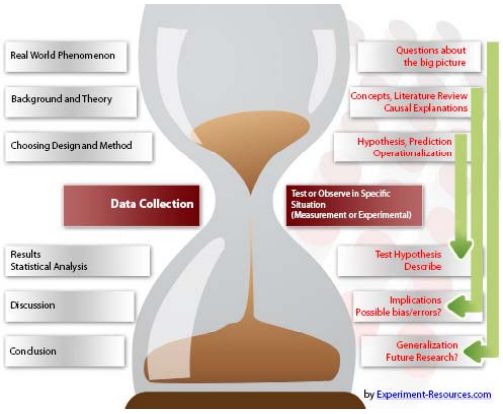
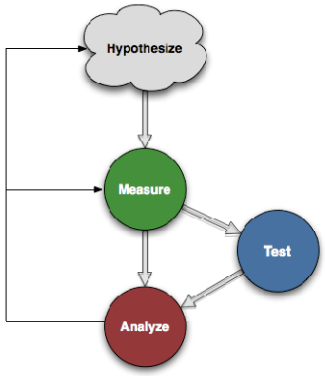




Algunas ideas sobre la investigación

(reflexiones y consejos):

Tesis doctoral, metodología de la investigación y escritura de artículos científicos

Francisco Herrera

Dpto. Ciencias de la Computación e I.A.
Universidad de Granada

herrera@decsai.ugr.es

Grupo de investigación SCI²S

http://sci2s.ugr.es

DECSAI
Universidad de Granada

Algunas ideas sobre la investigación

Esta conferencia presenta algunas ideas sobre la investigación, reflexiones y consejos sobre trabajo de un doctorando, la metodología científica y ¿cómo plantear la escritura de un artículo?

Agradecimientos: A mi amigo Pepe Riquelme (Univ. Sevilla) con el que he compartido muchos mensajes, audios, intercambio de versiones, ... para la elaboración conjunta de una versión previa de estas transparencias que utilizamos en el Doctoral Consortium de la Multiconferencia CAEPIA 2013.

Índice

Introducción: Investigación y creatividad

Desarrollo de la tesis doctoral

Metodología de la investigación

Elaboración de un buen artículo y selección del foro de publicación

Comentarios Finales

Índice

Introducción: Investigación y creatividad

Desarrollo de la tesis doctoral

Metodología de la investigación

Elaboración de un buen artículo y selección del foro de publicación

Comentarios Finales

Investigación

Creatividad

Investigación

❖ **La investigación es un esfuerzo por descubrir respuestas a problemas intelectuales y prácticos a través de la aplicación del método científico.**

❖ **"Research is a systematized effort to gain new knowledge".** V. Redman and AVH Mory. The Romance of Research, 1923, p.10

Investigación

¿Qué interviene?

Creatividad

- Creatividad
- Mente abierta
- Curiosidad
- Paciencia
- Persistencia
- Actitud positiva
- Disciplina
- Centrar el trabajo

"Thinking outside of the box is difficult for some people. Keep trying."

Naturaleza de la creatividad

- La habilidad de hacer algo nuevo
- Originalidad
- Utilidad
- Personalidad creativa
- Una pregunta siempre presente

¿Se nace o se hace?

(nature versus nurture debate)

Investigación y creatividad. Hay que aprender a detectar un buen problema, plantear una buena hipótesis.

Investigación y creatividad

Hay que aprender a detectar un buen problema, fijar objetivos, plantear una buena hipótesis, y desarrollar una buena metodología.

Índice

Introducción: Investigación y creatividad

Desarrollo de la tesis doctoral

Metodología de la investigación

Elaboración de un buen artículo y selección del foro de publicación

Comentarios Finales

Desarrollo de la Tesis Doctoral

3 IDEAS A COMENTAR

- **Selección de una nueva línea o problema de investigación**
- **Debe conocerse muy bien la literatura especializada**
- **¿Qué es una tesis doctoral?**

Desarrollo de la Tesis Doctoral

- **Selección de una nueva línea o problema de investigación**
  - Responsabilidad del director y del grupo
  - Objetivo: tratar de obtener resultados relevantes, científicos y/o transferencia

¿cómo sé que tengo un buen problema de investigación?

