



SERIE: CLAVES DE LA PUBLICACIÓN Y LA INVESTIGACIÓN EN RADIOLOGÍA

¿Cómo establecer la hipótesis y los objetivos de un proyecto de investigación en Radiología?

J.M. Alústiza Echeverría^{a,*}, E. Salvador Pardo^a y A. Castiella Eguzkiza^b

^a Unidad de Osatek San Sebastián, San Sebastián, Guipúzcoa, España

^b Servicio de Gastroenterología, Hospital Mendaró, Guipúzcoa, España

Recibido el 7 de junio de 2011; aceptado el 6 de septiembre de 2011

Disponible en Internet el 16 de noviembre de 2011

PALABRAS CLAVE

Investigación;
Radiología;
Objetivos;
Hipótesis

Resumen La investigación es un proceso sistemático destinado a responder a una pregunta. Ésta constituye el punto de partida de todo proyecto, y formula de manera concreta un problema observado en el análisis de la realidad. La respuesta pretende aclarar una incertidumbre de nuestro conocimiento.

La hipótesis conceptual es la respuesta teórica a la pregunta planteada. La forma concreta por la que se pretende demostrar la hipótesis conceptual es la hipótesis operativa.

Los objetivos son la razón de ser y hacer en la investigación. Ayudan a definir qué es lo que se pretende obtener, qué respuestas va a dar a las preguntas formuladas. Deben mostrar una relación clara y consistente con la descripción del problema y, específicamente, con las preguntas y/o hipótesis que se quieren resolver.

© 2011 SERAM. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Research;
Radiology;
Objectives;
Hypothesis

How are the hypothesis and the objectives established in a Radiology research project?

Abstract Research is a systematic process designed to answer a question. This is the starting point of the whole project and specifically formulates a problem observed in the analysis of the reality. The answer to this attempts to clarify an uncertainty in our knowledge.

The conceptual hypothesis is the theoretical answer to the question set out. The operational hypothesis is the particular form that which sets out to demonstrate the conceptual hypothesis.

The objectives are the justification for conducting the research. They help to define what it attempts to obtain, and what answers it will give to the formulated questions. It must show a clear and consistent relationship with the description of the problem and, specifically, with the questions and/or hypothesis that are to be resolved.

© 2011 SERAM. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jmalustiza@osatek.es (J.M. Alústiza Echeverría).

Introducción

El conocimiento científico, clásicamente, se ha estructurado mediante el método experimental deductivo. Este método supone una sistemática por la que, en primer lugar, se desarrolla la etapa conceptual¹. Observando la realidad definimos un problema, una pregunta cuya solución o respuesta desconocemos. Para responderla analizamos el conocimiento ya existente, y deducimos o planteamos una hipótesis que teóricamente respondería a dicha pregunta. A partir de ella, formulamos un objetivo que, mediante un proyecto científico, comprobaremos, mediremos y demostraremos¹⁻³ (fig. 1).

Con los resultados de este trabajo científico, incrementaremos el conocimiento, de forma que podrán plantearse nuevas hipótesis ante nuevas preguntas, con las que se realizarán nuevos proyectos científicos que seguirán incrementando el conocimiento. Esta es una sistemática que deberán seguir todos los proyectos y artículos científicos. Es un «código de circulación» imprescindible para la organización del conocimiento.

Las causas más frecuentes de rechazo en la admisión de un proyecto presentado para financiación, o de un artículo para publicación en una revista científica, suelen relacionarse con un mal planteamiento de esta etapa conceptual¹:

- Imprecisión al definir el problema.
- Problema irrelevante en salud.
- Pobre respaldo bibliográfico.
- Objetivo ausente, demasiado general o ambiguo.
- Hipótesis mal definidas.

En este artículo analizaremos las diferentes fases de la etapa conceptual del diseño del proyecto de investigación, que abarca el diseño de la hipótesis y los objetivos, ilustrándolos con algunos ejemplos.

La pregunta o el planteamiento del problema

La investigación es un proceso sistemático, organizado y objetivo destinado a responder a una pregunta. Así pues, la pregunta constituye el punto de partida de todo proyecto de investigación. Es la justificación científica del estudio, es decir, lo que fundamenta la necesidad de realizar la investigación para generar conocimiento que se suma al ya existente¹⁻⁵.

