

# Influencia de una metodología activa en el proceso de enseñar y aprender física

## Influence of an active methodology in the process of teaching and learning physics

IVAN R. SANCHEZ SOTO; PEDRO A. FLORES PAREDES

Universidad del Bío Bío, Concepción, Chile  
E-mail: isanchez@ubiobio.cl, pflores@ubiobio.c

### Resumen

*La presente investigación tiene por finalidad mostrar las implicaciones didácticas de una metodología activa basada en actividades de aprendizaje con diferentes técnicas. Entre éstas hay algunas de estimulación de la creatividad, resolución de problemas y trabajo de pequeñas investigaciones en el aula utilizadas como actividades de aprendizaje en el proceso de enseñar y aprender en la asignatura de Física General I. Aquí se analiza la influencia de la metodología en las estrategias de aprendizaje, intereses y realizaciones creativas, autoestima y el rendimiento académico de estudiantes universitarios. Los resultados muestran alumnos motivados que opinan favorablemente acerca de esta metodología de trabajo. Además se observan cambios significativos en algunos de los factores de las variables investigadas, lo que indicaría que esta metodología puede ampliarse a otras asignaturas.*

**Palabras clave:** metodología activa, estrategias de aprendizaje, intereses y realizaciones creativas, autoestima.

### Abstract

*The purpose of the present investigation is to show the didactic implications of an active methodology based on learning activities with different techniques. Some of these are: stimulation of creativity, resolution of problems and work in small investigations used as learning activities in the classroom in the process to teach and to learn in the subject of General Physics I. Here, the influence of the methodology on the learning strategies as well as on interests and creative executions, self-esteem and the academic performance of university students are analyzed. The results show motivated students that think favourably about this work methodology. Besides, significant changes are observed in some of the factors of the investigated variables, which would indicate that this methodology can be used in other subjects.*

**Key words:** Active Methodology, Learning Strategies, Interests and creative executions, self-esteem, Academic Performance.

### INTRODUCCIÓN

En el siguiente trabajo se presenta una propuesta metodológica activa para trabajar en el aula en pequeños grupos de 4 alumnos de forma colaborativa, basada en actividades de aprendizaje (A.A.) abiertas y

programadas, para enseñar y aprender (E-A) física en la educación superior, cuya finalidad es favorecer el aprendizaje significativo de conceptos, procedimientos y actitudes propias de la física, en concordancia con las nuevas tendencias de la didáctica de las ciencias. Se pretende evaluar el conocimiento adquirido, aprender a resolver distintos tipos de problemas, y también desarrollar: habilidades cognitivas y de comunicación de la información, estrategias de aprendizajes profundas y elaborativas, nivel de creatividad y la autoestima de los alumnos sometidos a la investigación.

El punto de partida de esta propuesta consiste en diseñar y aplicar una metodología activa basada en diversas A.A. para E-A. que promueva el trabajo en grupo y fomente un aprendizaje cooperativo y autónomo en estudiantes de ingeniería en ejecución de la universidad del Bío Bío, con el objetivo de obtener un aprendizaje más significativo y, que lleve a mejorar el rendimiento académico.

La intervención metodológica propuesta tiene como fin lograr que los alumnos aprendan a aprender por medio de estrategias de aprendizaje profundas y elaborativas que lleven a un aprendizaje significativo y funcional (donde se aplica, se transfiere a situaciones nuevas), a través de las diversas A.A. trabajadas por los alumnos en el aula de forma colaborativa, se busca la progresiva transformación del conocimiento común que poseen los alumnos en conocimiento científico elaborado y riguroso, teniendo presente que sin actividad no hay aprendizaje.

Las A.A. empleadas en la propuesta van desde la exploración de ideas previas hasta la transferencia de contenido, con base en: técnicas de estimulación de la creatividad (T.E.C.), trabajo de pequeñas investigaciones (T.P.I.) y resolución de problemas (R.P.) en el aula. Como recurso metodológico para E-A. cinemática lo que contribuye a un aprendizaje significativo, donde el alumno debe considerar la situación física en su máxima amplitud, superando la mera manipulación de las expresiones algebraicas. Se debe analizar con detenimiento y críticamente hasta lo más obvio eliminando los ejercicios con datos, y uso mecánico de fórmulas lo que resulta de gran importancia para la construcción de conocimiento.

La responsabilidad del aprendizaje es traspasada y corresponde al estudiante, que es el encargado de construir significados. El docente tiene la función de fomentar la participación activa de los estudiantes para promover el control de su propio aprendizaje, creando instancias de

interacciones múltiples, a través de la triada de GOWIN, (NOVAK y GOWIN, 1988) profesor, material educativo y alumno, con el objetivo de compartir significado en la clase, fomentando la “naturaleza social del aprendizaje” (VIGOTSKI, 1979).

Esta propuesta metodológica, para trabajar en el aula ha sido recibida de muy buena forma, por los estudiantes, que se muestran motivados y valoran favorablemente sus ventajas y cualidades. Por otra parte, los resultados obtenidos después de su primera aplicación son alentadores, los alumnos muestran cambios significativos en algunos de los factores de las variables en estudio, y una mejoría en el rendimiento académico.

## FUNDAMENTACIÓN

La innovación en esta propuesta es el uso de una metodología activa a través de A.A. para trabajar en grupo y de forma individual, sobre la base de algunas T.E.C., T.P.I. y R.P. en la clase (aula) de física, para E-A. contenidos (saber), procedimientos (saber hacer), actitudes (saber ser), leyes y principios propios de la física, para adquirir un aprendizaje significativo que lleve al desarrollo de estrategias de aprendizaje profundas y elaborativas dentro del programa del curso. Esto nos sitúa ante la misma práctica del docente como generador de un sistema metodológico - interactivo: Donde se debe configurar un sistema metodológico propio, un estilo socio - comunicativo, establecer una cultura plenamente universitaria y vivencias del saber como un modo creador de conocimiento y de transformación profesional. Por otra parte, “la acción docente y mejora didáctica debe considerar: acompañamiento del estudiante, colaborar en la construcción de conocimiento que lleve a un aprendizaje significativo, interpretar el sentido de la formación desde cada participante, valorar el proceso y no sólo resultados” (MEDINA y SALVADOR, 2002).