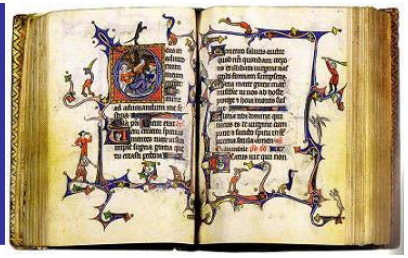
- **Línea reciente y emergente**
- **Que resuelva un problema real (investigación aplicada)**
- **Que haya publicaciones en revistas muy relevantes es una garantía de interés. ¿Son muy citadas las publicaciones? Si es así hay resultados importantes para la comunidad científica que centran la atención de muchos investigadores.**

  Objetivo: Identificar nuevos problemas/retos en esa línea.

Desarrollo de la Tesis Doctoral

- Selección de una nueva línea o problema de investigación
  - Responsabilidad del director y del grupo
  - Resultados relevantes: científicos y/o transferencia
- **Debe conocerse muy bien la literatura especializada**
  - **Estado del arte**

Estado del Arte (I)

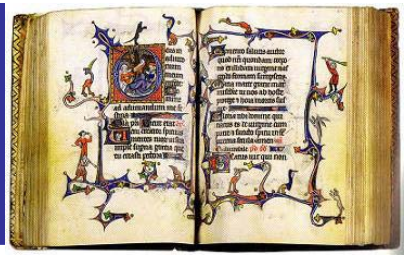


➢ **Debe conocerse muy bien la literatura especializada**

- **Estado del arte**

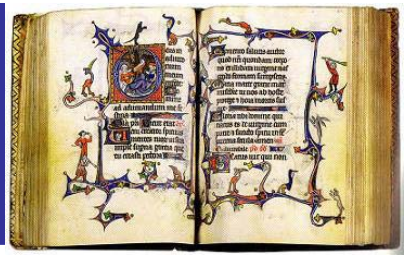
- **Revisión de los trabajos publicados**, sobre todo reviews (y no también)
- **Objetivo:** distinguir entre qué se ha investigado y qué necesita más trabajo, nuevas ideas …

Estado del Arte (II)

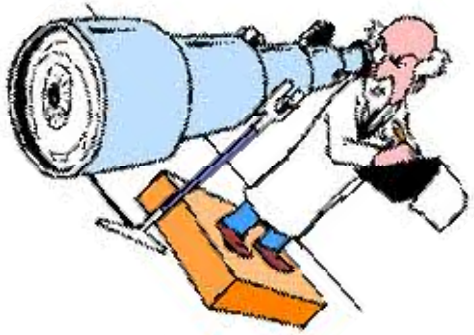


- **Revisión de trabajos publicados**, sobre todo reviews (y no también)
- **El objetivo:** distinguir entre qué se ha investigado y qué necesita más trabajo, nuevas ideas …
- **Debe hacerse con mirada crítica para**:
  - Obtener conocimiento del área de trabajo
  - Identificar conceptos y relaciones para formular hipótesis realistas
  - Conocer metodologías y fundamentalmente análisis y diseño de experimentos
  - Aprender de otros autores

Estado del Arte (III)



- Identificar fuentes relevantes
  - Revistas
  - Libros/Conferencias relevantes
  - Internet
  - Otras tesis
  - Informes internos

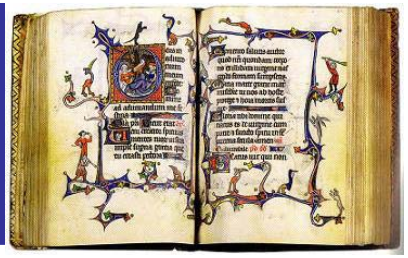


- Resumir la información relevante

  Escribir un buen resumen, incluso en formato artículo ¿Por qué no escribir un review? (si no existe un review reciente para este problema)

Estado del Arte (IV)

Ejemplos de reviews



¿Por qué no escribir un review? Algunos ejemplos

- M. Galar, A. Fernandez, E. Barrenechea, H. Bustince, F. Herrera, **An Overview of Ensemble Methods for Binary Classifiers in Multi-class Problems: Experimental Study on One-vs-One and One-vs-All Schemes**. Pattern Recognition 44:8 (2011) 1761-1776
- M.J. Gacto, R. Alcalá, F. Herrera, **Interpretability of Linguistic Fuzzy Rule-Based Systems: An Overview of Interpretability Measures.** Information Sciences, 181:20 (2011) 4340–4360
- I. Triguero, J. Derrac, S. García and F. Herrera, **A Taxonomy and Experimental Study on Prototype Generation for Nearest Neighbor Classification.** IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part C: Applications and Reviews 42:1 (2012) 86-100
- J. G. Moreno-Torres, T. R. Raeder, R. Aláiz-Rodríguez, N. V. Chawla, F. Herrera, **A unifying view on dataset shift in classification.** Pattern Recognition 45:1 (2012) 521-530
- V. López, A. Fernandez, S. García, V. Palade, F. Herrera, **An Insight into Classification with Imbalanced Data: Empirical Results and Current Trends on Using Data Intrinsic Characteristics**. Information Sciences 250 (2013) 113-141