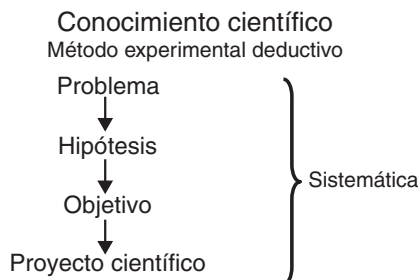


Figura 1 Método experimental deductivo.

La respuesta pretende aclarar la incertidumbre de nuestro conocimiento¹⁻³ y debe plantearse tras el análisis de la realidad y la observación del problema.

Es en este punto donde el investigador delimita el objeto del estudio y da a conocer las interrogantes o las grandes preguntas que orientan la investigación^{4,5}.

En primer lugar, la pregunta debe tener un impacto positivo para la sociedad y para el bien común. La importancia real de este impacto va a ser una de las características más importantes del trabajo científico posterior y será determinante en el interés que va a suscitar, tanto para su ejecución como para su comunicación posterior. Su potencial beneficio en enfermedades de alta prevalencia, o graves, o emergentes, o de alto coste, así como la preocupación política o social que genere el tema, serán siempre aspectos fundamentales⁴⁻⁶.

La pregunta debe ser muy concreta, de tal forma que vaya a tener una respuesta explícita y determinada¹⁻⁴.

Además, es fundamental que la pregunta sea viable, susceptible de ser respondida con el conocimiento actual. Hay problemas que pueden ser no investigables por limitaciones éticas o presupuestarias, por dificultad de acceso a la población diana o por imposibilidad de observar, medir y registrar datos. La viabilidad requiere disponibilidad de los sujetos, instalaciones equipos y ética.

Ejemplos:

¿Es mejorable el diagnóstico de la hemocromatosis?

No es una buena pregunta porque no está suficientemente definida.

Una pregunta bien planteada sería la siguiente: ¿Es evitable la biopsia hepática para la cuantificación de la concentración de hierro en hígado (CHH) en el diagnóstico de la hemocromatosis?

La pregunta es:

- Concreta: delimitamos claramente un contexto clínico: «El diagnóstico de hemocromatosis cuantificando la sobrecarga férrica en el hígado».
- Relevante: evitar la biopsia hepática, una prueba invasiva, con riesgos para el paciente y costes para el sistema sanitario.
- Explícita: la biopsia es evitable o no lo es. Deberá reflejarse claramente en la conclusión del trabajo.
- Viable, ya que están determinadas las indicaciones de la biopsia hepática en este contexto clínico para la cuantificación de CHH y está ya publicada la capacidad de la resonancia magnética (RM) para cuantificar la CHH. Tenemos acceso a toda la información y tecnología necesarias y no tiene ningún conflicto ético puesto que no vamos a generar ninguna prueba peligrosa al paciente.

Hipótesis conceptual

Una vez identificado y definido el problema, y sobre la base de su experiencia y sus conocimientos, el investigador elabora una explicación provisional del carácter del problema, una concepción preliminar capaz de abarcar sus diferentes aspectos. Esta aproximación preliminar se designa con el nombre de hipótesis conceptual. Intenta adelantar una explicación teórica del problema y con ello facilitar la solución práctica^{4,7}.

Se plantea como la respuesta esperable a la pregunta que hemos planteado. Aquello que vamos a demostrar con la investigación. Se formula como una respuesta teórica a la pregunta teniendo en cuenta el conocimiento y la experiencia de los autores¹⁻⁴.

Siguiendo el ejemplo previo: «La RM puede cuantificar la CHH de manera fiable, por tanto podrá remplazar a la biopsia hepática en el diagnóstico de la hemocromatosis».

Hipótesis operativa

Una hipótesis operativa es una proposición que establece una relación entre una causa y un supuesto efecto, y que puede ser verificada empíricamente^{8,9}. Plantea un modo concreto para poder demostrar la viabilidad de la hipótesis conceptual^{1,8,9}. La hipótesis se debe redactar o enunciar en una frase corta y afirmativa que se demostrará o verificará experimental o clínicamente. Debe ser evaluable y medible^{1,4,9}.

Siguiendo con nuestro ejemplo: «Comparando las medidas de la RM con la CHH medida con una biopsia hepática podrá hacerse una calibración entre ambos parámetros para poder cuantificar en el futuro la CHH a partir de la RM».

Evaluable y medible: ¿Cuánto se correlacionan ambos parámetros? ¿Qué valor predictivo va a tener la medida de RM para afirmar o descartar la enfermedad?

