

La investigación-acción en la enseñanza de la Física: un escenario idóneo para la formación y desarrollo profesional del profesorado



Antonio García-Carmona

Departamento de Didáctica de las Ciencias, Universidad de Sevilla, España.

E-mail: agarciaca@cofis.es

(Recibido el 28 de Abril de 2009; aceptado el 19 de Mayo de 2009)

Resumen

En este artículo se presenta la investigación-acción (I-A) como una metodología idónea para el autodesarrollo profesional del profesorado de Física. Se presenta como un modelo de investigación esencialmente cualitativa, orientada a mejorar la práctica docente. Se destaca el carácter cíclico-reflexivo de una I-A, y el sentido dinámico de las hipótesis que guían su desarrollo: las hipótesis de acción, las cuales se plantean mediante un enunciado que incita la puesta en marcha de cierta medida didáctica y/o metodológica en el aula. También se analizan los criterios específicos de validación y fiabilidad que proveen a una I-A de la calidad necesaria.

Palabras clave: Enseñanza de la física, formación del profesorado, investigación-acción.

Abstract

This paper presents the action research (AR) as a suitable methodology to physics teachers' professional self-development. AR is presented as a qualitative research model oriented to improve the teaching praxis. The cyclic-reflective character of an AR is pointed out, and the dynamic sense of the hypotheses that guide its development: action hypotheses. These are formulated with enunciated that induce the application of didactic and/or methodological measuring in the classroom. Also the specific criteria of validation and reliability of an AR are analyzed.

Keywords: Action research, physics education, physics teacher training.

PACS: 01.40.Fk, 01.40.J-, 01.40.gb

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Hoy día, en la investigación educativa se intenta romper con la figura del profesorado como instrumento intermediario, que aplica técnicas elaboradas por expertos externos, y cuyos fundamentos y finalidad escapan a su conocimiento y control [1]. Se propugna, en su lugar, una investigación centrada en la reflexión sobre la complejidad, diversidad y riqueza dinámica de la vida del aula [2]. Surge así la *investigación-acción* (en adelante, I-A), que concibe el aula como un espacio de investigación y experimentación, donde el investigador está implicado en la propia práctica docente [3]. En la actualidad, la I-A es considerada como el instrumento idóneo en el control y regulación del proceso de enseñanza/aprendizaje en el aula [4], así como la metodología propicia para el autodesarrollo profesional del profesorado [5].

Consecuentemente, la I-A se constituye como el escenario idóneo para evaluar la práctica educativa en la enseñanza de la Física. Ésta puede tener diversos enfoques, en función de los aspectos que se deseen estudiar y mejorar de la práctica docente, si bien todos ellos tienen en común la identificación de estrategias de acción, que han

de ser implantadas a fin de someterlas a observación, reflexión y cambio [6].

En lo que sigue, se revisan los aspectos esenciales de una I-A educativa mediante un análisis pormenorizado del proceso a seguir en su desarrollo. También se describen los distintos tipos de I-A en el aula, y los procesos de validación y fiabilidad de una I-A educativa, así como los criterios específicos que se han de tener en cuenta a la hora de poner en práctica dicha metodología en el aula.

II. CARACTERIZACIÓN DE UNA I-A

En la planificación de una investigación en didáctica de la Física, se hace imprescindible definir la naturaleza de la investigación, es decir, establecer si su desarrollo se hará desde una perspectiva cuantitativa o cualitativa. La diferencia fundamental entre ambas metodologías estriba en que la cuantitativa estudia la asociación o relación entre variables cuantificadas, y la cualitativa lo hace en contextos estructurales y situacionales. Por tanto, mientras la *investigación cualitativa* (también denominada *investigación interpretativa*) trata de identificar la

naturaleza profunda de una situación educativa [7] y sus relaciones con el entorno en que se desarrolla [8], la **investigación cuantitativa** tiene como objetivo determinar el poder de asociación o correlación entre las variables definidas, la generalización y objetividad de los resultados, a través de una muestra, con el fin de hacer inferencia (obtener conclusiones generales) de una población de la cual procede dicha muestra [9].

Dada las limitaciones que, por separado, presentan estas dos metodologías en la investigación educativa, actualmente se promueve el uso complementario de ambas. Ahora bien, de acuerdo con los propósitos y las características de la investigación que se desee desarrollar, deberá cobrar mayor protagonismo una u otra metodología.

