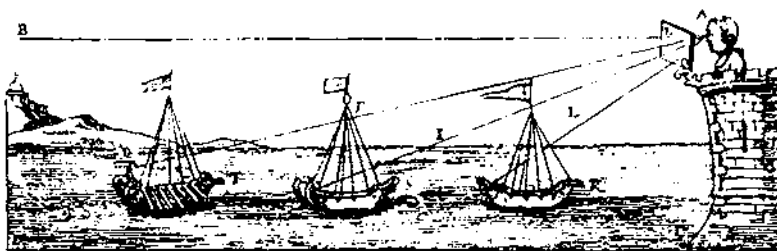


# INVESTIGACION



## Y EXPERIENCIAS DIDACTICAS

---

### PROYECTO DE ENSEÑANZA INDIVIDUALIZADA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES (P.E.I.C.E.) ANALISIS DE UNA EXPERIENCIA (\*)

LOPEZ RUPEREZ, F., BRINCONES I., GARROTE, R., PALACIOS, C., SANTIN, C. y TOVES, M.D.  
Instituto Experimental-Piloto «Cardenal Herrera Oría»  
ICE de la Universidad Autónoma de Madrid

(\*) Este trabajo ha recibido ayuda financiera con cargo a los Programas de Desarrollo de la Investigación e Innovación Educativas 1982

---

#### SUMMARY

The obvious heterogeneity of the students in the first Physics and Chemistry course of our Secondary Education and the poor achievements obtained in our country makes it desirable to look for solutions which can influence the learning conditions in a positive way. This paper shows an approach to a Individualized Instruction that is compatible with the graduate school model and, therefore, applicable in ordinary conditions. The evaluation of the innovation has been made by means of an experimental design that includes, among others, covariance and regression analysis procedures. Finally, the results obtained are discussed.

---

#### 1. INTRODUCCION

El notable crecimiento de la demanda de Instrucción Secundaria en nuestro País ha puesto en evidencia, más

abiertamente, las insuficiencias de los métodos de enseñanza tradicionales a la hora de adaptarse a la nue-

va situación en la que la heterogeneidad del alumnado que accede a nuestro Bachillerato es notoria. Resulta, entonces, deseable que la Investigación Educativa recoja, en alguna medida, tal problemática y procure ensayar soluciones que puedan influir positivamente en las condiciones del aprendizaje. En este sentido parecen dirigirse, al menos en parte, algunas de las tendencias actuales; nos referimos particularmente a la línea de Investigación propugnada por B.S. Bloom y su equipo de la Universidad de Chicago sobre las llamadas variables alterables. Isidoro Alonso (1983) señala algunas de sus características metodológicas en los siguientes términos: «... pasar el acento de la investigación de los actores a los procesos; detectar y precisar variables en ese proceso que influyen en el aprendizaje; establecer entre esas variables y el rendimiento relaciones causales, de medios a fines; y finalmente y sobre todo, que se trate de variables modificables en o desde el aula».

El Proyecto de Aproximación a una Enseñanza Individualizada de Ciencias Experimentales (P.E.I.C.E.), cuya filosofía y evaluación recoge el presente trabajo, contempla la modificación de la variable método, al proponer un Sistema Instructivo que tomando en consideración la existencia en los alumnos de diferencias individuales (Weisgerber 1980) sea aplicable en el aula en condiciones no excepcionales. Operando sobre el método se pretende, pues, mejorar significativamente el rendimiento y reducir razonablemente el llamado «fracaso escolar» en la asignatura Física y Química de 2º de B.U.P. (López Rupérez, F. 1983a).

## 2. EL P.E.I.C.E. COMO SISTEMA INSTRUCTIVO

El sistema Instructivo que el PEICE plantea se apoya en la elaboración de Módulos de Aprendizaje. Cada módulo de aprendizaje está articulado, básicamente, en torno al desarrollo, para cada capítulo, de cuatro elementos fundamentales o Cuadernos:

### Cuadernos de Instrucción

Su objetivo es doble. En primer lugar se pretende con ellos facilitar al alumno, de forma clara y precisa, la información necesaria para cubrir un programa de contenidos previamente fijado cuyo enfoque y secuenciación contemple criterios históricos, psicopedagógicos y científicos. Se trata con ellos de sustituir al profesor sólo en lo que tiene de mero transmisor de conocimientos. Además, el Cuaderno de Instrucción constituye una *guía de aprendizaje* toda vez que, mediante un código simbólico-numérico, se intercalan referencias a actividades diversas, teóricas, prácticas y experimentales que se desarrollan paralelamente al proceso de lectura comprensiva y que se encuentran recogidos, junto a otros elementos didácticos, en otros cuadernos.

### Cuadernos de Aplicación-Relación

Recogen diferentes actividades individuales y de grupo, prácticas y experimentales, ordenadas en una secuencia tal que supone, unas veces, una aplicación de los conceptos previamente interiorizados, otras, una preparación guiada para una asimilación posterior y, aún otras, ciertas referencias exteriores al mundo escolar. Con el fin de tomar en consideración la heterogeneidad de los alumnos en relación con su capacidad, interés y ritmo de aprendizaje, se contemplan dos niveles de Instrucción-Aplicación, el *nivel básico* u obligatorio que asegura la consecución de unos objetivos mínimos y el *nivel avanzado* u opcional al que se puede acceder una vez concluido el primero.

### Cuadernos de Evaluación

Pretenden no sólo proporcionar al alumno un medio adecuado para comprobar, por sí mismo, su nivel de instrucción, sino que además procuran familiarizarlo con algunos de los procedimientos de evaluación individual con el fin de reducir posteriormente, en la medida de lo posible, los efectos indeseables de las llamadas «condiciones de examen».