Desarrollo de la Tesis Doctoral

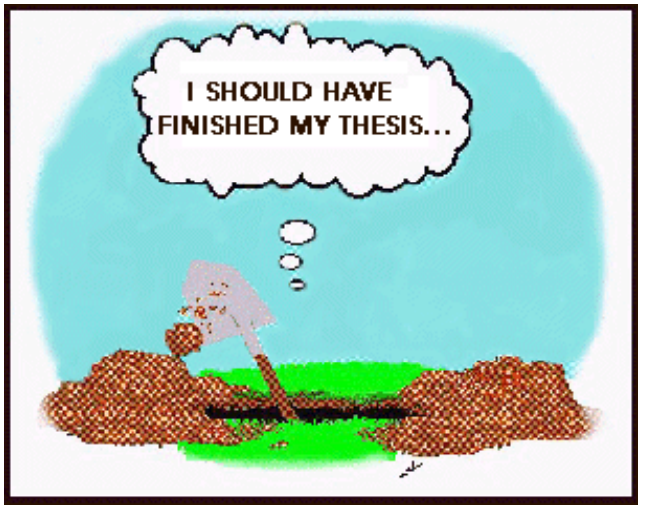
- Selección de una nueva línea o problema de investigación
  - Papel del director y del grupo
  - Resultados relevantes: científicos y/o transferencia
- Debe conocer muy bien la literatura especializada
  - Estado del arte
- **¿Qué es una tesis doctoral?**
  - Apreciación crítica del trabajo existente
  - Una contribución novedosa
  - Evaluación sistemática

¿Qué es una tesis Doctoral? Contribución novedosa. Posibilidades

- Abrir una nueva área
- Proporcionar un entorno unificado
- Resolver una cuestión largo tiempo abierta
- Explorar completamente un área
- Poner en entredicho el conocimiento existente
- Validar experimentalmente una teoría
- Producir resultados negativos
- Proporcionar datos empíricos
- Obtener algoritmos más eficientes/eficaces
- Desarrollar nuevas metodologías
- Desarrollar nuevas herramientas

Escritura de la Tesis Doctoral

- Es diferente
  - ✓ Escribir una tesis no es una habilidad que se cotice en el mundo laboral
- Tendrá pocos lectores
- Es un trabajo duro
  - ✓ Debe ser un trabajo de reflexión y maduración del doctorando
  - ✓ Es aburrido
  - ✓ Existe la opción del compendio de artículos



Desarrollo de la tesis doctoral. Metodología de la investigación

Es bueno conocer algunos elementos metodológicos para el desarrollo de la tesis doctoral (en particular) y el desarrollo de la investigación (en general), siguiendo los pasos adecuados para introducirse en la investigación en un tema.