Los grupos son formados de 4 alumnos como máximo los cuales, a veces, se encuentran fuera del contexto de la clase para continuar su trabajo que demanda que todos colaboren, actúen responsablemente y una elevada exigencia para que funcione. La discusión inicial del contenido y de la tarea a realizar tiene la función de situar el contexto, activar los conocimientos previos y la toma de conciencia de los nuevos conocimientos a adquirir. Una condición fundamental es que cada uno se sienta seguro dentro del grupo y pueda atreverse a aportar, a discutir, y a buscar soluciones constructivas y creativas a las interrogantes planteadas en la interacción del grupo. Todos deben participar en las decisiones del grupo. Se debe lograr una comunicación abierta y discutir las expectativas que un alumno posee con respecto al trabajo a realizar. También se deben tolerar diferencias, saber escuchar y ser considerado, ser sensible y mostrar consideración a las opiniones de los demás. En este contexto, el trabajo en grupo a través de las A.A. se entiende como situaciones de interacción donde los sujetos más competentes ayudan a los menos competentes a “utilizar de manera adecuada, los sistemas de signos con propósitos determinados” (SÁENZ, *et al.*, 1998).

El aprendizaje individual es un elemento esencial para que el trabajo en grupo sea fructífero y funcione bien. Cada cual tiene la oportunidad de construir conocimientos y aportar para alcanzar las metas del grupo. Una vez que la tarea es esclarecida y captada por todos, comienza el trabajo individual que luego se comparte con el grupo y se presentan los conocimientos adquiridos y elaborados que aclaran la pregunta o problema planteado.

El papel del docente en esta forma de trabajo, cumple con las siguientes funciones:

- Diseño y selección de material para trabajar con T.E.C., T.P.I. y R.P. en las diversas A.A., se trata de guiar a través de preguntas relevantes para aclarar ideas y tareas a realizar.
- Orientar la actividad del grupo y promover la participación de cada uno de sus miembros, apoyar y guiar en la dirección correcta, a través de indicaciones o preguntas orientadoras.
- Analizar y evaluar la actividad del grupo, atender a los diferentes integrantes en la preparación y puesta en común. Intervenir sólo si se desvían del objetivo planteado.

La característica más importante del aprendizaje significativo es la interacción entre los conocimientos más relevantes de la estructura cognitiva y las nuevas informaciones, de tal modo que éstas adquieren un significado y son integradas a las estructuras cognitivas de manera no arbitraria y sustancial, favoreciendo la diferenciación, evolución y estabilidad de los conocimientos previos y consecuentemente de toda la estructura cognitiva. AUSUBEL, (1978), afirma que las características del aprendizaje significativo son: los nuevos conocimientos se incorporan en forma sustantiva en la estructura cognitiva del alumno, esto se logra gracias a un esfuerzo deliberado

del alumno por relacionar los nuevos conocimientos con sus conocimientos previos, y todo lo anterior es producto de una implicación afectiva del alumno, es decir, él aprende aquello que se le presenta porque lo considera valioso.

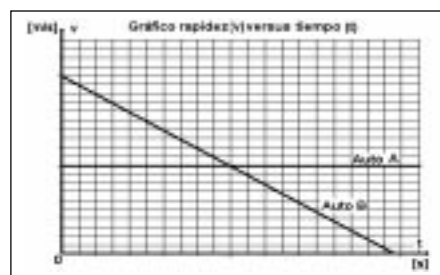
## ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

“La secuencia de las A.A. empleadas en la instrucción va de las fases de exploración de ideas, introducción de conceptos o procedimientos, estructuración (actividades) hasta la aplicación de conceptos y procedimientos a situaciones reales y concretas, simples y complejas para interpretar la realidad” (JORBA y CASELLAS, 1997).

La secuencia de A.A. incluye el uso de técnicas creativas que han sido adaptadas para la enseñanza de la física T.E.C., donde la creatividad se concibe como el resultado de una combinación de procesos o atributos que son nuevos para el creador (SÁNCHEZ, 1998). Por otra parte, la enseñanza de la física tiene la particularidad de requerir el empleo de las operaciones mentales de mayor complejidad. Es decir, la apropiación de los conocimientos debe evidenciarse mediante procedimientos tales como la R.P. Algunos autores conciben la resolución de problemas como un proceso que reproduce procedimientos de la investigación científica (GIL y MARTÍNEZ, 1983; GIL, *et al.*, 1989). “El éxito de la R.P. depende de distintas variables que afectan al problema en sí, al estudiante, al profesor y al contexto de la resolución” (PERALES, 2000). Por último se considera T.P.I. a las situaciones problemáticas que sirven de punto de partida para el trabajo de los alumnos en el aula. Son problemas que con sus limitaciones, constituyen una aproximación al trabajo científico, promoviendo la relación de conceptos con alguna de sus aplicaciones prácticas y también a transferir los conocimientos a ámbitos más cotidianos.

A continuación se presentan ejemplos de aplicación con las diferentes técnicas propuestas en este trabajo para enseñar y aprender cinemática.

Ejemplo 1, de una A.A. con preguntas creativas en Cinemática



El gráfico de la figura representa la rapidez de dos autos A y B que siguen la misma trayectoria.

Con tu propio grupo asigna valores de rapidez y tiempo a los puntos marcados en la gráfica y respondan a las siguientes preguntas planteadas más abajo.

Las Preguntas creativas (MUÑOZ, 1994 y SÁNCHEZ, 2001) se clasifican en:

- **Preguntas fácticas:** son preguntas cerradas o convergentes. (Requieren de una única respuesta correcta). Ejemplos:
  - ¿Cuál es la distancia recorrida por el auto A en el instante que se cruza con B?
  - ¿Cuál es la aceleración de cada auto cuando se cruzan?
  - ¿Qué tipo de movimiento lleva cada auto?
  - ¿Dónde se encuentra A cuando la velocidad de B es cero?
  - ¿Cuáles son las ecuaciones que describen los movimientos de cada auto?
- **Preguntas de comprensión:** requieren la aplicación de un concepto a fin de llegar a una o más respuestas correctas. Ejemplos:
  - ¿En qué instante de tiempo se encuentra el auto A con el auto B?
  - ¿En qué posición se encuentra el auto A con el auto B?
  - ¿Qué distancia ha recorrido el auto A y B, cuando se encuentran?
  - ¿En qué se diferencian el movimiento del auto A del movimiento del auto B?
- **Preguntas creativas:** son aquellas que extraen del estudiante una idea o solución original. Fomentan la producción de ideas y soluciones originales, son “abiertas”. Necesitan gran dosis de síntesis y de creatividad para poder ser contestadas. Ejemplos:

□ Construya un nuevo gráfico para las nuevas situaciones que se presentan a continuación y responda a las preguntas fácticas y de comprensión antes planteadas.