### Cuadernos de Recuperación

Se desarrollan tomando como base una estrategia didáctica individualizada pero diferente de la empleada en el Cuaderno de Instrucción, cual es la Enseñanza Programada. La recuperación programada se desarrolla siguiendo un modelo poliseccional o ramificado (tipo Crowder) (Fernández de Castro, 1973), el cual presenta un mayor grado de individualización didáctica y permite, por tanto, atender mejor las diferentes situaciones del recuperando. También puede ser empleado por el alumno como un procedimiento alternativo de Instrucción.

Tres tipos de situaciones de aprendizaje se desarrollan a nivel de capítulo: individualizadas, socializadas y magistrales.

El trabajo individualizado sobre los Cuadernos de Instrucción se realiza sobre un tiempo previamente asignado que toma en consideración el ritmo de aprendizaje de los más lentos. Los alumnos más rápidos pueden completar su instrucción accediendo a las actividades opcionales o de nivel avanzado. Es claro que el profesor queda liberado de la explicación magistral cotidiana mediante los Cuadernos de Instrucción, sin embargo y como contrapartida, ha de ejercer un apoyo personalizado de los mismos a modo de consultor, clarificador si procede, controlador, estimulador, etc. Una secuencia de puestas en común divide el proceso de instrucción correspondiente a cada capítulo en «intervalos didácticos»; de este modo se consigue acoplar el ritmo individual con el ritmo del grupo.

Las actividades socializadas de pequeño grupo o equipo de trabajo formado por 3 o 4 alumnos se refieren,

básicamente, a prácticas de laboratorio integradas en el proceso de instrucción y a actividades teórico-prácticas de recapitulación al finalizar el capítulo.

Las actividades magistrales y socializadas de gran grupo tienen lugar en las interrupciones del proceso individualizado entre intervalos didácticos y consisten en aclaraciones, apoyo a los Cuadernos de Instrucción, experiencias de cátedra, actividades coloquiales, etc.

Al finalizar el proceso de instrucción asociado a un capítulo genérico, se aplica a los alumnos un control individual, en forma de prueba objetiva, en relación con el contenido y objetivos de dicho capítulo. El rápido conocimiento de los resultados de los controles remite al alumno insuficiente, de inmediato, al Cuaderno de Recuperación correspondiente, con lo cual el proceso de recuperación no se distancia en el tiempo del de instrucción. Posteriormente estos alumnos son sometidos a un control objetivo de recuperación.

Junto con los *controles objetivos* a nivel de capítulo, el sistema de evaluación contempla otras fuentes de valoración del rendimiento escolar, como son las *pruebas de unidad*, individuales, de carácter abierto y aplicables al finalizar un conjunto de capítulo con relaciones conceptuales inmediatas; los trabajos de equipo, colectivos y que cubren para cada capítulo actividades tanto teóricas como experimentales; observación y *valoración de la actividad escolar cotidiana* a propósito, particularmente, de las actividades individualizadas y de la calidad de las participaciones en las actividades coloquiales.

Los resultados obtenidos por los cauces de valoración ya descritos, son integrados en una única calificación mediante un modelo consistente en una media ponderada cuyos pesos estadísticos son calculados en base a hipótesis plausibles. (F. López Rupérez, 1982).

En la figura 1 se representa, de una forma esquemática, —mediante un diagrama de flujo— el proceso didáctico que se desarrolla en torno a una unidad genérica. En ella se distinguen dos secuencias cíclicas encajadas una dentro de la otra que preceden a la etapa final. La secuencia interior hace referencia al conjunto de operaciones didácticas que tienen, básicamente, lugar a lo largo del intervalo genérico comprendido entre dos puestas en común sucesivas, de modo que se sale de ella únicamente cuando la secuencia de aprendizaje individualizado correspondiente a los Cuadernos de Instrucción y de Aplicación de un capítulo genérico ha sido agotada. La secuencia exterior incluye, junto con las anteriores, las actividades teórico-prácticas de equipo, las de evaluación y las de recuperación y se extiende a cada uno de los capítulos que constituyen una unidad genérica. La secuencia final recoge la prueba abierta de unidad, la evaluación sumativa y una prueba abierta de recuperación asimilable a las actuales pruebas de suficiencia.

## 3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Con el propósito de evaluar, globalmente y siguiendo una metodología científica, los efectos del Sistema Instructivo que se articula en el PEICE, se ha previsto un plan de experimentación o diseño experimental proyectado dentro de la asignatura Física y Química de 2º de B.U.P. Dicho plan de experimentación pretende, básicamente, dar contestación a las siguientes preguntas:

El Sistema Instructivo que el P.E.I.C.E. plantea sobre la base de los materiales didácticos preparados al efecto,

1. ¿Tiene una incidencia positiva en orden a mejorar significativamente el rendimiento escolar en la asignatura Física y Química de 2º de B.U.P.?
2. ¿Es valorado positivamente por los alumnos?
3. ¿Es valorado positivamente por los profesores?
4. ¿Es generalizable su aplicación a un Instituto de Bachillerato ordinario?

La contestación a la pregunta nº 1 se ha obtenido a través de un estudio estadístico que contempla procedimientos de análisis de covarianza y correlación, los cuales serán referidos más adelante. La contestación a la pregunta nº 2 se ha obtenido mediante el análisis de los resultados de una encuesta pasada a los alumnos que han sido sometidos a la experiencia. Finalmente, la contestación a las preguntas 3 y 4 ha sido posible a través de otra encuesta pasada a un grupo de profesores al finalizar dos cursos diferentes de Perfeccionamiento del Profesorado en los que la experiencia ha sido divulgada.

Por su importancia singular centraremos, en lo que sigue, nuestra atención sobre las características del diseño experimental que nos ha permitido dar contestación a la pregunta nº 1.

### 3.1. Hipótesis

Debido al hecho conocido de que las técnicas estadísticas prueban directamente la hipótesis cero o hipótesis nula plantearemos la hipótesis, que pretendemos contrastar, en forma negativa, ésto es, en términos de no diferencias.

#### • Hipótesis 1

«No existen diferencias significativas en el rendimiento escolar en la asignatura Física y Química de 2º B.U.P. si se emplea el Sistema Instructivo que plantea el P.E.I.C.E. o si se sigue una enseñanza tradicional cuando la variable inteligencia es controlada».