Índice

Introducción: Investigación y creatividad

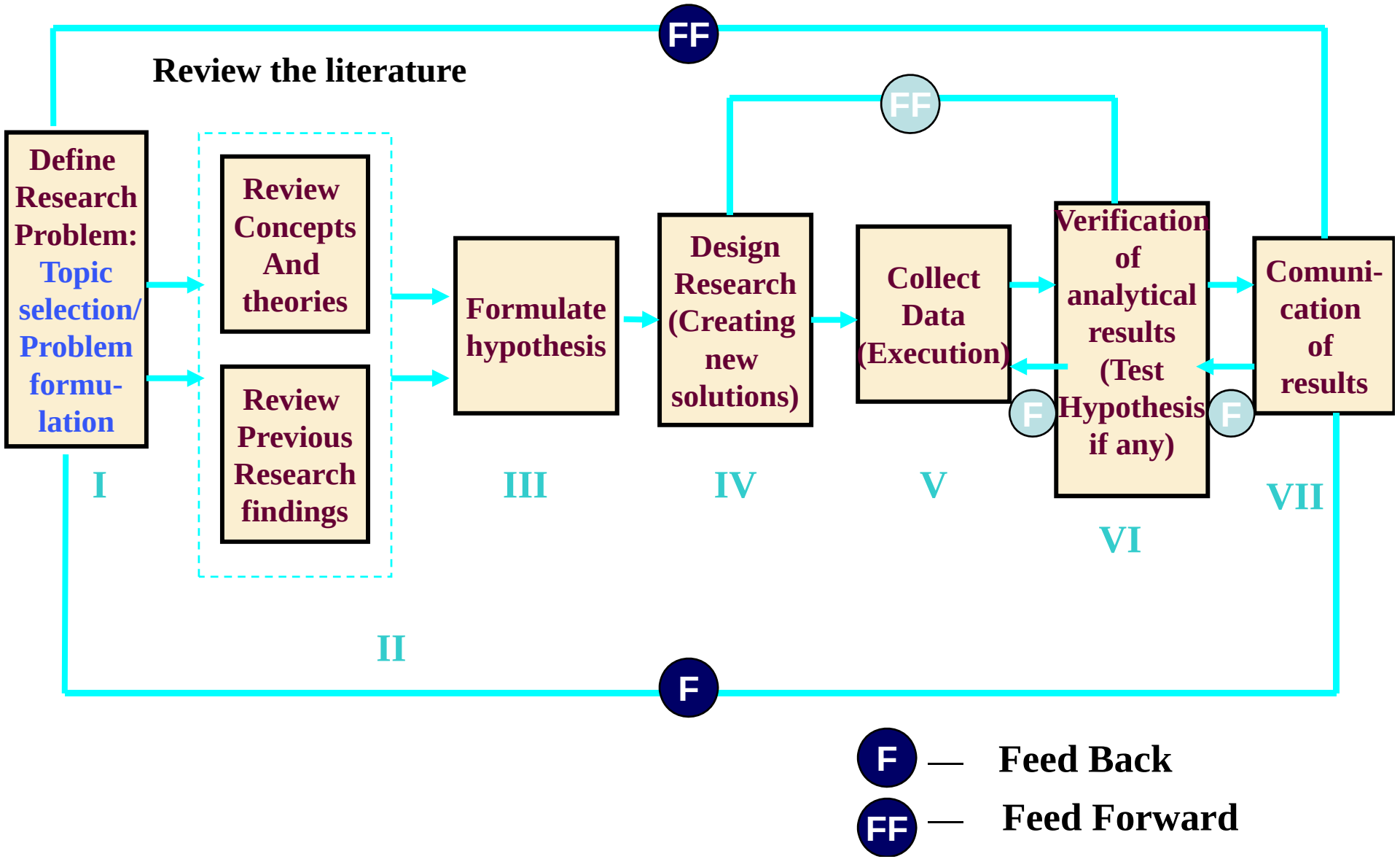
Desarrollo de la tesis doctoral

Metodología de la investigación

Elaboración de un buen artículo y selección del foro de publicación

Comentarios Finales

Metodología de la investigación



Selección del problema

Es un trabajo del director de tesis, pero le puedes/debes ayudar

- **Problemas TIC** – desde experimentales hasta matemáticos
- **Fuentes:** empresas, revistas, seminarios, workshops y conferencias, escuelas de verano, intuición, …
- Problemas importantes llevan a importantes descubrimientos

