sencilla de una hiper guía actualizable de laboratorio.



UNIVERSIDAD PEDAGOGICA
NACIONAL

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES PEDAGOGICAS



INVESTIGACION EDUCATIVA
Y DESARROLLO PEDAGOGICO

[ALCALDIA MAYOR, SANTA FE DE BOGOTA D.C.]

BIENVENIDO A NUESTRAS INSTALACIONES

Si vas a comenzar a trabajar sobre la ejecución de un laboratorio diligencie primero la siguiente forma

NOMBRE(S)

APELLIDO(S)

ASIGNATURA

EXPERIENCIA

Dependiendo del tipo de actividad por abordar puedes escoger entre estas opciones



Teoría

Simulación

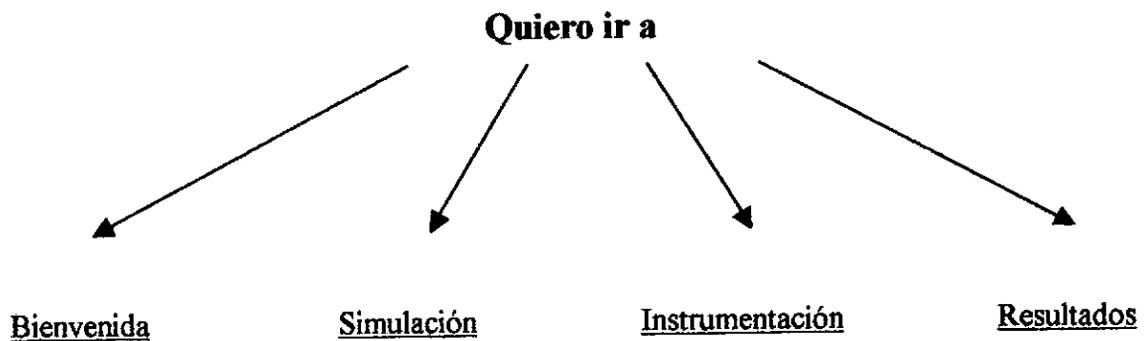
Instrumentación

Resultados

FUNDAMENTOS TEORICOS

Es lógico suponer que, dos cuerpos en contacto después de un tiempo prudente tendrán la misma temperatura. Esto afirman las leyes de la termodinámica. Proponga su diseño para averiguar la anterior afirmación vía experimentación. Necesita enumerar los accesorios y materiales indispensables para tal experiencia y presentar tanto el panel frontal del instrumento virtual, como el programa gráfico que lo realiza. Si quiere saber más puede profundizar sus conocimientos haciendo un clic aquí.

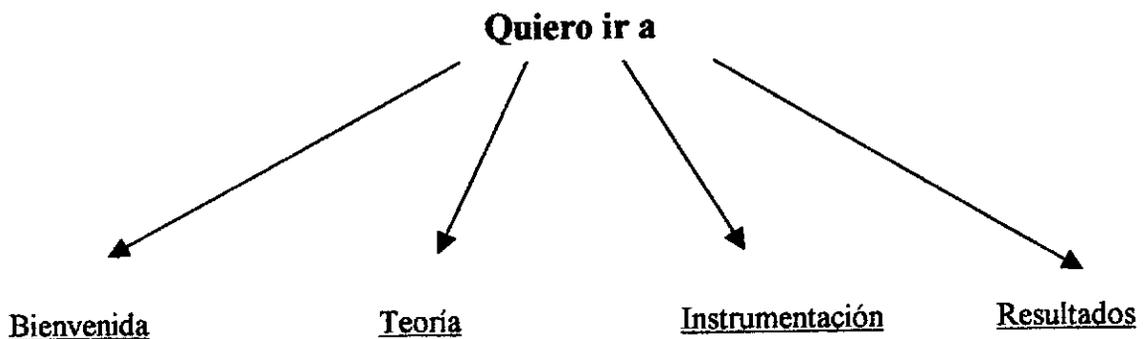
Los archivos de apoyo teórico deben ser de tipo *thgal1.doc*, *thgal2.doc*, etc., donde, el número se coloca según su aparición. Se deben grabar en su disquete en la carpeta designada para la teoría. No todos obligatoriamente entran en el informe final.



SIMULACIONES

Para simular este caso se puede utilizar el paquete MODELLUS o ver aquí.

Los resultados se deben guardar en el archivo *rshgal1.doc*, etc., si se usó el paquete mencionado, en la carpeta para resultados de su disquete personal. Es conveniente crear un hipervínculo desde Resultados hacia mencionado archivo. Si quieres guardar el programa de simulación hágalo bajo el nombre *shgal1.mdl* o *shgal1.HiQ*, etc. dependiendo del caso; hay que grabar en la carpeta el número dos de su disquete – destinada a los programas de simulación.



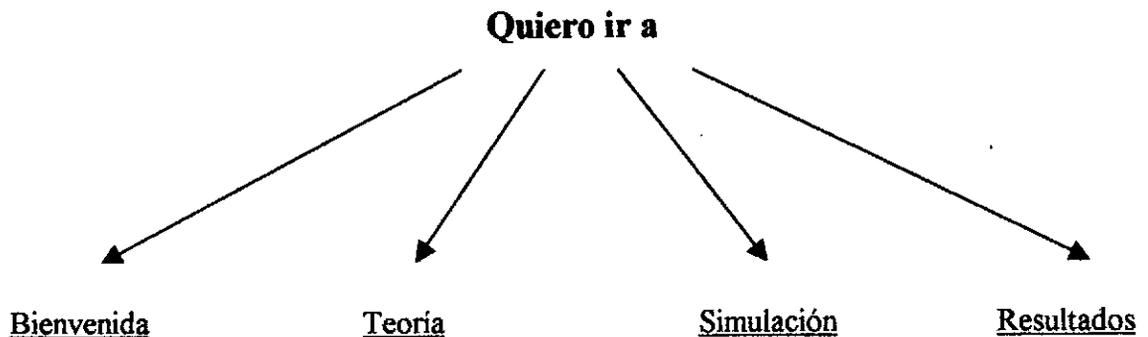
INSTRUMENTACION VIRTUAL

Debes monitorear unos parámetros (o magnitudes). ¿Cuáles son? Si no puedes percatarte haz un clic aquí.

Usa tú mapa conceptual (el que se había exigido como la tarea de hoy).

A partir del mapa conceptual debemos visitar nuestro software estándar LabVIEW para elabora el instrumento virtual; después hay que grabar los resultados en el disquete bajo el nombre *rihgal1.doc*, cuya referencia aparecerá en Resultados a través del respectivo hipervínculo, mientras que el instrumento virtual se denominará *ihgal1.vi* y queda grabado en la sección de instrumentación (carpeta número tres).

ES IMPRECENDIBLE ELABORAR LOS INSTRUMENTOS VIRTUALES Y HACER LAS MEDICIONES DESDE ESTA SECCION



RESULTADOS

Sobre esta hoja debemos tener los hipervínculos referentes a todos los resultados, gráficas, tablas, etc (también el texto del informe). Puede ser que algunos elementos teóricos son interesantes, pero no son indispensables para la elaboración del informe final. Por tal motivo, no se referencian en esta sección.

Antes de salir del hgal no olvides colocar tus datos en la forma de entrada.