Objetivos

Los objetivos de una investigación expresan la dirección de ésta, es decir, los fines o los propósitos que se esperan alcanzar con el estudio del problema planteado. Por tal razón, se dice que los objetivos constituyen la finalidad de la investigación. Estos deben responder a la pregunta: ¿Qué se pretende alcanzar con la investigación? Por ello, es habitual que su redacción comience con un verbo en infinitivo que denote la búsqueda de un conocimiento⁷.

Es conveniente definirlos después de haber elaborado el fundamento teórico y de tener clara la hipótesis⁴.

Los objetivos vienen ya perfilados en la hipótesis y deben ser totalmente congruentes con la misma. Asimismo, al igual que la hipótesis operativa, serán también evaluables y medibles.

Serán siempre limitados, nunca más de tres, y cada uno de ellos deberá ser concreto y explícito evitando siempre unir dos o más objetivos en uno.

En investigaciones médicas generalmente se organizan jerárquicamente^{5,6}. Habrá un objetivo primario o general, nunca más de dos, que debe responder explícitamente a la pregunta principal y tener una relación directa con el título del proyecto^{4,9,10}. Podrá haber uno o dos objetivos secundarios, específicos, que corresponderán a aspectos parciales de la pregunta o a otros resultados derivados que también vayan a obtenerse en el proyecto. Poseen un mayor nivel de exactitud y permiten delimitar los métodos que se emplean para conseguirlo^{4,9,10}. Se recomienda formular un solo objetivo general global, coherente con el problema planteado, y varios objetivos secundarios que conducirán a lograr el objetivo general^{4,9,10}.

Objetivos :¿Cómo se redactan?

Verbo en infinitivo acción explícita	
Generales	Específicos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demostrar ▪ Determinar ▪ Describir ▪ Comprobar ▪ Evaluar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Calcular ▪ Seleccionar ▪ Identificar ▪ Aplicar ▪ Separar
No usar	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conocer ▪ Estudiar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprender ▪ Saber

Figura 2 Cómo redactar los objetivos.

Estas características de los objetivos determinan cómo deben ser redactados. La correcta exposición, redacción y determinación de los objetivos es clave en todo trabajo científico.

Los objetivos deben ser:

- Precisos: significa que se deben expresar de forma clara, con lenguaje sencillo, evitando ambigüedades.
- Concisos: se deben formular de la manera más resumida posible, sin rodeos, utilizando solo las palabras necesarias.
- Medibles: deben expresarse de modo tal que permitan medir las cualidades o características que caracterizan el objeto de investigación.
- Alcanzables: deben existir posibilidades reales de lograrlos^{4,9,10}.

La manera de redactar los objetivos se resume en la figura 2.

De esta forma, el objetivo de nuestro proyecto científico fue: «Evaluar la capacidad de la RM para cuantificar la CHH».

Es un objetivo único, concreto y medible que responde directamente a la pregunta, y es totalmente congruente con la hipótesis conceptual y la operativa.

Tal y como se especifica en la Guía para la evaluación de proyectos de investigación en ciencias de la salud (FIS): «...un proyecto recibiría la máxima puntuación.. si tuviera hipótesis novedosas, y objetivos específicos y bien planteados...»⁹.

Redacción del título del proyecto

El título debe describir adecuadamente el contenido del proyecto con el menor número posible de palabras. Es habitual encontrar en la literatura títulos demasiado largos que contienen palabras superfluas como por ejemplo «Estudios sobre», «Investigaciones sobre» y «Observaciones acerca de».

El título no es una oración gramatical, es la «etiqueta» que acompaña al trabajo y deberá adoptar una forma apropiada para los sistemas de indexación bibliográfica mecanizada con «palabras clave»^{11,12}.

Los términos del título se limitarán a aquellas palabras que subrayen el contenido significativo del trabajo de forma comprensible, incluyendo las «claves» apropiadas