- ¿Qué sucedería si la rapidez inicial del auto A se duplica y el auto B acelerara a  $2[m/s^2]$ ?
- ¿Qué pasaría si el auto A después de los 5[s] deja de acelerar y B mantiene su movimiento?
- ¿Qué pasaría si el auto B comienza a frenar al cabo de los 10[s] y el auto A mantiene su movimiento?
- ¿Qué pasaría si al auto A se le cruza un perro a los 10[s] y el tiempo de reacción del conductor para pisar el pedal del freno es de 0,7[s] y el auto B mantiene su movimiento?
- ¿En qué se parece un estudiante con el movimiento del auto A?
- ¿En qué se parece el movimiento del auto B a la política?

Estas preguntas se clasifican en las siguientes categorías:

☞ *Preguntas de interpretación:*

- Compare el valor de la rapidez de cada auto.
- ¿Cuáles son las diferencias más importantes entre los movimientos de los autos?
- ¿Pienas que algún tipo de movimiento es más importante que el otro? ¿Por qué?
- De acuerdo con la gráfica rapidez (v) versus tiempo (t) ¿qué auto lleva mayor rapidez?
- ¿Cuál es el valor de la rapidez de cada uno?
- ¿Pienas que las causas de los accidentes de automóviles son más difíciles de evitar sino se hace campaña educativa? ¿Por qué?

☞ *Preguntas de aplicación:*

- ¿Por qué razón la luz roja de un semáforo no cambia automáticamente a verde?
- ¿Por qué la rapidez límite en ciudad es mucho menor que en carretera?
- ¿Por qué los nuevos automóviles usan el cojín de aire?
- ¿Por qué la rapidez de A disminuye constantemente?
- ¿Por qué los autos de carrera son más livianos y aerodinámicos que los autos comunes?

☞ *Preguntas de análisis:*

- Describe cualitativamente la trayectoria recorrida por cada auto.
- Encuentra las ecuaciones (integrando) que describan el movimiento de los autos.
- ¿Qué aceleración llevará el auto A y B, al cabo de los 10[s]?
- ¿Qué distancia han recorrido los autos al cabo de 50[s]?
- ¿En qué instante de tiempo se encuentran los automóviles?
- ¿Qué velocidad llevará el auto A al pasar por la coordenada 80[m]?
- Construye una gráfica coordenada versus tiempo que represente el movimiento de ambos autos

☞ *Preguntas de síntesis:*

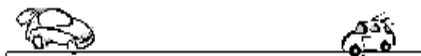
- ¿Qué sucedería si el auto A aumenta su rapidez al doble y B la disminuye a la mitad?
- ¿Qué ocurriría si el auto A no pudiera acelerar?
- ¿Qué pasaría si al auto A se le cruza un perro y B mantiene su movimiento?
- ¿Cómo titularías este gráfico?

☞ *Preguntas de evaluación:*

- Desarrolla un esquema que ilustre los conceptos involucrados en este problema.
- Realiza un mapa conceptual con los conceptos involucrados en este problema.
- Enumera los pasos que se deben seguir para resolver este tipo de problemas.

**Ejemplo 2, de una A.A. a través de resolución de problemas en cinemática**

Problema: considera dos automóviles que se mueven uno hacia el otro por una autopista rectilínea como se muestra en la figura



☞ *Actividades de exploración.*

Por medio del torbellino de ideas (PRADO, 1982). Para explorar las ideas previas se plantean dos preguntas abiertas. La interrogación divergente y abierta presenta el tema como un problema a resolver para lograr el mayor número de respuestas posibles y no condicionar de antemano al alumno apelando solamente a sus conocimientos sobre el tema para obtener respuestas originales e inesperadas que van a enriquecer el tratamiento del problema. La actividad se realiza en grupo de 4 a 5 alumnos durante 10 a 15 [min.]. Las preguntas realizadas y respuestas obtenidas por los diferentes grupos de trabajo, después de la puesta en común en el grupo curso son:

☞ *¿Qué puede decir de la velocidad y aceleración de los automóviles?*

- Caso 1. Un auto se mueve con velocidad constante y el otro está detenido.
- Caso 2. Un auto se mueve con aceleración constante y el otro está detenido.
- Caso 3. Ambos automóviles se mueven con velocidad constante.
- Caso 4. **Los dos automóviles se mueven con aceleración constante.**
- Caso 5. Un auto se mueve con velocidad constante y el otro con aceleración constante.
- Caso 6. **Un auto se mueve con aceleración variable y el otro está detenido.**
- Caso 7. Ambos autos se mueven con aceleración variable.

☞ *¿Qué puede decir del movimiento de los automóviles?*

Que los movimientos pueden ser: reposo, movimiento rectilíneo uniforme, movimiento rectilíneo uniforme acelerado, movimiento con aceleración variable.

En este apartado, los grupos de trabajo, deben analizar cada uno de los casos, en función a la descripción del movimiento de cada auto, y plantear actividades para su comprensión. De la puesta en común al grupo curso y con la orientación del profesor, se selecciona una secuencia de actividades para cada problema a resolver, que se muestra en el ejemplo a). Caso 4, los dos autos se mueven con aceleración constante uno hacia el otro.