EL presente diseño experimental supone la aplicación del PEICE a una única unidad de contenido (F. López Rupérez y otros 1983) constituida por los siguientes capítulos:

1. Movimiento
2. Fuerza, masa y movimiento
3. Masa e interacción gravitatoria

4. Carga e interacción electrostática
5. Interacción entre cargas en movimiento

Emplearemos como *Hipótesis Auxiliar 1-a* la suposición plausible de que, debido al reconocido nivel de dificultad de la unidad deliberadamente elegida como base de la experimentación, los resultados son generalizables a toda la asignatura. Por otra parte, la *Hipótesis Auxiliar 1-b* consistirá en aceptar que el nivel inicial de conocimientos, sobre los anteriores contenidos, de los alumnos que acceden a 2º de B.U.P. es comparable; su justificación se basa en el hecho de que para los sujetos de experimentación han transcurrido no menos de dos años desde su último contacto con los contenidos implicados en la experiencia. Al aceptar la *Hipótesis Auxiliar 1-b*, referiremos nuestro análisis a resultados absolutos y no a las ganancias conseguidas a lo largo del proceso respecto de la situación inicial (Serramona, 1980).

Finalmente, admitiremos como *Hipótesis Auxiliar 1-c*, suficientemente probada en estudios previos, (Carabaña, 1979; Pérez Serrano, 1981) que el factor socioeconómico opera sobre el rendimiento escolar, fundamentalmente, a través de la inteligencia.

### 3.2 Variables

- Variable independiente

En este estudio se ha considerado como variable-causa el método o Sistema Instructivo. Se trataba, pues, de observar, tanto cualitativa como cuantitativamente, los efectos resultantes de manipular la variable independiente. Tal manipulación se ha conseguido definiendo un grupo experimental al que se le ha aplicado la innovación, y un grupo de control al que no se le ha aplicado, y analizado comparativamente, mediante determinadas técnicas estadísticas, los efectos medibles.

- Variable dependiente

Se ha tomado como variable dependiente o variable-efecto el rendimiento académico medido sobre la base de un sistema de evaluación fundamentalmente objetivo, ésto es, independientemente del criterio del corrector, y común tanto a los alumnos sujetos de experimentación como a los pertenecientes al grupo de control. La definición operacional de rendimiento académico que ha sido utilizada, será presentada más adelante.

- Variable de control

Resulta de sobras conocida la influencia que los factores socioeconómicos ejercen sobre el rendimiento escolar operando, fundamentalmente, a través de la variable inteligencia. Por tal motivo, en nuestro diseño experimental y con el fin de evitar, en la medida de lo posible, amenazas a su validez interna, se ha considerado la inteligencia, medida mediante el test de Raven, como variable de control con vistas a realizar con posterioridad un análisis de covarianza, el cual iguale es-

tadísticamente los grupos experimental y de control en lo que respecta a esta variable cuya influencia sobre el rendimiento es relevante.

- Variables extrañas

Con el fin de intentar reducir la influencia de variables orgánicas, como el sexo o la edad, hemos referido nuestra muestra a Institutos mixtos diurnos en los cuales, tanto las diferencias entre el número de varones y el de hembras como las de edad no son significativas. La influencia de la variable profesor puede considerarse, razonablemente, controlada. Todos los profesores que han intervenido en la experiencia lo han hecho voluntariamente; todos ellos están interesados en la renovación pedagógica y su seriedad profesional nos resulta conocida. Ello avala la suposición razonable consistente en considerar, en promedio, el profesorado del grupo experimental y del grupo de control como equivalentes.

### 3.3. Muestra

Aun cuando el muestreo aleatorio es teóricamente el procedimiento de selección de muestras más simple, su realización, no es siempre viable y no lo ha podido ser en la presente investigación, en donde el nivel de colaboración exigido a los profesores del grupo de control excluía la posibilidad de realizar una asignación por simple azar; la definición del grupo experimental no podía tampoco dejarse al arbitrio de un sorteo riguroso.

Así, el grupo experimental lo han constituido el nivel completo de 2º de B.U.P. del Instituto Experimental-Piloto Cardenal Herrera Oria. Ello nos ha permitido controlar cuidadosamente la manipulación de la variable independiente. Seis grupos, con un volumen de 212 alumnos, han constituido la muestra inicial cuya extensión se ha visto reducida a 181 al quedar el resto excluido del «grupo diana» por carecer de alguno de los datos imprescindibles para la cuantificación de las variables inteligencia y rendimiento.

Por su parte, la constitución del grupo de control ha sido efectuada a partir de un grupo inicial de profesores y cursos colaboradores de Institutos de Madrid y Guadalajara correspondientes a un medio urbano. La segunda selección, que ha dado lugar a una extensión definitiva de tal muestra a 235 alumnos, se ha efectuado procurando diversificar, en la mayor medida posible, la variable centro y profesor de modo que se han tomado, de cada profesor, un sólo grupo o dos en el peor de los casos. En el supuesto de que el profesor interviniera inicialmente en la experiencia con más de un curso, la selección se ha efectuado eliminando los cursos menos brillantes, con el fin de evitar el posible efecto favorecedor del error de muestreo a la hora de rechazar la hipótesis nula  $n^{\circ} 1$ .

## 4. INSTRUMENTOS DE EVALUACION. DEFINICION OPERACIONAL DE RENDIMIENTOS E INTELIGENCIA.

**4.1. Pruebas de rendimiento académico. Definición operacional de rendimiento**

Los instrumentos de medida de rendimiento empleados, con vistas a establecer una definición operacional, han sido cinco pruebas objetivas una por cada uno de los cinco capítulos que constituyen la unidad experimental, y una prueba abierta global, ésta es, referida al contenido de la unidad completa. La elección de este sistema de evaluación, que se apoya en buena parte en pruebas objetivas, se justifica entre otras razones por la posibilidad de comparación estricta de los resultados.