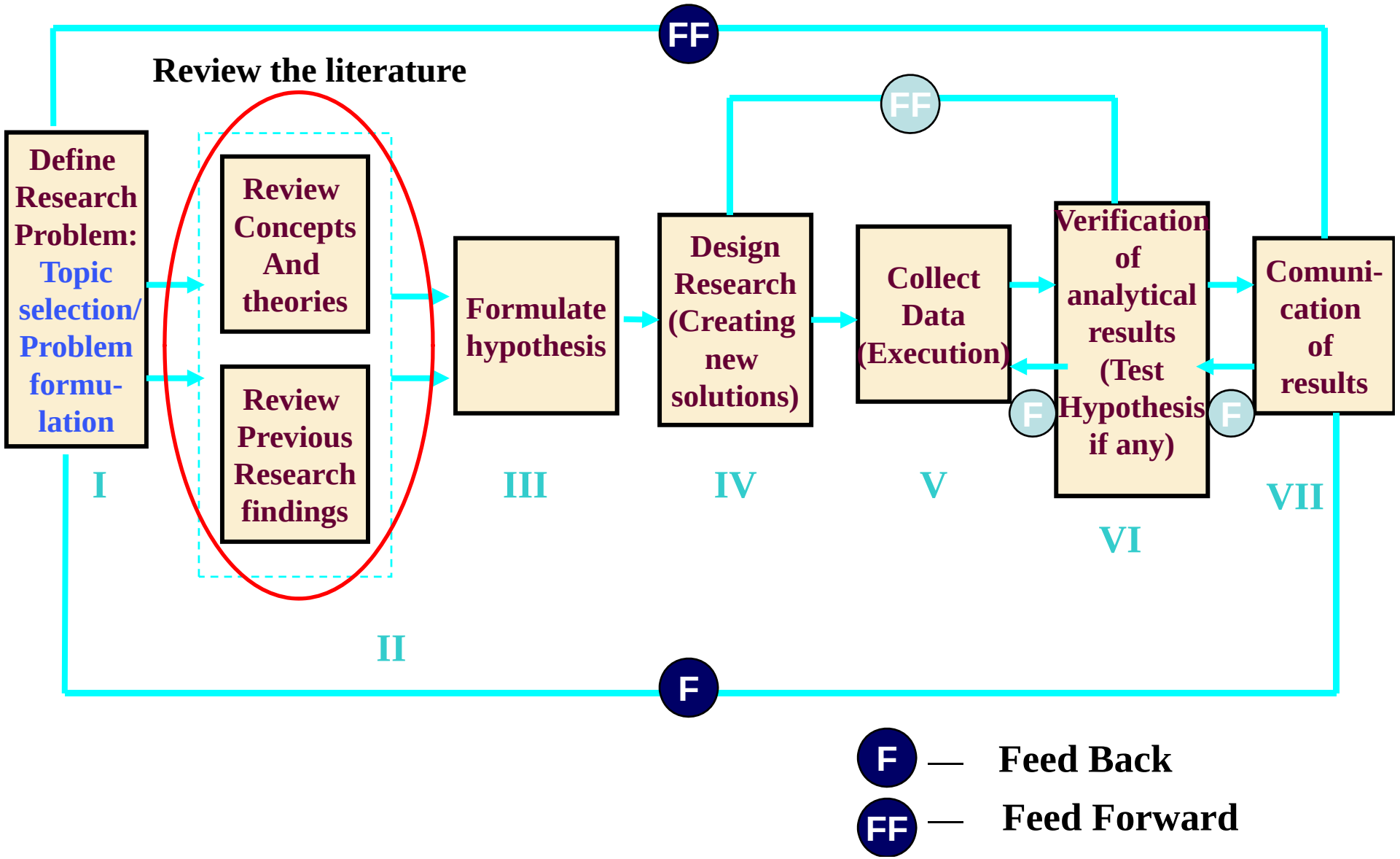
Establecimiento de los objetivos

- *"Research objectives are the specific components of the research problem, that you'll be working to answer or complete, in order to answer the overall research problem"* - Churchill, 2001