• *Actividades de introducción de variables y actividades de síntesis.*

- Dibuje un sistema de referencia para describir los movimientos de los automóviles.
- Dibuje el vector aceleración que lleve cada automóvil.
- Escriba la ecuación de la aceleración para todo instante de tiempo para cada automóvil.
- Dibuje el vector aceleración para cada auto en los instantes  $t=1[s]$  y  $t=3[s]$ .
- Escriba la ecuación de la aceleración (escalar) de cada auto para todo instante de tiempo.
- Construya una tabla de datos aceleración (escalar) de cada auto - tiempo.
- Construya un gráfico aceleración (escalar) versus tiempo de ambos móviles.
- Dibuje un vector velocidad y asigne su valor para cada automóvil en el instante  $t=0[s]$ .
- Encuentre la ecuación de la velocidad (integrando) de cada auto para todo instante de tiempo.
- Dibuje el vector velocidad para los instantes de tiempo  $t=1[s]$  y  $t=3[s]$  de cada automóvil
- Escriba la ecuación de la rapidez para todo instante de tiempo de cada auto.
- Construya un gráfico rapidez versus tiempo de ambos autos.
- Encuentre la ecuación de la posición (integrando) de cada auto para todo instante de tiempo.
- Dibuje el vector posición para los instantes de tiempo  $t=1[s]$  y  $t=3[s]$  de cada automóvil.
- Escriba la ecuación de la coordenada para todo instante de tiempo de cada auto.
- Construya una gráfica coordenada versus tiempo de ambos autos.

• *Actividades de aplicación*

- La distancia que separa a los autos al cabo de los 5[s].

- La velocidad de cada auto al cabo de los 5[s].
- El instante de tiempo en que los autos se encuentran.
- La posición de encuentro de los autos.
- La velocidad de cada auto cuando se encuentran.
- El instante de tiempo en que la distancia entre ellos es de 10[m].
- La velocidad de los autos cuando la distancia entre ellos es de 10[m].

Ejemplo b), el grupo trabaja en el Caso 6, **el auto B se mueve en una trayectoria recta de tal forma que en cada instante, el valor de su velocidad queda determinado en el S.I. por la función:**

$$v(t) = (250 - 10t^2)[\text{m/s}].$$

#### Actividades de introducción de variables y actividades de síntesis.

- Dibuje un sistema de referencia para describir los movimientos de los automóviles.
- Encuentre la ecuación de la aceleración para todo instante de tiempo.
- Construya un gráfico aceleración (escalar) versus tiempo.
- Encuentre la ecuación de la posición en función del tiempo si en  $t=0[\text{s}]$  el punto material se encuentra a 3[m] del origen.

#### Actividades de aplicación

- Representar las funciones  $x=f(t)$ ,  $v=f(t)$  y  $a=f(t)$
- ¿En qué instante cambia el sentido de movimiento?
- ¿Cuál es la distancia al origen cuando el auto B cambia el sentido del movimiento?

Esta línea de trabajo en el aula es una propuesta muy relevante en la enseñanza de las ciencias y ha sido aplicada por diferentes grupos de investigación como por ejemplo, (GIL y MARTÍNEZ 1987; GARRET, 1998; PERALES, 1993; ESCUDERO, 1995; VARELA y AZNAR, 1997; ESCUDERO y MOREIRA, 1999; MARTÍNEZ, *et al.*, 1999; MARTÍNEZ, 2000; BUTELER, *et al.*, 2001) en los diferentes niveles educativos. El modelo está fundamentado con la comparación como resuelven los científicos los problemas que se presentan en sus labores y el procedimiento que se debe utilizar dentro del aula en las clases de física para que los alumnos aprendan a resolver problemas abiertos.

#### Ejemplo 3, de una A.A. a través de pequeñas investigaciones en cinemática:

- ¿Cómo se debe disparar a un proyectil en movimiento para destruirlo?
- ¿Cuál debe ser la mínima distancia que se debe mantener en una carretera entre el parachoques de un auto y la parte trasera del auto de adelante?
- Dos cañones situados frente a frente y a diferentes alturas están apuntándose. Investiga ¿qué sucede si ambos disparan al mismo tiempo?**
- ¿Cuál es la velocidad con que se mueve un CD? ¿Se mueve con velocidad constante?

Estos trabajos con pequeñas investigaciones permiten trabajar en grupos colaborativos formados por 4 ó 5 alumnos, que deben tener presente las siguientes estrategias de:

- Inicio: discutir el interés de la situación presentada, realizar estudio cualitativo de la situación (acotar el problema), se plantean las hipótesis (fundamentadas) y objetivos a desarrollar en los contenidos, se diseñan las posibles estrategias de resolución.
- Desarrollo: se realiza la búsqueda bibliográfica, experimentación, diseño y elaboración de modelos, ejercicios y cuestiones, realizar la resolución, etc.
- Discusión: analizar los resultados, se establece la comparación y el debate entre las conclusiones obtenidas por los diferentes equipos de trabajo, se consideran nuevas situaciones a investigar, sugeridas por el estudio realizado.
- Evaluación: elaborar un informe final que incluya el proceso de resolución como de los contenidos asimilados.

GIL, *et al.*, (1999); presenta y explica estas estrategias y las de enseñanza para un aprendizaje como investigación dirigida en más detalles. Los problemas que se presentan en este apartado tienen un carácter de abierto y su resolución se plantea como una actividad investigación guiada por el profesor y fundamentada en la visión constructivista del aprendizaje (GIL y MARTÍNEZ, 1983). Donde el papel del docente consiste en orientar y facilitar el trabajo de los alumnos, proporcionar el apoyo teórico - práctico

necesario y promover el intercambio de ideas y discusión entre los distintos grupos de trabajo.

#### Las A.A. presentadas deben cumplir los siguientes requisitos para el aprendizaje significativo:

- Significado lógico. Los contenidos deben seguir una "secuencia lógica, ordenada y organizada, que dé lugar a la construcción de significados.
- Significado psicológico. Se refiere a la posibilidad que el alumno conecte el conocimiento presentado con los conocimientos previos, ya incluidos en su estructura cognitiva.
- Actitud favorable. Predisposición a aprender no es suficiente para un aprendizaje significativo, se requiere aprender significación lógica y psicológica del material.

Las dificultades detectadas en evaluaciones y al trabajar con actividades de aprendizaje basadas en T.E.C., R.P. y T.P.I., en el campo concreto de la cinemática, se presentan en el aprendizaje de conceptos fundamentales para su dominio, que son:

- Diferenciar cantidades físicas a utilizar para describir el movimiento de un móvil, como: posición, trayectoria, desplazamiento, distancia recorrida, rapidez, velocidad media, velocidad instantánea, aceleración media e instantánea, etc.
- Describir e interpretar los movimientos en función del sistema de referencia.
- El carácter vectorial de las cantidades físicas que describen y explican el movimiento.
- Dificultades con elementos de cálculo vectorial y diferencial (integración y derivación).
- Asumir la responsabilidad de su propio aprendizaje, al trabajar en grupo investigando.