Las cinco pruebas objetivas empleadas fueron confeccionadas a lo largo del curso 1981-82, aplicadas y analizadas sobre una muestra de 110 alumnos del nivel de 2º de BUP. El análisis, tanto de ítems como de pruebas en lo que concierne a parámetros tales como índice de dificultad, poder de discriminación, consistencia interna, plausibilidad, etc., puso de manifiesto que tales pruebas eran aceptables como instrumentos didácticos de medida. La tabla I recoge, de forma resumida, los diferentes parámetros de cada una de las cinco pruebas empleadas, que pueden considerarse, en una primera aproximación, como estandarizadas.

El hecho de que la prueba nº 5, con excelentes valores de consistencia interna y de poder discriminatorio, haya resultado fácil debe ser aceptado como una consecuencia inmediata derivada del escaso nivel de formalización del capítulo 5 cuyo enfoque ha sido, primordialmente, fenomenológico y cualitativo.

Cada prueba consta de 25 ítems de opción múltiple con una opción correcta y tres distractores. El número 25, cuya elección está condicionada por el sistema de calificación empleado (F. López Rupérez, I. Brincones, 1982), permite además la realización de la prueba en el periodo lectivo correspondiente a una clase. Se ha empleado una fórmula de calificación propuesta por nosotros (F. López Rupérez y otros, 1982) que es función exclusiva del número de aciertos y elimina, prácticamente, la posibilidad de puntuaciones negativas, aun teniendo en cuenta de alguna manera, el efecto de azar. Tanto los alumnos del grupo experimental como los del grupo control, han sido sometidos al entrenamiento previo que supone, para cada capítulo, el Cuaderno de Evaluación correspondiente.

La prueba abierta, que incluía cuestiones de concepto y relación y ejercicios numéricos, ha ido acompañada, para cada profesor, con unas normas precisas de calificación con el fin de unificar criterios de corrección y reducir, en la medida de lo posible, la subjetividad de cada profesor. En base a los resultados de las referidas pruebas, se ha definido operacionalmente el rendimiento en la forma:

$$R = \frac{2}{3} \bar{O} + \frac{1}{3} A$$

donde  $\bar{O}$  representa la medida aritmética de las califica-

ciones de las pruebas objetivas y A la calificación de la prueba abierta.

Es preciso señalar el hecho de que en la anterior definición de rendimiento no se contemplan las calificaciones de recuperación ni para el grupo experimental ni para el de control. El análisis de su influencia que será objeto de un trabajo posterior, ha sido considerado deliberadamente de forma independiente.

**4.2. Test de inteligencia**

Por su carácter general se ha empleado, como test inicial, el test de Raven de Matrices progresivas Nivel Superior serie I y II en la versión revisada correspondiente a la edición 1962 y siguiendo las instrucciones del editor (Raven 1962). Este test puede ser considerado como «un medio adecuado para estimar todas las operaciones mentales de análisis y síntesis que intervienen en los procesos de razonamiento más elevados y, al mismo tiempo, para discriminar con claridad entre personas de capacidad intelectual superior». Por tal motivo, en esta investigación se ha empleado como definición operacional de inteligencia el número de aciertos de la serie II del test de Raven.

**5. RESULTADOS Y DISCUSION**

**5.1. Análisis de covarianza**

De los datos de inteligencia media mediante el test de Raven disponibles se deduce que el grupo experimental es, en promedio, más inteligente que el grupo de control. Un simple análisis de varianza ocultaría, por tanto, la influencia de la variable inteligencia sobre el rendimiento y las conclusiones derivadas de él serían, pues, falaces. Es por tal motivo que el diseño experimental base de la presente investigación, incorpora un análisis de covarianza (Pophan, 1967; Wert, 1954) en el que la variable inteligencia es controlada. Se trata, en definitiva, de eliminar por procedimientos estadísticos las diferencias de inteligencia entre el grupo experimental y el de control y, en tales condiciones, averiguar si se rechaza o no la hipótesis nula 1. La tabla II recoge un resumen del análisis de covarianza efectuado. De los resultados se deduce que aun controlando la inteligencia, la hipótesis nula es ampliamente rechazada con  $p < 0.01$ . Por tanto, la hipótesis alternativa de que el Sistema Instructivo experimental influye significativamente en el rendimiento es aceptada.

En la tabla III se representan los valores de las medias de rendimiento sin corregir y corregidas, así como la magnitud de la corrección. Dicha corrección es estimada mediante un análisis de regresión y cancela, en promedio, los efectos sobre el rendimiento de las diferencias en inteligencia entre el grupo experimental y el grupo de control.

**5.2. Análisis de correlación**

Junto con el análisis de covarianza, cuyos resultados acabamos de describir, se ha efectuado un análisis de

correlación inteligencia (I) rendimiento (R) con el fin primordial de estimar el poder predictivo del test de Raven en el rendimiento escolar en la asignatura Física y Química 2º de BUP. La tabla IV recoge los resultados obtenidos. Como cabía esperar, los resultados de este análisis de correlación son consistentes con los del análisis de covarianza previo, en el sentido de que la recta de regresión correspondiente al grupo experimental se halla por encima de la del grupo de control, lo cual quiere decir que, en términos estadísticos, para un valor de inteligencia dado un alumno sometido al PEICE obtiene mejor rendimiento que si es sometido a una enseñanza tradicional.

Los valores del coeficiente de regresión indican que ambas variables están relacionadas significativamente, es decir, que existe una dependencia de R con respecto de I. El nivel de significación es, de nuevo,  $p < 0.01$ . La diferencia entre los valores del coeficiente de regresión correspondiente a los grupos experimental y de control es del orden del error estimado para dicho parámetro. Dada la reconocida dificultad de la unidad objeto de experimentación el valor estimado del coeficiente de correlación puede ser considerado como un límite inferior de la capacidad del test de Raven en orden a predecir el rendimiento escolar en Física y Química de 2º de BUP. No obstante lo cual, nuestros resultados, en relación con los generales de la bibliografía, pueden calificarse de típicos. (Pérez Serrano, 1981; Fernández Huerta, 1965; Kaczynska, 1935).