En el caso de una I-A, que se desarrolle en el seno de una situación educativa concreta, debería prevalecer una metodología cualitativa [10]. Esto obedece a que la investigación centrará su atención en aspectos relativos a la organización del aula, las relaciones entre los estudiantes y con el profesor, y, en general, en los aspectos locales de los acontecimientos que tiene lugar en los grupos naturales que constituyen la clase [5]. No obstante, en una I-A, también debe estar presente —aunque en menor medida— la metodología cuantitativa. Su uso se hará palpable a través del empleo de la Estadística Descriptiva [11], destinada a caracterizar, de forma abreviada, los valores tomados por las variables definidas en el estudio. Asimismo, será preciso recurrir a pruebas de contraste de hipótesis, aunque su empleo presentará ciertas limitaciones. Hay que tener presente que una I-A plantea una indagación en el seno de un espacio educativo natural, sin que, por lo general, exista un proceso de muestreo. En consecuencia, una herramienta como el test de hipótesis, propia de la Estadística Inferencial (trata de hacer extensible los resultados a toda la población representada por la muestra), no proporcionaría conclusiones formales (científicas) más allá del límite del colectivo estudiado [2]. Con el propósito de profundizar en esta cuestión, Martín-Moreno Cerrillo [12] establece diez puntos de diferenciación entre la investigación científica (I-C) formal¹ y la I-A:

1. La I-C emplea métodos considerados neutrales, mientras que en la I-A, los métodos empleados desarrollan sistemas sociales, produciendo potencial humano.

2. La I-C se basa en la observación del presente, en cambio la I-A combina la observación en el presente con la interpretación del presente, el conocimiento del pasado y la conceptualización de futuros más deseables.

3. En la I-C, el rol del investigador es el de espectador del fenómeno a estudiar, mientras que en la I-A, el investigador forma parte del ‘fenómeno’ a estudiar.

4. En la I-C, los casos tienen interés sólo en la medida en que representan poblaciones, en cambio, en la I-A los casos pueden ser en sí mismos objetos de conocimientos.

5. La I-C utiliza un lenguaje denotativo, es decir, observacional. En la I-A el lenguaje suele ser connotativo e, incluso, metafórico.

6. En la I-C, las unidades a estudiar existen independientemente de los seres humanos, mientras que en la I-A, se consideran elaboraciones humanas realizadas para propósitos humanos.

7. En la I-C, los objetivos epistemológicos se dirigen a la predicción de acontecimientos a partir de proposiciones organizadas jerárquicamente. En la I-A, los objetivos se dirigen al desarrollo de pautas, con el propósito de implementar acciones que produzcan resultados deseados.

8. En la I-C, la estrategia en la construcción del conocimiento combina inducción y deducción, mientras que la I-A aplica la conjetura y la creación de marcos destinados a modelar conductas.

9. En la I-C, la confirmación se obtiene mediante la consistencia lógica, la predicción y el control; en cambio, en la I-A, la confirmación se consigue evaluando si las acciones producen las consecuencias programadas en los objetivos de la investigación.

10. La I-C busca la generalización amplia, universal y libre de contexto, mientras que en la I-A, la generalización que se consigue es reducida, situacional y vinculada a un contexto.

El hecho de que los resultados de una I-A en didáctica de la Física no sean generalizables, desde el punto de vista formal (científico), no significa que no sean útiles en otras situaciones educativas. En efecto, la observación llevada a cabo en una I-A puede ser no sistemática y acientífica, pero, también, ofrece garantías suficientes con vistas a ser considerada como un método cualitativo de indudable valor. Anguera (cit. en [13], p. 194) señala, al respecto, que “*la observación alcanza la jerarquía de método científico y, por tanto, capacidad de descubrir y explicar el comportamiento, al obtenerse datos adecuados y fiables correspondientes a conductas, eventos, y/o situaciones perfectamente identificadas, e insertas en un contexto*”. Abundando en la misma idea, McKernan (cit. en [12], p. 342), señala que la I-A contribuye al incremento del conocimiento y puede ser considerada como científica si se sitúa sobre una base epistemológica diferente de la que tiene la Ciencia formal. En consecuencia, los resultados de una I-A pueden resultar suficientemente precisos para los objetivos formulados por la acción educativa en determinadas situaciones de clase, tanto en el mismo contexto educativo como en otros diferentes [2]. Surge así la **teorización** [5], que hace referencia a aquellas interpretaciones fundamentadas a partir de la práctica educativa, mediante una reflexión sistemática y crítica, cuyo propósito es mejorar dicha práctica en acciones sucesivas [3].

Elliott [14] establece una serie de características de la I-A, que se resumen en los puntos siguientes:

✓ *Se centra en el descubrimiento y la resolución de los problemas a los que se enfrenta el profesorado, con el fin de llevar a la práctica sus valores educativos.*

✓ *Supone una reflexión simultánea sobre los medios y los fines, de manera que los valores educativos se*

¹ Entendida como aquella que aplica el método científico tradicional, empleado en el ámbito de las ciencias naturales.

definen por las acciones concretas que selecciona el profesorado como medio para realizarlos. En este sentido, las actividades de enseñanza constituyen interpretaciones prácticas de los valores. Por tanto, al reflexionar sobre la calidad de su enseñanza, el profesorado ha de hacerlo sobre los conceptos de valor que la configuran y moldean.