En cierta manera es conveniente que los alumnos realicen muchas actividades de aprendizaje (JORBA, GÓMEZ y PRAT, 2000; MUÑOZ, 1994; PERALES, 2000), con la finalidad de superar las dificultades encontradas en la solución de un problema, que permita al alumno adquirir estrategias de aprendizaje profundas y elaborativas que promueva el aprendizaje significativo.

#### HIPÓTESIS DE TRABAJO

*Hipótesis:* "Los estudiantes sometidos a la investigación, al término de la aplicación de metodología para enseñar y aprender a través de A.A. en grupos colaborativo, obtendrán un cambio significativo en los factores de: Estrategia de aprendizaje, cuestionario CIRC, de la autoestima y mejorar su rendimiento en la asignatura de física.

#### DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se trabajó en el aula con una metodología activa donde se aplican A.A. basada en T.E.C., T.P.I. y R.P. en grupos de 4 alumnos en el curso de Física General I de las especialidades de ingeniería en ejecución de la Universidad del Bío Bío de Concepción, que fueron enfrentados a diversos instrumentos de evaluación, para establecer la influencia de la metodología de trabajo en el aula, en el rendimiento académico obtenido en el transcurso del semestre, estrategias de aprendizaje, intereses y realizaciones creativas y la autoestima. La investigación se llevó a cabo en el horario habitual de clases, durante las horas pedagógicas asignada por su malla curricular por semanas, que son los que corresponden a la asignatura. De acuerdo con la investigación para comprobar la eficacia de las A.A. y el trabajo colaborativo en las variables ya mencionadas, se utiliza un "diseño de investigación *pre-experimental*" (COHEN y MANION, 1990). Diseño de un grupo experimental (sin asignación al azar de los sujetos) con pre y postest de: estrategias de aprendizaje, intereses y realizaciones creativas y de autoestima para establecer si los cambios entre cada medición son significativos.

#### MUESTRA

La muestra que se utiliza para poner a prueba la hipótesis la constituyen el curso de Física General I con un total aproximado de 60 alumnos de la Universidad del Bío Bío, de Concepción, a los cuales se aplica las unidades programáticas, que corresponde a las unidades del curso en la asignatura Física General I.

#### Instrumentos y técnicas de recolección de la información

- Las estrategias de aprendizaje se midieron a través del inventario de R. SCHMECK (TRUFFELLO y PÉREZ, 1988) que está formado por 55 enunciados distribuidos en cuatro factores: Procesamiento elaborativo (PE); Procesamiento metódico (PM); Procesamiento profundo (PP);



Retención de hechos (RH). (ALVARADO, *et al.*, 2000; SÁNCHEZ, I., 2001).

➤ **Intereses y realizaciones creativas (CIRC):** permite detectar alumnos creativos, a través de la aplicación del cuestionario CIRC de intereses y realizaciones creativas (SÉGURE y SOLAR, 1994), que consta de 60 ítems y mide los rasgos de:

- *Creatividad en Arte y Escritura (CAE):* denota preferencia por desarrollar habilidades de comunicación de información, de forma verbal o visual. Está formado por 12 ítems.
- *Desafío e inventiva (CDI):* muestra preferencia por tarea con alto nivel de abstracción, inventar, pensar en nuevas soluciones. Está formado por 12 ítems.
- *Creatividad en Confianza e Independencia (CCI):* muestra preferencias por situaciones de búsqueda de información, de independencia, de iniciativa propia. Está formado por 12 ítems.
- *Creatividad en Imaginación (CI):* muestra preferencia por lo nuevo (curiosidad), las preguntas, ideas nuevas e imaginativas. Está formado por 12 ítems.
- *Intereses variados (CIV):* muestra preferencia por la variedad de intereses e inquietudes, busca la diversidad. Está formado por 12 ítems.

➤ **Autoestima:** para conocer algunos rasgos de la personalidad de los alumnos, se aplicó el Inventario de autoestima, de COOPERSMITH que consta de 50 ítems (Adaptado para Chile por SOLAR, SÉGURE y BRINCKMANN, 1995), que considera 4 factores:

- *Autoestima general (AG):* corresponde al nivel de aceptación con que el alumno valora sus comportamientos. Está formado por 26 ítems.
- *Autoestima en el hogar (AH):* corresponde al nivel de aceptación con que el alumno valora sus conductas con respecto a sus familiares más cercanos. Está formado por 8 ítems.
- *Autoestima Social (AS):* corresponde al nivel de aceptación con que el estudiante valora sus conductas frente a sus pares. Está formado por 8 ítems.
- *Autoestima Académica (AE):* corresponde al nivel de aceptación con que el alumno valora sus conductas con relación a sus pares y docentes. Está formado por 8 ítems.

➤ **Rendimiento académico:** por medio de notas obtenidas en los tests, certámenes, examen y trabajos prácticos en el laboratorio.

➤ **Valoración o encuesta de opinión:** a los estudiantes sometidos a la metodología de trabajo en el aula, se aplica un cuestionario con preguntas acerca de las A.A. realizadas y las técnicas empleadas para enseñar y aprender en el transcurso de la investigación.

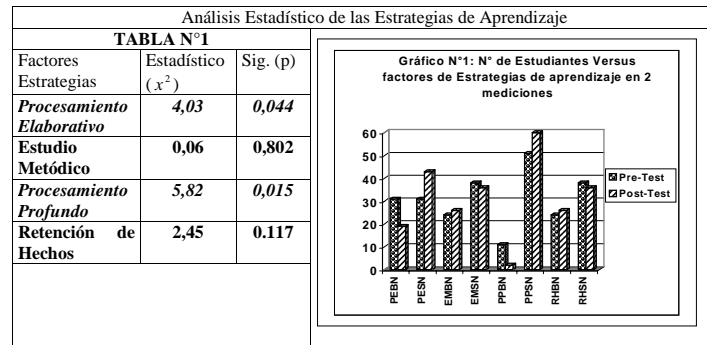
## ANÁLISIS DE DATOS

Debido a que las mediciones de las variables propuestas para esta investigación sólo alcanzan los niveles de nominal y ordinal, el análisis estadístico más apropiado es la estadística descriptiva no-paramétrica, que no requiere de características especiales en la naturaleza de la población y muy utilizadas en investigaciones llevadas a cabo en el aula, la: Prueba de McNemar “útil para contrastar la significación de los cambios producidos en un grupo”, (SIERRA, 1992).