El hecho de que el valor calculado de la pendiente de las rectas de regresión sea prácticamente el mismo para el grupo experimental y para el grupo de control, evidencia un aspecto interesante de este estudio. De tal circunstancia puede inferirse que la intensidad de la relación entre inteligencia y rendimiento es independiente del método instructivo puesto en juego y podría atribuirse, entonces, a factores de tipo psicobiológico.

### 5.3. Física y Química versus Matemáticas

La comparación del porcentaje global de aprobados a finalizar el presente curso, para todo el nivel de 2º de BUP de nuestro Instituto, entre las asignaturas de Física y Química y Matemáticas merece alguna atención. Es cierto que las condiciones de comparación no han sido controladas como en el diseño experimental anteriormente citado; particularmente, en lo que respecta al sistema de evaluación. Sin embargo, la opinión generalizada del 100% de los profesores, tanto del grupo experimental como del de control, indica que la definición operacional de rendimiento ya referida no da lugar a una evaluación más blanda, menos rigurosa, que la que proporcionaría el sistema habitualmente seguido en otras circunstancias. Por otra parte, aun cuando la unidad experimental ha constituido una importante fracción del curso, no todo él ha implicado la metodología que se contempla en el P.E.I.C.E.

A pesar de tales limitaciones, y por las razones anteriormente expuestas, los resultados finales en estas dos

asignaturas son, en una primera aproximación comparables, presentando dicha comparación el aliciente de estar referida a la misma muestra con las mismas características personales y sociales. Los datos procedentes de la información suministrada por Jefatura de Estudios, se recogen en la tabla V junto con los correspondientes a las medias nacionales en Institutos diurnos (curso 1980-81) (López Rupérez, 1983a). El «nivel de fracaso» obtenido en Matemáticas es análogo al de la media nacional (habida cuenta que no incluye los resultados de la convocatoria de Setiembre); el obtenido en Física y Química es significativamente inferior al de Matemáticas y, por extensión, al de la media nacional. Con todas las precauciones que se quiera tal circunstancia constituye un argumento que refuerza la validez interna del diseño experimental y, por consiguiente, la de las conclusiones obtenidas a partir del análisis de covarianza, en el sentido de que el Sistema Instructivo experimentado influye significativamente en el rendimiento escolar disminuyendo el fracaso.

### 5.4. La opinión de los alumnos

Con el propósito de valorar el estado de opinión de los alumnos respecto al Sistema Instructivo experimental, más allá de la información objetiva suministrada por los datos de rendimientos, se les ha pasado una encuesta cuyos ítems más significativos a la hora de dar respuesta a la pregunta 3, inicialmente planteada, discutiremos en lo que sigue.

La tabla VI recoge un cuestionario elemental referido a los Cuadernos de Instrucción- Aplicación junto con los valores en la media  $\bar{X}$  y la desviación típica  $\delta$  de las puntuaciones para cada ítem. Corresponden a una muestra de 205 alumnos de extensión media. La mayor parte de los ítems son valorados por encima del 2,5 alcanzando, en algunos casos, hasta el 4. El 2,4 obtenido para las actividades del nivel avanzado es importante toda vez que se trata de actividades opcionales previstas, en principio, para los alumnos más aventajados o con mayor interés. El 1,7 del diagrama conceptual puede explicarse como la consecuencia razonable de la insuficiente atención prestada por parte del profesorado a actividades de interrelación. A la vista de los anteriores resultados, la valoración por parte de los alumnos de los Cuadernos de Instrucción- Aplicación puede considerarse como POSITIVA.

La tabla VII se refiere a los resultados obtenidos para los diferentes elementos del Cuaderno de Evaluación- Recuperación. Los elevados valores de las medias y, por contra, los pequeños de las desviaciones típicas, indican concordancia de opinión y una valoración MUY POSITIVA, por parte del alumno, de este tipo de materiales. Tales resultados están de acuerdo tanto con las reflexiones iniciales como con datos posteriores que señalan, en cualquier caso, la clara influencia del sistema de recuperación sobre el fracaso escolar o sobre su control (F. López Rupérez, 1983 b).

La tabla VIII muestra un tercer grupo de cuestiones

referentes a posibles métodos de enseñanza entre los cuales se recoge un método genérico de instrucción individualizada, el cual alcanza la mayor puntuación. Finalmente, la tabla IX recoge un cuarto grupo de cuestiones diversas relacionadas, la mayor parte, con ciertos detalles del proceso de instrucción. De ella puede deducirse, entre otras, las siguientes conclusiones:

- El método ensayado propicia la interacción alumno-alumno y alumno-profesor.
- Es en la práctica un método activo, pues los alumnos «aprenden haciendo» y un muy amplio porcentaje actuando libre pero responsablemente realizan las actividades obligatorias.
- A pesar del carácter sistemático del método y de las dificultades intrínsecas de la unidad experimental elegida, no les pareció aburrido.

Los resultados de la encuesta de alumnos nos permiten, pues, responder afirmativamente a la pregunta nº 3.

## 5.5. La opinión de los profesores

Como última etapa del plan previsto para la evaluación de la experiencia se han realizado dos cursos de Perfeccionamiento del Profesorado organizados por el ICE de la Universidad Autónoma de Madrid y por Acción Educativa, respectivamente. En ellos se ha podido divulgar, con cierto detalle, la experiencia, su filosofía y su desarrollo, así como recoger la opinión de los profesores asistentes con el fin de poder dar contestación a las preguntas 3 y 4. Los resultados de la encuesta correspondiente quedan recogidos en la tabla X.