✓ *Es una práctica reflexiva.* Como forma de autoevaluación, la I-A consiste en que el profesorado evalúe las cualidades de su propio “yo” tal como se manifiesta en sus acciones. Con este enfoque, esas acciones se conciben como prácticas morales más que como simples expresiones técnicas. En el contexto de una práctica moral, la autoevaluación supone un tipo determinado de autorreflexión: la *reflexividad*.

✓ *Integra la teoría en la práctica.* Las teorías educativas se consideran como sistemas de valores, ideas y creencias representadas no tanto en forma proposicional como de práctica. Esas teorías se desarrollan a través del proceso reflexivo sobre la práctica. El desarrollo de la teoría y la mejora de la práctica se consideran procesos interdependientes.

✓ *Supone un diálogo con otros profesionales.* En la medida en que el profesorado trata de poner en práctica sus valores profesionales mediante la I-A, se hace responsable de los resultados ante sus compañeros. La responsabilidad se expresa en la elaboración de expedientes que documenten los cambios habidos en la práctica y los procesos de deliberación y reflexión que dan lugar a esos cambios.

A la vista de lo que establece Elliott, se concluye que la esencia de una I-A no es tanto la generación de conocimiento cuanto el hecho de cuestionar las prácticas educativas, y los valores que las integran, con la intención de explicitarlos. Al respecto, Pérez Gómez (cit. en [2], p. 12) escribe que:

La práctica didáctica (en el marco de la I-A) se justifica, no en la medida en que consigue unos determinados y homogéneos resultados observables a

corto plazo en el aula, sino en la medida en que facilita y promueve un proceso de trabajo e intercambios en el aula, y en el centro donde se realizan, los valores que se consideran educativos por la comunidad humana.

Por tanto, la I-A se constituye como un instrumento poderoso para reconstruir las prácticas y los discursos educativos. En este sentido, sus propósitos serán [5]:

- Mejorar y/o transformar la práctica educativa, al tiempo que procurar una mejor comprensión de dicha práctica.
- Articular de forma permanente la investigación, la acción y la formación.
- Aproximarse a la realidad, vinculando el cambio al conocimiento.
- Hacer protagonistas de la investigación al profesorado.

A. El proceso de I-A

A la hora de planificar una I-A, es preciso tener en cuenta que no consiste en una investigación ni en una acción, ni siquiera en la intersección de ambas, sino en un bucle recursivo y retroactivo de investigación y de acción [2]. Desde este enfoque, la I-A debe ser considerada como una metodología que persigue a la vez resultados de acción e investigación, a partir del diálogo de ambas [5]. Por tanto, se concibe como un *proyecto de acción* formado por *estrategias de acción*, supeditadas a las necesidades del profesorado investigador. De tal modo que su puesta en práctica consiste en un proceso que se caracteriza por su carácter cíclico, que implica una *espiral dialéctica* entre la acción y la reflexión, de forma que ambos momentos quedan integrados y se complementan. En consecuencia, la I-A es una espiral de ciclos de investigación y de acción constituidos por las siguientes fases: *planificar, actuar, observar y reflexionar* (figura 1).

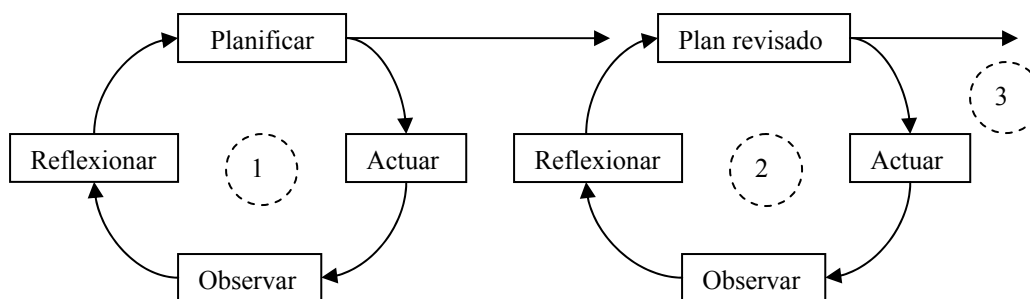


FIGURA 1. Espiral de ciclos de una I-A en educación.

Para Escudero [15], el diseño de un proyecto de I-A debe articularse en torno a las siguientes fases:

1. *Identificación inicial de un problema*, tema o propósito sobre el que indagar.
2. *Elaborar un plan estratégico razonado de actuación*: crear las condiciones para llevarlo a la práctica

y realizarlo, controlar el curso, las incidencias, consecuencias y resultados de su desarrollo.