Para el análisis de estas variables, y otras como el rendimiento académico y encuesta de opinión se emplea el método univariado de representaciones gráficas a través del porcentaje.

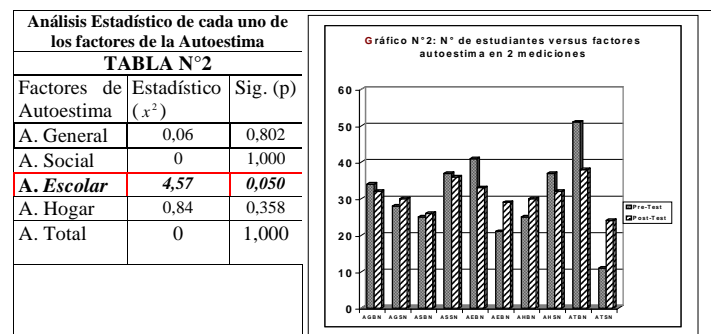
## RESULTADOS

➤ **Estrategias de aprendizaje:** los resultados alcanzados entre la relación metodología aplicada y las estrategias de aprendizaje en dos mediciones registradas en la tabla 1, permiten afirmar que los alumnos muestran cambios significativos en sus estrategias de aprendizaje pasando de un modo mecánico de procesar la información a uno más comprensivo, invirtiendo más tiempo pensando y menos tiempo repitiendo por lo que son más capaces para trabajar con habilidades cognitivas y de comunicación de la información adquiriendo un aprendizaje más significativo, lo que se corrobora por la prueba de McNemar que establece un nivel de significancia en el procesamiento elaborativo de  $p=0.044$  y en el profundo de  $p=0.015$  que son significativos. En cambio en los otros factores estudio metódico y retención de hecho no muestran cambios significativos al 0.05.



En el gráfico 1. se observa que existen cambios significativos en el grupo en el procesamiento elaborativo bajo la normal (PEBN) y sobre la normal (PESN), como también en el procesamiento profundo bajo la normal (PPBN) y profundo sobre la normal (PPSN), en los factores de estudio metódico y retención de hechos, los cambios no son significativos al 0,05.

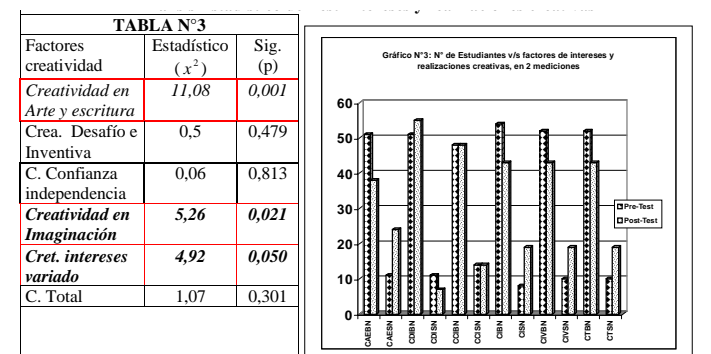
➤ **Autoestima de Coopersmith, en dos mediciones:** los resultados alcanzados entre forma de trabajo en el aula y autoestima en dos mediciones se registran en la tabla 2, que permiten afirmar que los alumnos muestran cambios significativos en uno de los factores de inventario, la autoestima académica, lo que se corrobora por la prueba de McNemar que establece un estadístico de 4,57 con un nivel de significancia  $p=0.05$ , los otros factores no muestran cambios significativos.



Del gráfico 2, se observa que existen cambios significativos en el factor autoestima académica bajo la normal (AEBN) y sobre la normal (AESN), en los otros factores hay cambios pero que no son significativos al 0,05.

➤ **Creatividad.** Con respecto a los resultados registrados en la tabla 3, y alcanzados por la metodología de trabajo para enseñar aprender, forma de trabajo en el aula y los intereses y realizaciones creativas de los alumnos en dos mediciones se puede afirmar que los alumnos muestran cambios significativos en los factores de creatividad en arte y escritura, creatividad en imaginación, creatividad en intereses variados, establecido por el estadístico de McNemar 11,08; 5,26 y 4,92 respectivamente que se corresponde con un nivel de significancia  $p=0.001$ ;  $p=0.021$  y  $p=0.050$  para cada factor. En los demás factores los cambios no son significativos.

Análisis estadístico de test intereses y realizaciones creativas



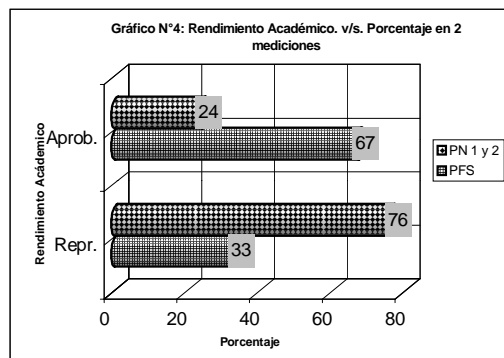
Del gráfico 3, se observa que existen cambios significativos en los factores de creatividad: arte y escritura bajo la normal (CAEBN) y sobre la normal (CAESN), Imaginación bajo la normal (CIBN) y sobre la normal (CISN) y por último en intereses variados bajo la normal (CIVBN) y sobre la normal (CIVSN), en los otros factores no se observan cambios significativos.

#### ➤ Rendimiento académico

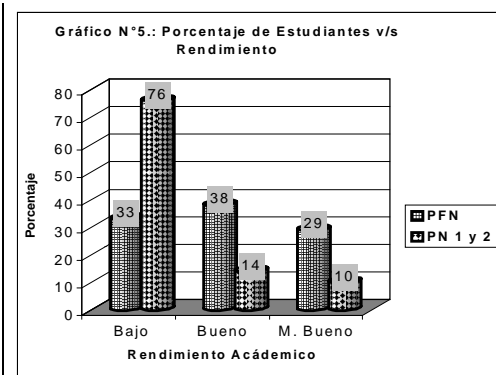
El uso de la metodología con base en A.A. a través de T.E.C., T.P.I. y R.P. trabajadas en forma colaborativa para enseñar y aprender Física I en la Universidad del Bío Bío, permite hacer algunas afirmaciones con relación al rendimiento académico y la metodología utilizada. Los alumnos obtuvieron un aprendizaje significativo que se manifiesta en sus evaluaciones y trabajos realizados donde se muestra la transferencia de contenidos a situaciones nuevas lo que se traduce en un mejor rendimiento académico respecto a semestres anteriores.