La posibilidad para los profesores encuestados de realizar comentarios adicionales abiertos nos ha permitido conocer, en algunos casos, la justificación a las respuestas dadas. Así, por ejemplo, las contestaciones negativas a la primera pregunta para el profesorado estatal están relacionadas, en opinión del encuestado, con la imposibilidad de aplicar el PEICE en Institutos nocturnos o de medio rural. Por contra, en el caso de los centros privados, la negativa está asociada a limitaciones en la libertad de cátedra. Tres de los profesores que contestaron positivamente manifestaron, no obstante, preferir modificar en alguna medida los contenidos. En relación con la segunda pregunta, cuatro de los profesores encuestados expresaron, junto con su contestación positiva, la limitación consistente en consultar al Seminario.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALONSO HINOJAL, I., 1983, Investigación Educativa. Nuevos desafíos, nuevas respuestas, *Perspectivas actuales en Sociología de la Educación*, pág. 377 (Ed. Canto blanco, Universidad Autónoma de Madrid - Instituto de Ciencias de la Educación, Madrid).

En base a los anteriores resultados quedan, a nuestro juicio, contestadas positivamente las preguntas 3 y 4 inicialmente planteadas.

## 6. CONCLUSIONES

Los resultados globales nos han permitido contestar afirmativamente las cuatro preguntas cruciales ya referidas, de modo que es posible afirmar, sobre la base de los resultados del análisis experimental, lo siguiente: El Sistema Instructivo que el PEICE contempla,

- a) Reduce significativamente el fracaso escolar en la asignatura Física y Química 2º de BUP.
- b) Es valorado positivamente tanto por alumnos como por profesores.
- c) Su aplicación es posible en un Centro ordinario de Bachillerato.

Además de las anteriores conclusiones, apoyadas en un estudio cuantitativo, la valoración cualitativa, pero importante, del profesorado encargado de aplicar la innovación permite añadir las siguientes: el Sistema Instructivo ensayado,

- a) Permite dedicar una mayor atención a esa importante fracción de alumnos con interés pero con poca aptitud o/y mala base.
- b) Atiende mejor a los mejor dotados.
- c) Al tratarse de un método activo, el alumno «aprende haciendo», de modo que ha de poner a prueba continuamente el grado de asimilación de pequeñas dosis de instrucción. La información, la interiorización y la aplicación no se distancian, así, en el tiempo.
- d) Se reduce la posibilidad de que se formen «lagunas conceptuales» cuya influencia sobre el rendimiento, en asignaturas de carácter acumulativo, es importante.
- e) Convierte el aula en un «espacio de interrelaciones».
- f) Mejora el rendimiento del tiempo lectivo, porque los alumnos estudian y trabajan, fundamentalmente, en el aula y en el laboratorio.
- g) Asigna un nuevo rol al profesor más flexible y abierto sin menoscabo de la eficacia del proceso instructivo.
- h) Mejora la comprensión, por parte del alumno, de un texto escrito.
- i) Propicia, en el alumno, el desarrollo de su capacidad de autoinstrucción y trabajo autónomo.

CARABAÑA, J., 1980, Origen social, inteligencia y rendimiento académico, *Temas de Investigación Educativa*, pág. 29 (INCIE, Madrid).

FERNANDEZ DE CASTRO, J., 1973, *La enseñanza pro-*

- gramada (C.S.I.C., Madrid).
- FERNANDEZ HUERTA, J., 1965, Correlación entre inteligencia y rendimiento, *Rev. Escuela Española*, pág. 34.
- KACZYNSKA, 1935, *El rendimiento escolar y la inteligencia*, (Espasa Calpe, Madrid).
- LOPEZ RUPEREZ, F. y BRINCONES CALVO, I., 1982, Modelo de calificación de ítems de opción múltiple en función del número de aciertos, *Rev. Española de Pedagogía* n° 155, pág. 103.
- LOPEZ RUPEREZ, F., BRINCONES CALVO, I., GARROTE FLORES, R., TOVES ARGÜELLO, MD., 1982, Análisis comparativo de diferentes sistemas de calificación de ítems de opción múltiple, *Rev. Española de Pedagogía* n° 156, pág. 97.
- LOPEZ RUPEREZ, F., 1983 a), El fracaso escolar en el Bachillerato y la Enseñanza Individualizada, *Suplemento Educación Diario el País*, 2.2.83.
- LOPEZ RUPEREZ, F., 1983 b), PEICE - Memoria final de los Programas de desarrollo de la Investigación e Innovación Educativas 1982, pág. 40.
- LOPEZ RUPEREZ, F., BRINCONES CALVO, I., GARROTE FLORES, R., PALACIOS GOMEZ, C., TOVES ARGÜELLO, MD., 1983, *Proyecto de Enseñanza Individualizada de Ciencias Experimentales. Introducción a las Ciencias Físicas. Vol. 1 y 2*, (Cantoblanco. Universidad Autónoma de Madrid. Instituto Ciencias Educación, Madrid).
- PEREZ SERRANO, G., 1981, Origen social y rendimiento escolar, pág. 101 - (Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid).
- POPHAN, W.J., 1967, *Educational Statistic: Use and Interpretation*, (Harper and Row, New York).
- RAVEN, J.C., 1962, *P.M.S. Matrices Progresivas; Nivel Superior Series I y II*, Revisión de 1962, (M.E.P.S.A., Madrid).
- SERRAMONA, J., 1980, *Investigación y estadísticas aplicadas a la educación*, (Ceac, Barcelona).
- WEISGERBER, R.A., 1980, *Tendencias actuales de la Enseñanza Individualizada*, (Anaya, Madrid).
- WERT, J.E., 1954 *Statistical Methods in Educational and Psychological Research*, (Appleton Century Crofts Inc. New York).