3. *Reflexionar críticamente sobre lo que sucedió*, intentando elaborar una cierta teoría situacional y personal de todo el proceso (*teorización*).

Latorre [5], profundizando en los puntos anteriores, matiza lo siguiente con respecto al proyecto de I-A:

- a) El proyecto ha de incluir la revisión o diagnóstico del problema, o idea general de investigación.
- b) La acción debe estar referida a la implementación del plan de acción.
- c) La observación incluirá una evaluación de la acción a través de métodos y técnicas apropiados.
- d) La reflexión significará recapacitar sobre los resultados de la evaluación y sobre la acción llevada a cabo, lo que lleva a identificar un nuevo problema o problemas y, en consecuencia, a un nuevo ciclo de planificación, acción, observación y reflexión.

Los aspectos señalados, tienen como finalidad orientar al profesor investigador a desarrollar su proyecto de I-A; no obstante, un proyecto de estas características, donde la práctica es el núcleo central de la indagación, debe desarrollarse y ajustarse a la situación personal de cada profesor o profesora. En este sentido, McNiff *et al* (cit. en [5], p. 40) sugieren que, antes de iniciar un ciclo de I-A, se reflexione sobre los siguientes aspectos:

✓ **Revisar nuestra práctica.** Plantear un proyecto de investigación siempre supone revisar o cambiar nuestra práctica con el fin de mejorarla. Implica que nuestros valores educativos son cuestionados y problematizados.

✓ **Identificar un aspecto que queremos mejorar, o innovar, en el aula.** Estas son algunas de las preguntas que se hacen los investigadores en la acción: ¿Cómo puedo mejorar mi práctica? ¿Cómo puedo introducir estos nuevos elementos educativos en mi aula? ¿Cómo puedo mejorar mi comprensión de esta situación?

✓ **Imaginar la solución.** El investigador siempre tiene que imaginar y elaborar un plan de acción donde se recoja su propuesta de mejora, cambio o innovación.

✓ **Implementarla.** Una vez ideado el plan de acción, el investigador tiene que llevarlo a la práctica y, a la vista de ésta, ver si resulta como se imaginaba.

✓ **Registrar lo que ocurre.** El rigor que supone una investigación de esta naturaleza, requiere del registro de lo que ocurre y de los efectos que los cambios generan en la situación.

✓ **Modificar el plan a la luz de los resultados y continuar con la acción.** Una vez que se han logrado unas evidencias que confirman la mejora de la práctica, se está en condiciones de llevarlas a la práctica.

✓ **Controlar la acción.** Las acciones implementadas por el investigador deben ser controladas mediante técnicas de recogida de datos. La observación tiene que controlar siempre lo que ocurre con las acciones que se implementan en el plan de acción.

✓ **Evaluar la acción realizada.** Hay que reflexionar y evaluar los resultados; ver qué cambios o mejora se han producido, así como las ventajas y los inconvenientes de cada uno.

✓ **Continuar hasta lograr la mejora o cambio pretendido.** Como se viene diciendo, la I-A es un proceso cíclico progresivo, que procede paso a paso en busca de la mejora y, por tanto, de una mejor calidad de la enseñanza.

Finalmente, es conveniente decir que, en lo posible, la I-A debe realizarse en grupo, porque ello comporta un enriquecimiento mutuo entre los integrantes del mismo. En el caso de que tenga que realizarse individualmente, es importante implicar a otras personas. Hay que tener presente que una I-A tiene como principal protagonista al profesor que la diseña, si bien es hecha con vistas a ser un referente de la práctica educativa en otros contextos, además de donde se realiza. Por ello, será necesario enriquecer el trabajo que se desarrolle mediante diferentes puntos de vista. Estas otras visiones pueden venir dadas por algunas de las siguientes personas:

- ✓ Las personas que participan (el alumnado).
- ✓ El amigo crítico o amiga crítica.
- ✓ Una persona dispuesta a compartir la discusión del trabajo críticamente.
- ✓ El director o tutor, en el caso de que alguien le dirija la investigación.
- ✓ Algunos colegas del centro de trabajo.
- ✓ El grupo de validación (grupo de colegas que contribuyen a validar o hacer creíbles los datos).