Los resultados con respecto al rendimiento académico de los estudiantes después de aplicar la metodología de innovación en el aula se presentan en forma descriptiva a través de análisis univariado en dos mediciones.

Los gráficos 4 y 5, muestran las diferencias entre el rendimiento antes y después de aplicar la metodología de forma sistemática a los estudiantes de ingeniería en ejecución.



Del gráfico 4, se observa que el grupo mejora su rendimiento académico significativamente después de aplicar la metodología.



Del gráfico 5 se observa que después de aplicar la metodología los estudiantes obtienen un mejor rendimiento académico por tramo

#### ➤ Encuesta de valoración

Con relación a la metodología utilizada para enseñar y aprender y el trabajo colaborativo se puede afirmar que el estudiante se compromete activamente en la construcción de sus conocimientos. Ellos son los protagonistas de su propio aprendizaje, y sobre todo la toma de conciencia que gran parte de lo que les ocurra en las aulas en el tiempo que dura su formación depende de ellos mismos. Los contenidos del curso se llegan a percibir como significativos y relevantes ya que con frecuencia parten de situaciones reales de la práctica docente, lo que se manifiesta en los resultados de la encuesta de valoración de metodología de trabajo.

El gráfico 6, muestra los resultados de la encuesta de valoración aplicada a los estudiantes acerca de las técnicas y metodología utilizada para enseñar y aprender.

#### Encuesta de valoración

P1. La metodología usada me ayudó a ordenar mis ideas y transferir información a situaciones nuevas.

P2. El uso de imágenes para representar información cuantitativa facilita el aprendizaje a través de problemas.

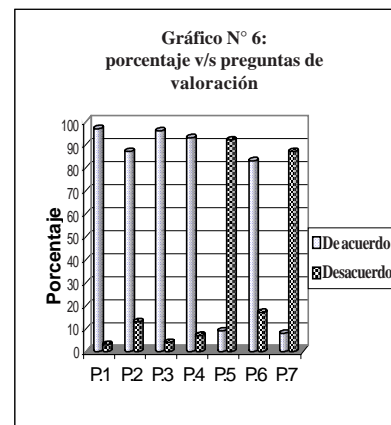
P3. Las (A.A.) trabajadas en grupo son interesantes e implica compartir conocimiento, usar la imaginación y pensar en forma creativa.

P4. Trabajar en grupo me ha permitido aportar conocimiento y he aprendido a valorar las aportaciones de los demás.

P5. Las (A.A.) trabajadas en el aula no son las adecuadas para aprender los contenidos de esta asignatura.

P6. Estoy satisfecho con lo aprendido en este curso y la metodología de trabajo empleada para enseñar y aprender.

P7. La metodología para enseñar y aprender de este curso ha sido aplicada en otras asignaturas de tu especialidad.



La ventaja de este marco colaborativo proviene: de la interacción social, del trabajo en grupo, del valor cognitivo que tiene para cada alumno explicar problemas o que se lo expliquen y de las A.A. empleadas que son común para todos los grupos lo que promueve la competición, manteniendo la atención del grupo centrada en la tarea académica.

#### CONCLUSIONES

- El uso de A.A. con base en T.E.C., T.P.I. y R.P. trabajadas en forma colaborativa en el aula y fuera de ella, para enseñar y aprender incide significativamente en el rendimiento académico, y algunos de los factores de las estrategias de aprendizaje, autoestima e intereses y realizaciones creativas de los estudiantes.
- Del análisis estadístico y resultados gráficos, se establece que la metodología utilizada genera un cambio significativo en las estrategias de aprendizaje, pasando del procesamiento mecánico de la información a uno profundo y elaborativo, donde se crea, se transfiere y se produce la abstracción de los contenidos.
- La aplicación de A.A. a través de T.E.C., T.P.I. y R.P. para enseñar y aprender, promueve en el estudiante la investigación de los contenidos, de las situaciones planteadas y motiva la interacción: entre los estudiantes, entre los estudiantes y el material educativo, entre los estudiantes y el profesor. Lo que permite la negociación de significado y la transferencia de contenidos a situaciones nuevas.
- De los resultados se afirma que una forma de desarrollar las capacidades creativas de los estudiantes es por medio de actividades en grupo, que promuevan la interacción social (trabajo colaborativo) y fomenten: la investigación autónoma, la representación visual de una situación, la explicación y descripción de situaciones nuevas, dando oportunidad de participación a todos los estudiantes de acuerdo con sus estilos personales y preferencias de aprendizaje.
- De los resultados del cuestionario de autoestima, se puede afirmar que una forma de desarrollar la autoestima académica es dando oportunidades a los estudiantes de trabajar colaborativamente, mostrar sus habilidades y compartirlas con sus pares y profesores.
- De acuerdo con los resultados obtenidos sobre las estrategias de aprendizaje, se puede afirmar que la comprensión y la adquisición del conocimiento, la generación de significado a partir del proceso de enseñar y aprender, es lo que verdaderamente influye en el rendimiento académico. El aprendizaje y el recuerdo se ven facilitados cuando el estudiante investiga, construye imágenes y representaciones verbales que vinculan la información nueva con lo que conocen en forma organizada y sucesiva. Es decir, la comprensión y la adquisición del conocimiento se ven facilitados cuando el estudiante incorpora información nueva a partir de información conocida.
- El uso del cálculo diferencial con comprensión y autonomía en las actividades con T.E.C y R.P. permite encontrar las ecuaciones particulares

que describen el movimiento de los cuerpos o partículas a partir de las condiciones iniciales y responder a las cuestiones planteadas a través de la aplicación de las condiciones frontera o finales. Con esto se evita el uso indiscriminado de fórmulas y su aplicación mecánica y repetitiva, valorando positivamente el papel de la diferencial en el aprendizaje de la física.