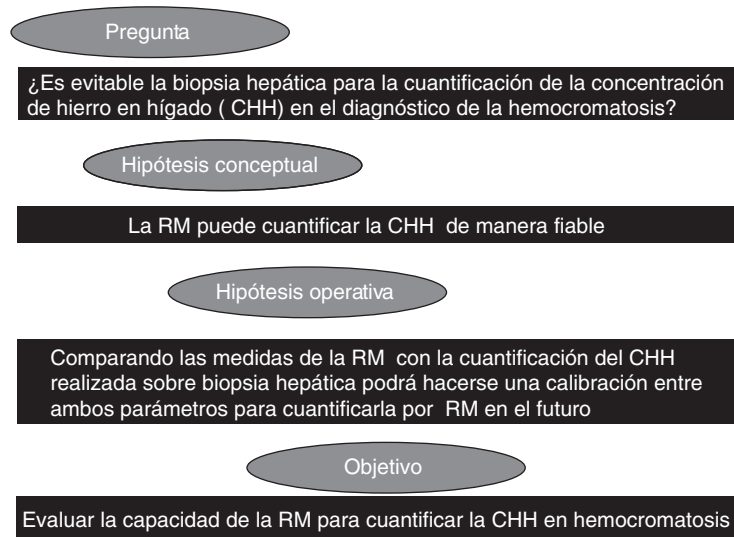


Figura 3 Ejemplo de aplicación del método experimental deductivo.

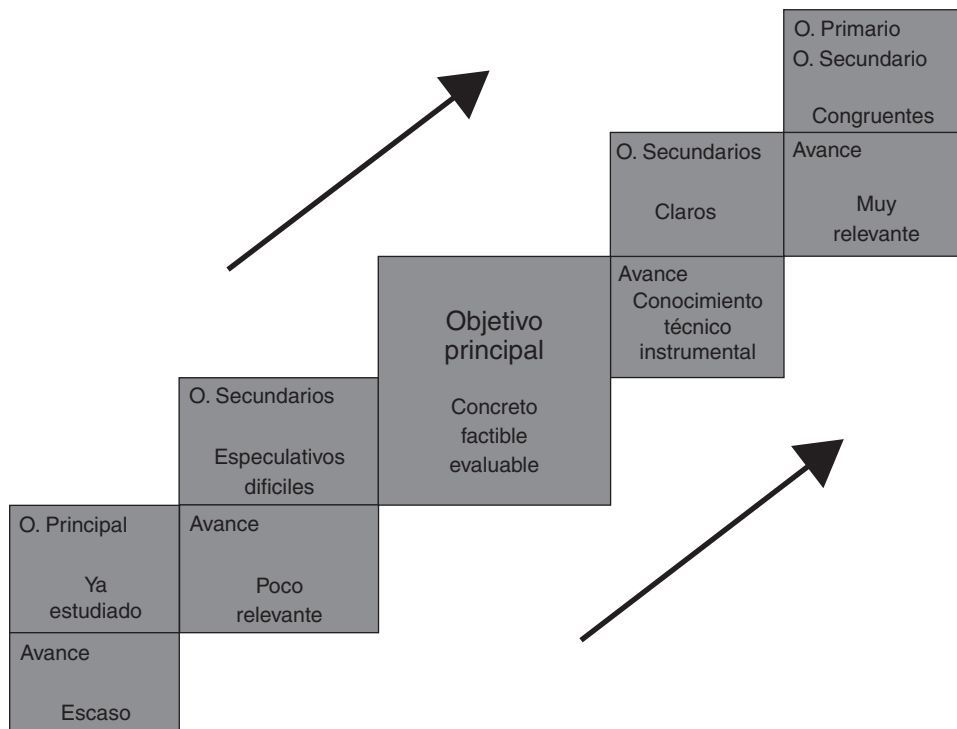


Figura 4 Esquema para la evaluación de proyectos FIS.

al etiquetarlo. Se recomienda una frase afirmativa, de menos de 15 palabras, en la que estén presentes dos o tres de las «palabras clave» que caracterizan al mismo^{11,12}.

Anexos (figs. 3 y 4)

En los anexos 1 y 2 mostramos los ejemplos de dos proyectos científicos de nuestro equipo de trabajo con hipótesis y objetivos respectivamente, bien y mal planteados.

Conclusión

La correcta organización y redacción de la hipótesis y objetivos en un trabajo científico es un aspecto fundamental del mismo. Será su cimentación, la base sobre la que la metodología, el material, los resultados y conclusiones, como en un puzzle, se estructuren de manera ordenada y congruente.