B. Las hipótesis en una I-A: “Hipótesis de acción”

Se ha dicho que una I-A es un tipo de investigación relacionada con los problemas prácticos y cotidianos de los profesores; de tal modo que su aplicación está orientada a interpretar lo que ocurre en la enseñanza desde el punto de vista de los actores implicados, empleando su mismo lenguaje. Asimismo, permite la posibilidad de generar teoría desde el “sentido común” (teorización), y no desde el punto de vista científico, mediante una generalización formal de los resultados. Desde esta perspectiva, una I-A se caracteriza por ser un proyecto de desarrollo en el aula [2]; con lo cual, requiere de una acción educativa como parte integrante del proceso mismo de la investigación (no sólo se trata de recopilar unos datos y analizarlos). En este sentido, en lugar de intentar demostrar, una I-A trata de mostrar la plausibilidad de una hipótesis. Esto es, frente a la forma proposicional de formular las hipótesis tradicionales, encaminadas a la explicación y relación entre variables, la I-A propone una forma de plantear hipótesis basada en una especie de diálogo, a través de preguntas y respuestas [5]. Elliott [14] señala, al respecto, que la formulación de una hipótesis de trabajo se planteará mediante un enunciado que relacione una pregunta (planteamiento del problema) con una de sus posibles respuestas (acción pertinente para la resolución del problema). En otras palabras, se ha de establecer una **hipótesis de acción**, cuya proposición induzca a la puesta en marcha de cierta medida didáctica y/o metodológica en el aula. Por ejemplo, si deseamos acometer una I-A con alumnos de Secundaria, porque hemos detectado un escaso rendimiento en el aprendizaje de la Electricidad, una posible hipótesis de acción se formularía de la siguiente manera: “¿Cómo podría mejorar el rendimiento de los alumnos de Secundaria en el aprendizaje de la Electricidad?: A través del aprendizaje cooperativo”. Por consiguiente, se trata de plantear hipótesis mediante formas “vivas” de preguntas y respuestas.

C. Tipos y modelos de I-A en educación

Dada la complejidad y diversidad de problemas que surgen en las aulas a diario, indudablemente cada situación educativa requiere un tratamiento concreto y, en consecuencia, un planteamiento de I-A particular. Habitualmente se distinguen tres tipos de I-A en educación: *técnica*, *práctica* y *crítica emancipadora*, que corresponden a tres visiones de la metodología [5]:

- *I-A técnica*. Tiene como propósito hacer más eficaces las prácticas educativas, a través de la participación del profesorado en programas de trabajo diseñados por personas expertas o un equipo, donde los que aparecen prefijados los propósitos del mismo y el desarrollo metodológico que hay que seguir.

- *I-A práctica*. Otorga un protagonismo activo y autónomo al profesorado, siendo éste quien selecciona los problemas de investigación y quien hace el control del propio proyecto. Para ello, reclama la asistencia de un investigador externo, de otro colega, o, en general, de un ‘*amigo crítico*’. Son procesos dirigidos al desarrollo de aquellos valores intrínsecos a la práctica educativa, y la persona experta es un consultor del proceso, que participa en el diálogo con el fin de apoyar la cooperación de los participantes, la participación activa y las prácticas educativas.

- *I-A crítica emancipadora*. Incorpora las ideas de la teoría crítica. Se centra en la práctica educativa, con objeto de profundizar en la *emancipación* del profesorado (sus objetivos, prácticas rutinarias, creencias,...), a la vez que trata de vincular su acción a las coordenadas educativas y contextuales en las que se desenvuelven, así como ampliar el cambio a otros ámbitos educativos. Se esfuerza por cambiar las formas de trabajar hacia el discurso, la organización y las relaciones de poder.

El concepto de I-A aparece, por vez primera, en 1946 con Lewin como principal precursor [5]. Surgió como instrumento de indagación en el campo de las Ciencias Sociales, y posteriormente fue adaptado al ámbito de la Educación. Desde su surgimiento hasta nuestros días, se han propuesto diversos modelos I-A educativa, si bien, todos son similares en su estructura y proceso, ya que parten y se inspiran en el modelo matriz lewiniano.

Lewin describe la I-A como ciclos de acción reflexiva. Cada ciclo se compone de una serie de pasos: *planificación*, *acción* y *evaluación de la acción*. Comienza con una ‘*idea general*’ sobre un tema de interés sobre el que se elabora un plan de acción. Se hace un reconocimiento del plan, sus posibilidades y limitaciones, se lleva a cabo el primer paso de la acción y se evalúa su resultado. El plan general es revisado a la luz de la información y se planifica el segundo paso de acción sobre la base del primero.

A la luz del modelo de Lewin han surgido otros modelos de I-A posteriores, como los de Kemmis, Elliott y Whitehead (se sugiere la consulta de [5], al respecto). Si bien, de todos ellos el más aceptado actualmente, por su mayor adecuación al ámbito educativo, es el de Whitehead, cuya espiral de ciclos se especifican en la figura 2.