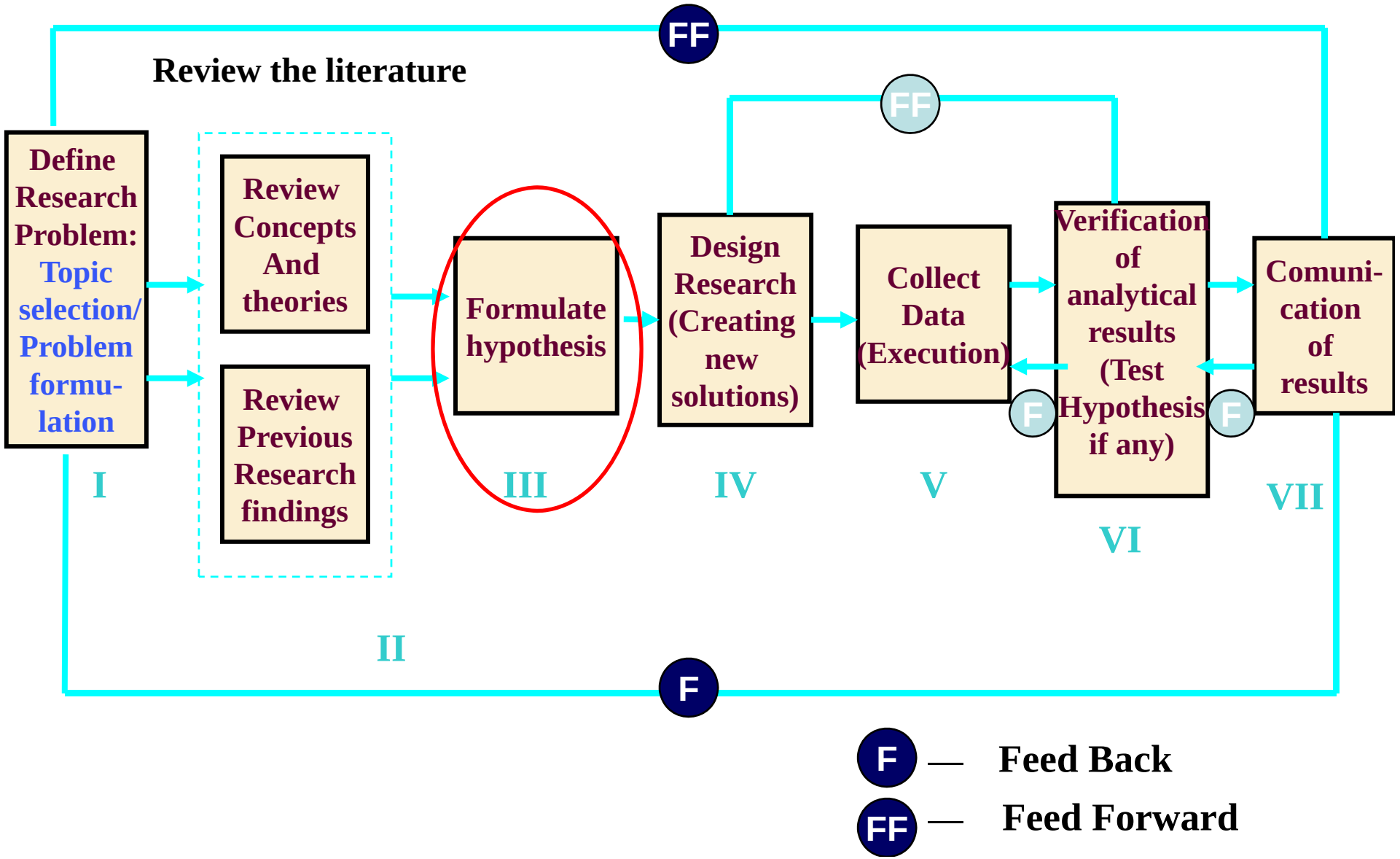
- **Los objetivos son las preguntas que deben ser respondidas o tareas que deben ser completadas**

- Guían lo que queremos obtener en nuestro estudio, los resultados esperados.

Metodología de la investigación:
Conocer el estado del arte

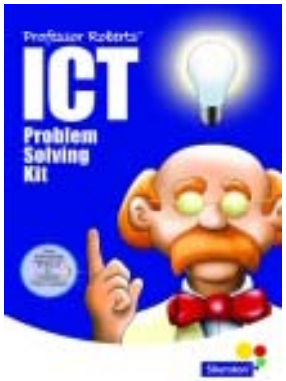


Metodología de la investigación



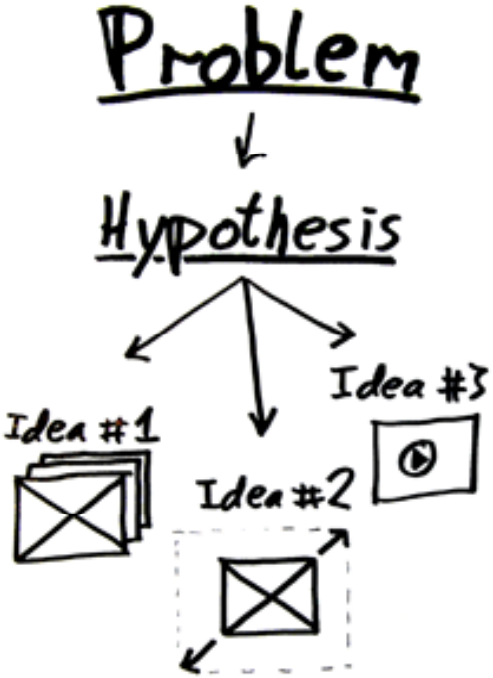
Hipótesis

- **No confundir con problema**
  - Un **problema** es una pregunta amplia que no puede ser verificada
  - Una **hipótesis** es una afirmación que puede ser verdad o falsa
- Las hipótesis son conjeturas inteligentes acerca de la solución al problema
- Debe ser una sentencia que describa y prediga lo que esperamos suceda al final del estudio
- Sirven para delimitar el área de investigación y mantienen al doctorando en el camino correcto