- En la aplicación de A.A. propuesta se observan algunos problemas para el aprendizaje significativo que son: a) Los alumnos están acostumbrados a escuchar pasivamente al profesor y memorizar, cualquier cambio en la metodología de trabajo al principio genera inseguridad en los estudiantes; b) Los estudiantes no establecen relaciones entre los contenidos trabajados en las clases teóricas y las prácticas.; c) El alumno no reconoce su carencia de conocimientos; d) El conocimiento y uso de la matemática de los estudiantes es bastante limitado, lo que dificulta el tratamiento cuantitativo e) La comunicación de información en forma verbal frente a sus iguales en general es muy superficial.
- La propuesta de investigación se ha elaborado con A.A. que permiten que los alumnos trabajen colaborativamente y se ayuden mutuamente durante el trabajo en el aula, a través del diseño en grupos de un producto en común, como por ejemplo exposición para la puesta en común, informe final, un poster, respuesta a una hoja de preguntas o ejercicios. En otras oportunidades estudian e investigan en forma autónoma y comparten significado con sus compañeros para aprender cooperativamente con el fin de prepararse para los trabajos que tienen lugar al final de la unidad.

## AGRADECIMIENTO:

Este trabajo se realiza gracias, al financiamiento de la Universidad del Bío Bío, Concepción Chile y recoge los resultados obtenidos de un proyecto interno de investigación de código N° 0128052.

## BIBLIOGRAFÍA

- AUSUBEL, D.; NOVAK, J.; HANESIAN, H., *Psicología educativa*. Trillas. México, 1978.
- ALVARADO, H.; SÁNCHEZ, I. y URIBE, M., Relación entre estrategias de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Boletín de Investigación*, P.U.C de Chile, 15, 70-88, 2000.
- BUTLER, L.; GANGOSO, Z., BRINCONES, I y GONZÁLEZ, M., La resolución de problemas en física y su representación: un estudio en la escuela media, *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona, España, 19 (2), 285-295, 2001.
- COHEN, L. y MANION, L., *Métodos de investigación educativa*. La Muralla S.A., España, 1990.
- ESCUDEIRO, C., La resolución de problemas en física: herramienta para reorganizar significados. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Brasil 12 (2), 106-121, 1995.
- ESCUDEIRO, C. y MOREIRA, M., La  $v$  epistemológica aplicada a algunos enfoques en resolución de problemas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), 61-68, 1999.
- GARRET, R., Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el curriculum de ciencia. *Enseñanza de las Ciencias* 6 (3), 224-230, 1988.
- GIL, D. y MARTÍNEZ, J., A model for problem solving in accordance with scientific methodology. *European Journal of Science Education*, 5 (4), 447-455, 1983.
- GIL, D. y MARTÍNEZ, J., *la resolución de problemas de física*, Vincens Vives - MEC. Madrid, España, 1987.

- GIL, D.; FURIÓ, C.; VALDÉS, P.; SALINAS J.; MARTÍNEZ, J.; GUIASOLA, J.; GONZÁLEZ, J.; DUMAS A.; GOFFARD, M. y PESSOA, A., ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 311-320, 1999.
- JORBA, J.; GÓMEZ, I., y PRAT, A., *Hablar y escribir para aprender*. Síntesis, S.A. España, 2000.
- JORBA, J.; CASELLA E., *La regulación y la autorregulación de los aprendizajes*. Síntesis, S.A. España 1, 1997.
- MARTÍNEZ, C.; GARCÍA, S.; MONDELO, M. y VEGA, P., Los problemas de lápiz y papel en la formación de profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 221-225, 1999.
- MARTÍNEZ, J., Un problema planteado como actividad de investigación: estudio de las posibles trayectorias para el lanzamiento efectivo de un tiro libre de baloncesto. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (1), 131-140, 2000.
- MEDINA, A. y SALVADOR, M., *Didáctica general*. PrenticeHall, España, 2002.
- MUÑOZ, J., *El pensamiento creativo*. Editorial Octaedro, España, 58-77, 1994.
- NOVAK, J. y GOWIN, D., *Aprendiendo a aprender*. Martínez Roca, España, 1988.
- PERALES J., *Resolución de problemas*, Editorial Síntesis, S.A., España, 2000.
- PERALES, F., La resolución de problemas: una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 170- 178, 1993.
- PERALES, F., *Didáctica de las ciencias experimentales*. Marfil, S.A., España, 2000.
- PRADO, D. *El torbellino de ideas*, Diálogos en Educación, Narcea, España, 1982.
- SÁENZ, O. et al., *Didáctica general: un enfoque curricular*. Marfil, Alcoy, España, 1998.
- SÁNCHEZ, I., “Uso del Mandala y la Uve de Gowin adaptada para la creatividad: como metodología innovadora en la enseñanza y trabajos prácticos de física”. *Revista Creatividad educación y desarrollo*. II - semestre, U.S.A.C. 27, 26-43, 1998.
- SÁNCHEZ, I., Validación de una metodología basada en actividades de aprendizaje con técnicas creativas para estudiantes universitarios. *Journal of Science Education*, 2 (2), 86-90, 2001.
- SIERRA, R., “Técnicas de investigación Social”. Teoría y ejercicios. Paraninfo S.A., España, 1992.
- SEGURE, T. y SOLAR, M., Adaptación y estandarización del cuestionario de creatividad Gift en una población chilena. *Revista Paideia U. de C.* (19), 61-70, 1994.
- SOLAR, M.; SEGURE, M. y BRINKMANN, J., Estudios talleres diferenciales para mejorar las estrategias de aprendizaje. “Adaptación y estandarización del cuestionario de creatividad y de autoestima en una población chilena”. FONDECIT89/630. *Paideia*. Universidad de Concepción. Gráfica Andes Limitada Santiago (16), 34-46, 1995.
- TRUFFELLO, I.; PÉREZ, F., Adaptación en Chile del “Inventory of Learning Processes”, de R. SCHMECK R., *B.I. Boletín de Investigación*, P. Universidad Católica de Chile (15), 109-120, 1988.
- VARELA, M.; MARTÍNEZ M., Una estrategia de cambio conceptual en la enseñanza de la física: la resolución de problemas como actividad de investigación. *Enseñanza de las Ciencias*. 15 (2), 173-188, 1987.
- VIGOTSKI, L., *Psicología y pedagogía*. Akal, España, 1979

Received 29.06.2003, approved 05.02.2004

## PUBLICACIONES DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS CENTRO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO CIENTÍFICO