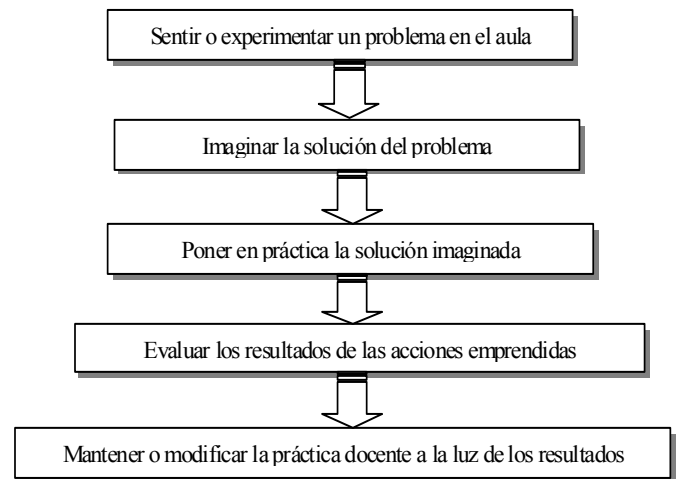


FIGURA 2. Etapas de un ciclo de I-A, según el modelo de Whitehead.

III. VALIDACIÓN Y FIABILIDAD DE UNA I-A

Hemos indicado que una I-A educativa tiene como finalidad mejorar la práctica de una situación real y concreta en el aula, de modo que su aplicación se ha de llevar a cabo en un escenario natural de la práctica docente. Por este motivo, el grupo estudiado (alumnado que compone la clase donde se desarrolla la investigación), generalmente, no se ve sometido a un procedimiento de muestreo estadístico. Se dice, entonces, que es una *muestra accidental o causal*, en el sentido de que la muestra se elige, normalmente, por el fácil acceso del profesor-investigador al alumnado con el que desarrolla su experiencia didáctica [16]. Esto hace que la muestra no sea estadísticamente representativa, con vistas a obtener resultados generalizables a otras muestras (otros contextos educativos) de la misma población (todos los estudiantes del nivel educativo correspondiente). En consecuencia, los resultados obtenidos en una I-A carecen de *validez externa*, es decir, sus resultados sólo son aplicables a una determinada situación educativa [11]. En cambio, el diseño de la I-A sí ha de ofrecer garantías acerca de su *validez interna*. Ésta hace referencia al grado en que se demuestra la relación de causalidad entre las variables (dependientes e independientes) definidas en el estudio [17]. La validez interna vendrá determinada, de una parte, por los instrumentos de recogida de datos empleados (cuestionarios, cuadernos de los alumnos, diario del profesor, grabaciones en vídeo,...), y, de otra, por las herramientas estadísticas utilizadas en el contraste de las hipótesis establecidas.

Dado que el instrumento de recogida de información es uno de los elementos más importantes en el diseño de una investigación, también es preciso distinguir —dentro de la validez interna— otros dos tipos de validez: *validez de constructo* y *validez de contenido*.

La validez de constructo hace referencia a la existencia o no de relación entre lo que se evalúa y lo que se desea evaluar [18]. Para ello, es habitual tomar como referencia otros instrumentos de medida utilizados en investigaciones

similares precedentes, cuya validez haya sido comprobada favorablemente.

En relación con la validez de contenido, se incidirá en garantizar la relevancia y significatividad de las conductas observadas; es decir, se hará referencia a la coherencia con la que se establecen los contenidos del tema en el instrumento de investigación, a fin de obtener la mejor información. Si no se cuenta con una sólida experiencia investigadora, será necesario solicitar el asesoramiento de algún experto en la materia a investigar. Esto permitirá al profesor-investigador diseñar el instrumento de medición más adecuado, con la garantía suficiente de que obtendrá información precisa de los aspectos más relevantes de la investigación.

Otro aspecto importante, a tener en cuenta en el diseño de una investigación didáctica, es su grado de **fiabilidad**. Se distinguen dos tipos [19]: a) la **fiabilidad interobservadores**, que atiende al grado de concordancia entre los datos proporcionados por dos o más observadores que, de manera independiente, realizan la investigación; y b), la **fiabilidad intraobservador**, que hace referencia a la concordancia de los datos obtenidos por un mismo observador, en dos momentos diferentes, con los mismos individuos. En relación con esta última, es necesario destacar que por la complejidad de la investigación educativa, donde surgen numerosos aspectos subjetivos, relacionados con la conducta de los estudiantes, no es posible reproducir de forma idéntica los resultados en dos ocasiones [20].