Autoría

1. Responsable de la integridad del estudio: JMA
2. Concepción del estudio: JMA

3. Diseño del estudio: JMA ES
4. Obtención de los datos: JMA ES AC
5. Análisis e interpretación de los datos: AC JMA
6. Tratamiento estadístico: No procede
7. Búsqueda bibliográfica: ES AC
8. Redacción del trabajo: JMA ES AC
9. Revisión crítica del manuscrito con aportaciones intelectualmente relevantes: JMA ES AC
10. Aprobación de la versión final: JMA ES AC

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Anexo 1. Ejemplo de un proyecto FIS con hipótesis y objetivos bien redactados

A.1. Título del proyecto

Cuantificación de la fibrosis hepática mediante análisis de la perfusión hepática por resonancia magnética

A.2. Hipótesis conceptual

La fibrosis hepática genera trastornos en la perfusión cuantificables mediante estudios específicos de resonancia magnética (RM) que permitirían hacer un diagnóstico de la misma, así como una evaluación comparativa en el tiempo (seguimiento clínico), evitando la realización de biopsias de hígado.

A.3. Hipótesis operativa

Disponer de una máquina con las condiciones técnicas para poder realizar estos estudios y calibrada según las instrucciones de la Universidad Católica de Lovaina, nos permitirá realizar estudios de perfusión hepática por RM cuyos cálculos permitirán evaluar cuantitativamente la fibrosis hepática. Ello supondrá además, una evaluación de la técnica y del programa de cálculo diseñado en dicha universidad.

A.4. Objetivo primario

Evaluar la exactitud diagnóstica del estudio de la perfusión hepática mediante RM para la discriminación entre pacientes con y sin fibrosis significativa del hígado.

A.5. Objetivos secundarios

Cuantificar la fibrosis hepática con los resultados de la perfusión del hígado.

Cuantificar la fibrosis mediante las fórmulas de cálculo con parámetros analíticos.

Anexo 2. Ejemplo de proyecto FIS con hipótesis y objetivos mal redactados

B.1. Título

Estandarización de la cuantificación de hierro hepático por resonancia magnética mediante modelos de simulación (fantomas)

B.2. Objetivo primario

Estandarización del diagnóstico de la hemocromatosis hereditaria (HH) sin necesidad de biopsia hepática mediante resonancia magnética (RM) en una muestra de 14 equipos RM de alto campo mediante la construcción y validación de fantomas que permiten aplicar en cada una de ellas el algoritmo de cuantificación de hierro en hígado ya validado en nuestra unidad de RM de Osatek de San Sebastián.

No está redactado en infinitivo, no evaluable y no viable (pretencioso).

B.3. Objetivo secundario

Construir y validar un fantoma mineral.

Construir y validar un fantoma biológico.

Unos objetivos bien planteados hubieran sido:

B.4. Objetivos primarios

Calibrar 13 máquinas.

Validar un fantoma.

B.5. Objetivo secundario

Validar un fantoma biológico.

Bibliografía

1. Burgos R. Metodología de la investigación y escritura científica en clínica. EASP. Granada 1998.
2. Contandriopoulos AP, Champagne F, Potvin L, Denis JL, Boyle P. Preparar un proyecto de investigación. Barcelona: Ediciones SG; 1991.
3. Hulley SB, Cummings SR. Diseño de la investigación clínica. Un enfoque epidemiológico. Barcelona: Ediciones Doyma; 1993.
4. Day RA. Como escribir y publicar trabajos científicos. Publicación científica y técnica n.º 598. Washington. OMS 2005.
5. Sunshine JH, Applegate KE. Technology assessment for radiologist. Radiology. 2004;230:309-14.
6. Jiménez R. Metodología de la investigación. Elementos básicos para la investigación clínica. La Habana: ECIMED; 1998.
7. Sierra E, Nieto I. Introducción a la metodología de la investigación. La Habana: Ciencias Médicas; 1999.
8. Amezcua M. El protocolo de investigación. En: Frías Osuna A, editor. Salud Pública y educación para la salud. Barcelona: Ediciones Masson-Salvat Medicina; 2001.
9. Guallar E, Conde J, de la Cal MA, Martín Moreno JM. Guía para la evaluación de proyectos de investigación en ciencias de la

- salud. Instituto de Salud Carlos III. Madrid:FIS Ministerio de Sanidad y Consumo;2003.
10. Caldeiro MA, Feliu E, Foz M, Gracia D, Herranz G, Lience E, et al. Medicina clínica. Manual de estilo. Publicaciones biomédicas. Barcelona: Ediciones Doyma; 1993.
 11. Armigón JM, Jiménez J. Métodos de investigación aplicados a la atención primaria de salud. Barcelona: Ediciones Doyma; 1991.
 12. Huth EJ. Cómo escribir y publicar trabajos en ciencias de salud. Barcelona: Ediciones Masson-Salvat Medicina; 1992.