TABLA I. PARAMETROS DE LAS PRUEBAS OBJETIVAS EMPLEADAS COMO INSTRUMENTOS DE MEDIDA

CONTROL	ITEMS					PRUEBA I dif	ITEMS			PRUEBA P dis	PRUEBA Indice de plausibilidad %	PRUEBA Consistencia interna KR-20		
	MF	F	DM	D	MD		ND	B	MB					
1	0	25	50	25	0	50,7	DM	0	50,3	41,6	0,37	MB	66,3	0,46
2	4	32	44	30	0	53	DM	0	52	48	0,76	MB	69,3	0,69 B
3	0	20	44	20	0	56	DM	0	64	36	0,72	MB	80	0,84 B
4	0	24	44	24	0	53,2	DM	16	44	40	0,72	MB	62,4	0,79 B
5	20	40	20	12	0	60,5	F	0	72	18	0,64	B	78,7	0,94 MB

- . MF Muy fácil
- . F Fácil
- . DM Dificultad moderada
- . D Difícil
- . MD Muy difícil
- . MB Muy bueno
- . B Bueno



# INVESTIGACION Y EXPERIENCIAS DIDACTICAS

TABLA II

a) EXTENSION DE LA MUESTRA

Grupo experimental	181 alumnos (6 grupos - 5 profesoras)
Grupo control	232 alumnos (8 grupos - 6 profesoras)
Total	413 alumnos

b) ANALISIS DE COVARIANZA CONSIDERANDO LA INTELIGENCIA  
COMO VARIABLE DE CONTROL

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medio de la suma de cuadrados
Entre grupos	1	96,4	96,4
Intra grupos	413-3	728,3	1,78
Total	413-2	824,7	2,01

$F = \frac{96,4}{1,78} = 54,2 > 6,7$   
 Nivel significación  $\alpha < 0,01$

TABLA III. CORRECCION DE MEDIAS

	Grupo experimental	Grupo control
Medias sin corregir	5,29	4,04
Corrección	0,15	0,11
Medias corregidas	5,15	4,15

. Las cifras subrayadas son dudosamente significativas

TABLA IV. ANALISIS DE CORRELACION INTELIGENCIA-RENDIMIENTO

	Grados de libertad	Pendiente a	Ordenada en el origen b	Coefficiente de correlación r	Error estándar $\Delta r$
Grupo experimental	181-2	0,12	2,48	0,34	0,07
$r > 0,181$ : Nivel de significación $\alpha < 0,01$					
Grupo control	232-2	0,10	1,82	0,43	0,05
$r > 0,171$ : Nivel de significación $\alpha < 0,01$					

TABLA V. FISICA Y QUIMICA VERSUS MATEMATICAS

Porcentaje de alumnos evaluados negativamente		
	I.B. Cardenal H. Oria Convocatoria Junio 1983	Media Nacional Convocatoria Junio- Setiembre 1981
Matemáticas	40,7 %	35,32 %
Física y Química	26,8 %	33,03 %

TABLA VI. CUESTIONARIO DE VALORACION DE LOS CUADERNOS INSTRUCCION-APLICACION

De acuerdo con su utilidad, para mejorar tu rendimiento escolar, valora de 0 a 5 los siguientes elementos de los cuadernos de Instrucción-Aplicación:

<u>Nº datos</u>		$\bar{x}$	$\delta$
209	. Texto básico . . . . .	3,3	1,3
209	. Actividades de nivel básico . . . . .	3,3	1,3
195	. Actividades de nivel avanzado . . . . .	2,4	1,6
208	. Actividades experimentales . . . . .	3,7	1,2
203	. Lecturas . . . . .	2,8	1,5
207	. Actividades de grupo . . . . .	2,6	1,4
191	. Actividades experimentales caseras . . . . .	1,7	1,6
208	. Actividades aceleratorias . . . . .	3,8	1,2
207	. Recuerda que... . . . .	4,0	1,1
205	. Diagrama conceptual . . . . .	1,7	1,6

TABLA VII. CUESTIONARIO DE VALORACION DE LOS CUADERNOS EVALUACION-RECUPERACION

De acuerdo con su utilidad, para mejorar tu rendimiento escolar, valora de 0 a 5 los siguientes elementos de los cuadernos de Evaluación-Recuperación:

<u>Nº datos</u>		$\bar{x}$	$\delta$
208	. Actividades de auto-evaluación . . . . .	3,8	1,2
207	. Secuencias de cuadros . . . . .	3,8	1,2
211	. Test parciales . . . . .	3,8	1,1
207	. Test finales . . . . .	4,2	1,0

# INVESTIGACION Y EXPERIENCIAS DIDACTICAS

TABLA VIII. QUESTIONARIO DE VALORACION DE DIFERENTES METODOS

Califica de 0 a 5 cada uno de los siguientes métodos de enseñanza de la Física y la Química suponiendo que tuviera que mantenerse a lo largo de todo el curso:

<u>NR datos</u>		$\bar{x}$	$\delta$
205	. El profesor explica todo y pide cuenta de ello . . . . .	2,0	1,6
205	. El profesor organiza el trabajo, explica poco al grupo, pero atiende individualmente las consultas . . . . .	3,0	1,4
205	. El alumno aprende Física y Química haciendo exclusivamente prácticas de Laboratorio, buscando la teoría que necesite y pudiendo pedir la orientación del profesor . . . . .	2,2	1,6
205	. El alumno aprende Física y Química resolviendo exclusivamente problemas y buscando la teoría que necesite con el auxilio del profesor . . . . .	2,0	1,4

TABLA IX. QUESTIONARIO DE VALORACION DEL PROCESO DE INSTRUCCION

Califica de 0 a 5 puntos cada una de las siguientes cuestiones referidas al método instructivo que el P.E.I.C.E. supone:

<u>NR datos</u>		$\bar{x}$	$\delta$
205	. Te sentiste suficientemente atendido por tu profesor en clase . . . . .	3,2	1,6
201	. Te apoyaste en la ayuda prestada por tus compañeros . . . . .	3,1	1,4
192	. Necesitaste de la ayuda de otras personas ajenas a la clase . . . . .	1,6	1,9
202	. Para la comprensión de la asignatura (exceptuando lo relativo a las actividades de grupo) necesitaste consultar otros textos o materiales . . . . .	1,2	1,6
192	. El trabajo en clase te resultó útil . . . . .	3,0	1,6
204	. El trabajo en clase te resultó ameno o agradable . . . . .	2,6	1,5
204	. Realizaste las actividades básicas . . . . .	4,1	1,1
202	. Realizaste las actividades avanzadas . . . . .	1,3	1,4
204	. Respetaste la secuencia: 1ª lectura del texto, 2ª actividades de aplicación para cada apartado . . . . .	1,9	1,4
204	. Se lo recomendaría a un amigo tuyo que tuviese dificultades con la Física . . . . .	2,8	1,8

TABLA X. LA OPINION DE LOS PROFESORES

	Centros estatales	Centros privados
NR de profesores encuestados	21	10
En tu opinión, el P.E.I.C.E. como sistema instructivo sería aplicable a cualquier curso de Bachillerato ordinario.	SI: 10 NO: 2	SI: 8 NO: 2
Si contaras con los materiales del P.E.I.C.E. para tus alumnos ¿te gustaría aplicarlos en el aula?	SI: 21 NO: 0	SI: 10 NO: 0

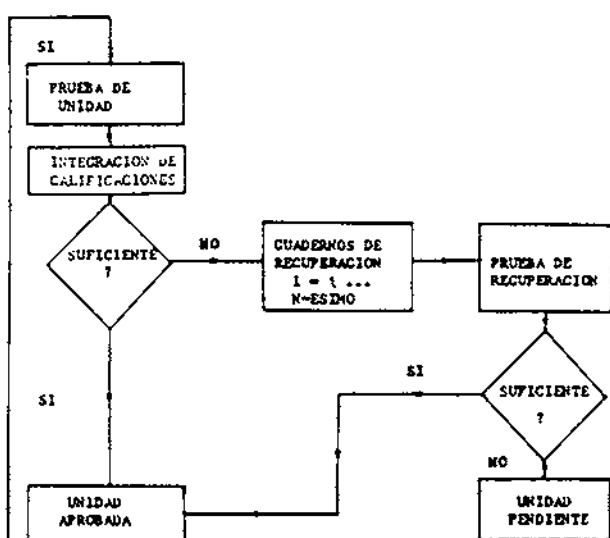
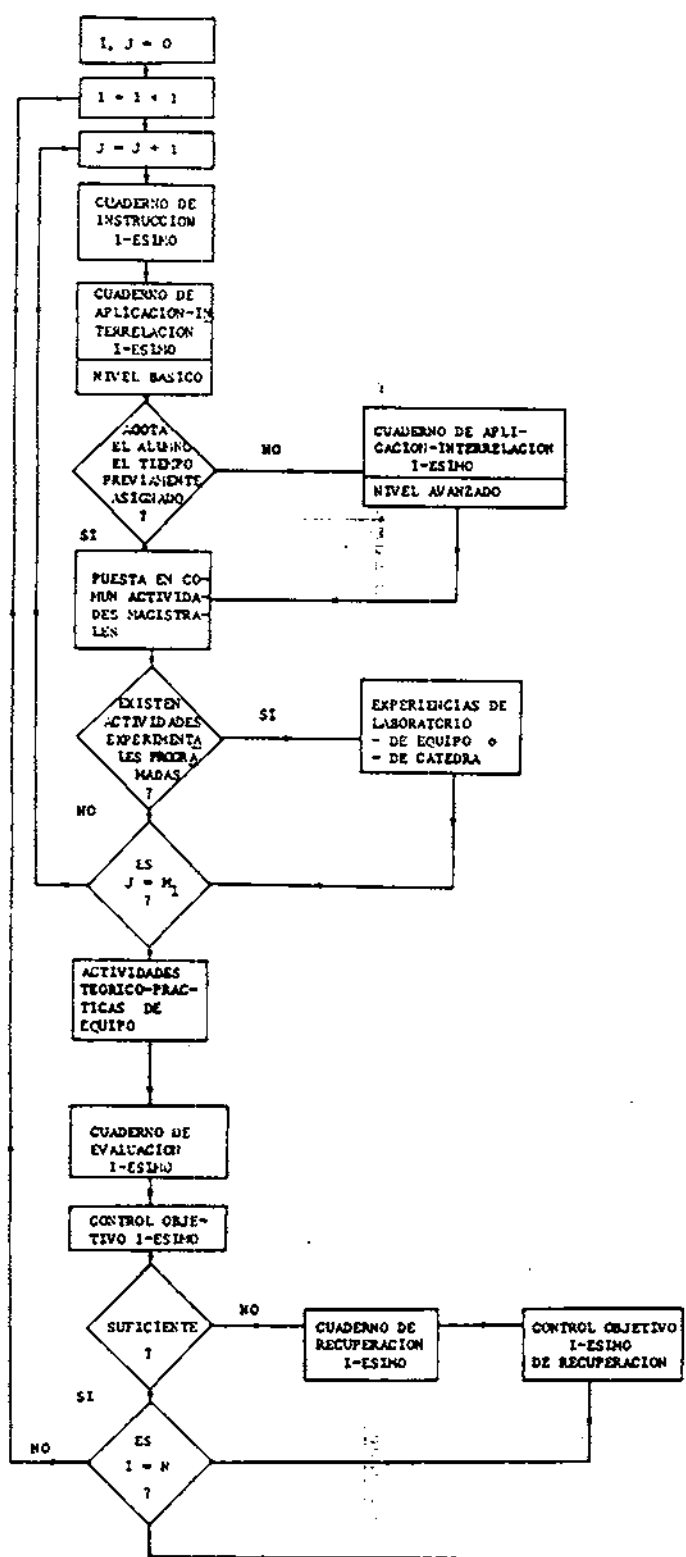


Fig. 1. Diagrama de flujo simplificado del proceso didáctico que se desarrolla a lo largo de una unidad didáctica genérica. N representa el número total de capítulos de que consta la unidad didáctica y  $M_1$  el número de puestas en común programadas para el capítulo I-ésimo.