A. Criterios de validación y fiabilidad en una I-A

Después de definir los criterios generales de validez y fiabilidad, es conveniente precisar que, en la forma en que han sido descritos, son difícilmente aplicables a una I-A. Esto es debido, por una parte, a que la información recogida es de tipo cualitativo, con lo cual cobran especial relevancia los aspectos subjetivos; y, por otra, a que no se persigue una generalización formal (desde la perspectiva de la Estadística Inferencial) de los resultados a otras situaciones educativas, sino conseguir una información orientada a mejorar la práctica docente de quien realiza la investigación [16]. Como consecuencia de esto, Lincoln y Guba (cit. en [19], p. 116) han tratado de adaptar los criterios tradicionales de validez y fiabilidad a la investigación cualitativa —por tanto, aplicables a la I-A en Didáctica de la Física—, proponiendo los criterios alternativos siguientes: criterio de credibilidad, criterio de transferibilidad, criterio de dependencia y criterio de confirmabilidad.

El **criterio de credibilidad** tiene como finalidad analizar la correspondencia entre los datos recogidos por el investigador y la realidad del aula. Para ello, se recurren a diferentes procedimientos: a) la **observación persistente o prolongada**, que permite al observador comprobar los prejuicios propios y de los estudiantes, a fin de concretar la investigación y aportarle mayor verosimilitud; b) la **triangulación**, que permite comparar y someter a contraste la información sobre una situación educativa, observada desde distintas perspectivas; c) el **intercambio de**

opiniones con otros investigadores; d) la **recogida de material referencial**, como pueden ser vídeos, documentos o grabaciones, con el propósito de hacer una comparación con el desarrollo de nuestra investigación; y, por último, e) las **comprobaciones con los participantes**, que tienen por objeto evitar errores y conseguir más información sobre los puntos oscuros de la investigación, llevando a cabo revisiones y comprobaciones con los estudiantes observados. Por ejemplo, si deseamos valorar el aprendizaje de nuestros alumnos sobre un tema determinado de Física, a través de cierto programa-guía de actividades, es conveniente comprobar si están preparados para trabajar el modelo de actividades propuestas. En tal caso, será beneficioso para la investigación que los estudiantes se familiaricen, previamente, con ese tipo de actividades.

El **criterio de transferibilidad** es el criterio alternativo al de **generabilidad** o **aplicabilidad** definidos habitualmente en la investigación cuantitativa. Hace referencia al grado en que son aplicados los resultados de una investigación a otros contextos educativos. En la I-A, Elliott [2] establece que los resultados obtenidos en un estudio de caso, en lugar de intentar aplicarlos literalmente a otras situaciones educativas, deben ser considerados como fuente de reflexión y orientación a otros profesores para que planteen sus propias investigaciones prácticas con su alumnado.

El **criterio de dependencia** hace alusión a la **estabilidad de los datos** y a la posibilidad de obtener los resultados similares (no idénticos) cuando se repite el estudio con los mismos estudiantes, o con otros de contextos educativos similares. Las estrategias que se emplean para garantizar este criterio son: 1) establecer los medios para la revisión de los procedimientos seguidos, a fin de conseguir una réplica aplicable a otro contexto; 2) crear una **auditoría de dependencia**, que consiste en una revisión del proceso de investigación por investigadores externos; y 3) aplicar los **métodos solapados**, donde se emplean varios métodos y procedimientos en la recogida de información, a fin de tener diferentes perspectivas en el análisis de los datos; por ejemplo, comparar los resultados de observación obtenidos a través del diario del profesor con una grabación en vídeo de las sesiones de clase.

Finalmente, el **criterio de confirmabilidad** se corresponde con el criterio tradicional de **objetividad**. Permite comprobar si los resultados de la investigación están o no sesgados por motivaciones, intereses o perspectivas del investigador. Se trata, por tanto, de confirmar si la interpretación obtenida se corresponde con la información que ofrecen los resultados. Esto es validado a través de: 1) una **auditoría de confirmabilidad**, en la que un auditor externo comprueba la correspondencia de los datos y las interpretaciones y conclusiones obtenidas; 2) los **descriptores de baja inferencia**: consiste en procurar registrar los datos del estudio de la forma más precisa posible (aspecto importante cuando se investiga las respuestas de los alumnos ante cuestiones o problemas abiertos), si es necesario, mediante su transcripción textual; y, por último, 3) los **ejercicios de reflexión** sobre la acción.

IV. RECAPITULACIÓN Y CONCLUSIONES

Hemos descrito las características de la I-A, concebida como la metodología idónea en el desarrollo profesional del 'profesorado-investigador'. Se ha presentado como una investigación en la escuela y desde la escuela, que debe ser realizada por los docentes, con el propósito de dar respuestas puntuales a las situaciones problemáticas que surgen en el aula, al mismo tiempo que contribuir al autodesarrollo profesional del profesorado.

La I-A es una metodología que plantea una indagación en el seno de un espacio educativo natural, en la que predomina la investigación cualitativa; con lo cual, no proporciona conclusiones formales (científicas) más allá del límite del colectivo estudiado. Pero ofrece datos de indudable valor para mejorar la práctica educativa. Consecuentemente, una I-A es considerada científica si se sitúa sobre una base epistemológica diferente a la de la ciencia formal; motivo por el cual, hemos analizado las principales diferencias entre la investigación científica formal y la I-A.

También hemos hecho un análisis del proceso que ha de desarrollarse en una I-A, destacando su carácter cíclico. Asimismo, hemos destacado las ideas básicas que han de ser tenidas en cuenta a la hora de planificar un proyecto de I-A. Dentro de las características de un proyecto de I-A, se ha hecho referencia a las hipótesis de acción, que se plantean mediante un enunciado que relaciona una pregunta (planteamiento del problema) con una de sus posibles respuestas (acción pertinente para la resolución del problema), a fin de establecer una proposición que induzca a la puesta en marcha de cierta medida didáctica y/o metodológica en el aula.

Finalmente, se han examinado los criterios de credibilidad, transferibilidad, dependencia y confirmabilidad, que han de ser tenidos en cuenta en una I-A, como alternativos a los criterios de validación y fiabilidad definidos tradicionalmente en la investigación educativa.

Sintonizando con las actuales tendencias en enseñanza de la Física, que demandan del profesorado un compromiso que le convierta en investigador, reflexivo, crítico e innovador de su práctica educativa, la I-A se perfila, pues, como el instrumento idóneo para ello.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Alanís, A., *Estrategias docentes y estrategias de aprendizaje*, Contexto Educativo **10** (2000), <<http://www.contexto-educativo.com.ar/2000/8/nota-09.htm>>. Consultado el 23/04/2009.
- [2] Elliott, J., *La investigación-acción en educación* (Morata, 4ª ed., Madrid, 2000).
- [3] Suárez Pazos, M., *Algunas reflexiones sobre la investigación-acción colaboradora en la educación*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias 1(1)

- (2002), <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Nu_mero1/Art3.pdf>. Consultado el 28/04/2009.
- [4] Ayensa, J. M., *Instrumentos de regulación y modelo de evaluación en el aula de Física* (Tesis Doctoral, UNED, Madrid, 2001).
- [5] Latorre, A., *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. (Graó, Barcelona, 2003).
- [6] García-Carmona, A., *Física de semiconductores en la educación científica secundaria* (Educación Editora, Orense, 2008).
- [7] Rivas, F. *El proceso de enseñanza/aprendizaje en la situación educativa* (Ariel, Barcelona, 1997).
- [8] Rosado, L. y García-Carmona, A., *El entorno del alumno como marco de referencia en la enseñanza de la Física y sus Nuevas Tendencias*, 259-312 (UNED, Madrid, 2004).
- [9] García Ferrando, M., *Socioestadística: introducción a la estadística en sociología* (Alianza Editorial, 13ª ed., Madrid, 2003).
- [10] Galagovsky, L. R. et al, *Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla*, Enseñanza de las Ciencias **21**, 107-122 (2003).
- [11] Best, D. W. *¿Cómo investigar en educación?* (Morata, Madrid, 1982).
- [12] Martín-Moreno, Q., *La Organización de Centros Educativos en una Perspectiva de Cambio* (Sanz y Torres, Madrid, 1996).
- [13] Cañal, P. et al, *Investigar en la escuela: elementos para una enseñanza alternativa*. (Díada, Sevilla, 1997).
- [14] Elliott, J., *El cambio educativo desde la investigación-acción* (Morata, Madrid, 1993).
- [15] Escudero, J. M., *Tendencias actuales en la investigación educativa: los desafíos de la investigación crítica*, *Curriculum* **2**, 3-25 (1990).
- [16] Rosado, L. y García-Carmona, A., *Uso de la Estadística en investigación en didáctica de la Física*, editado por L. Rosado y Cols., *Didáctica de la Física y sus Nuevas Tendencias*, 273-392 (UNED, Madrid, 2005).
- [17] Rosado, L. y Ayensa, J. M., *Diseño y validación de cuestionarios en investigación en didáctica de la Física*, editado por L. Rosado y Cols., *Didáctica de la Física y sus Nuevas Tendencias*, 11-120 (UNED, Madrid, 2000).
- [18] Rosado, L. y Herreros, J. R., *Diseño y validación de instrumentos de investigación en Didáctica de la Física y materias afines*, editado por L. Rosado y Cols., *Didáctica de la Física y sus Nuevas Tendencias*, 425-456 (UNED, Madrid, 2003).
- [19] Padilla, M. A., *Técnicas e instrumentos para el diagnóstico y la evaluación educativa* (CCS, Madrid, 2002).
- [20] Lafourcade, P. D., *Evaluación de los aprendizajes* (Cincel, Bogotá, 1972).