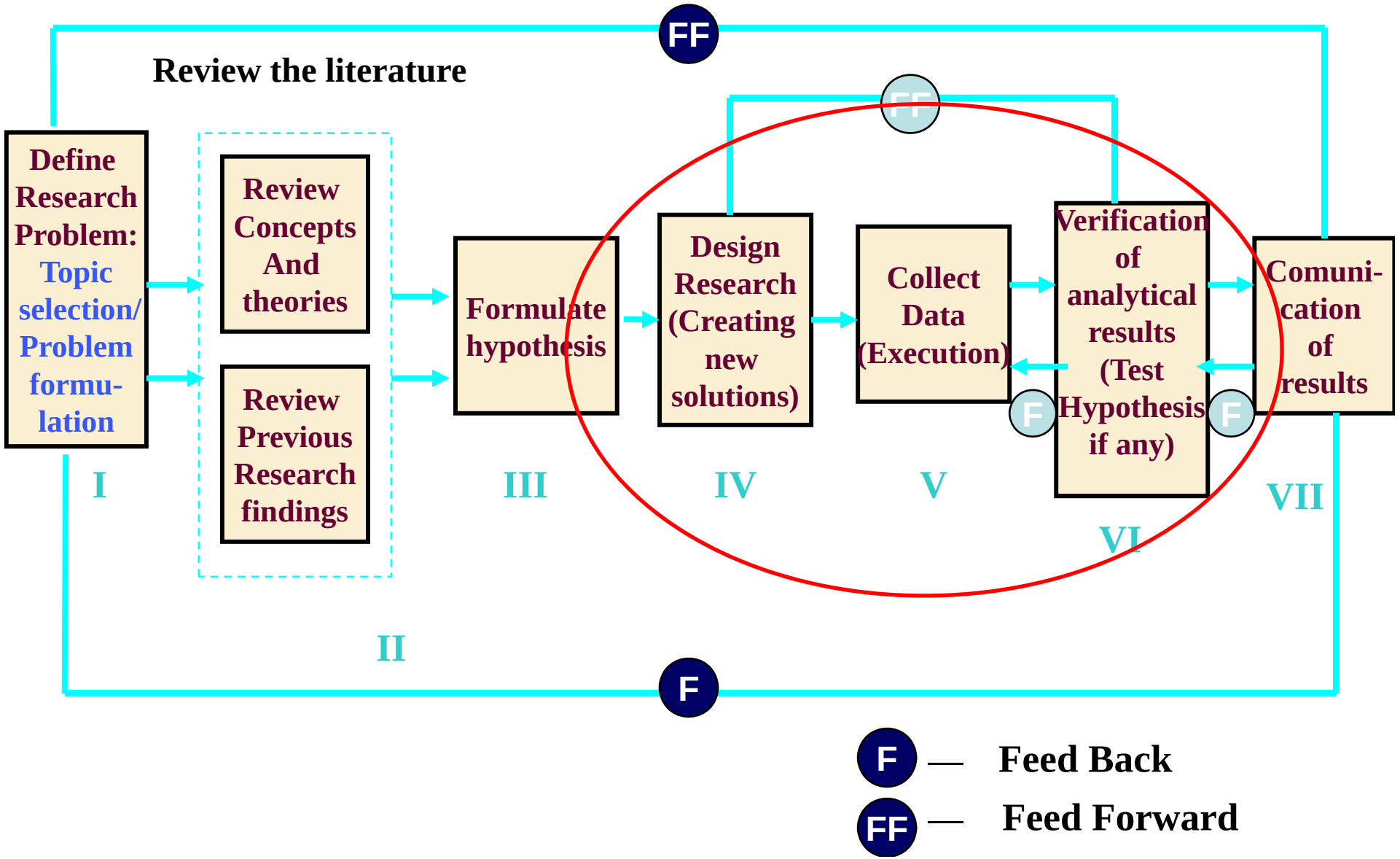


Características de una buena hipótesis

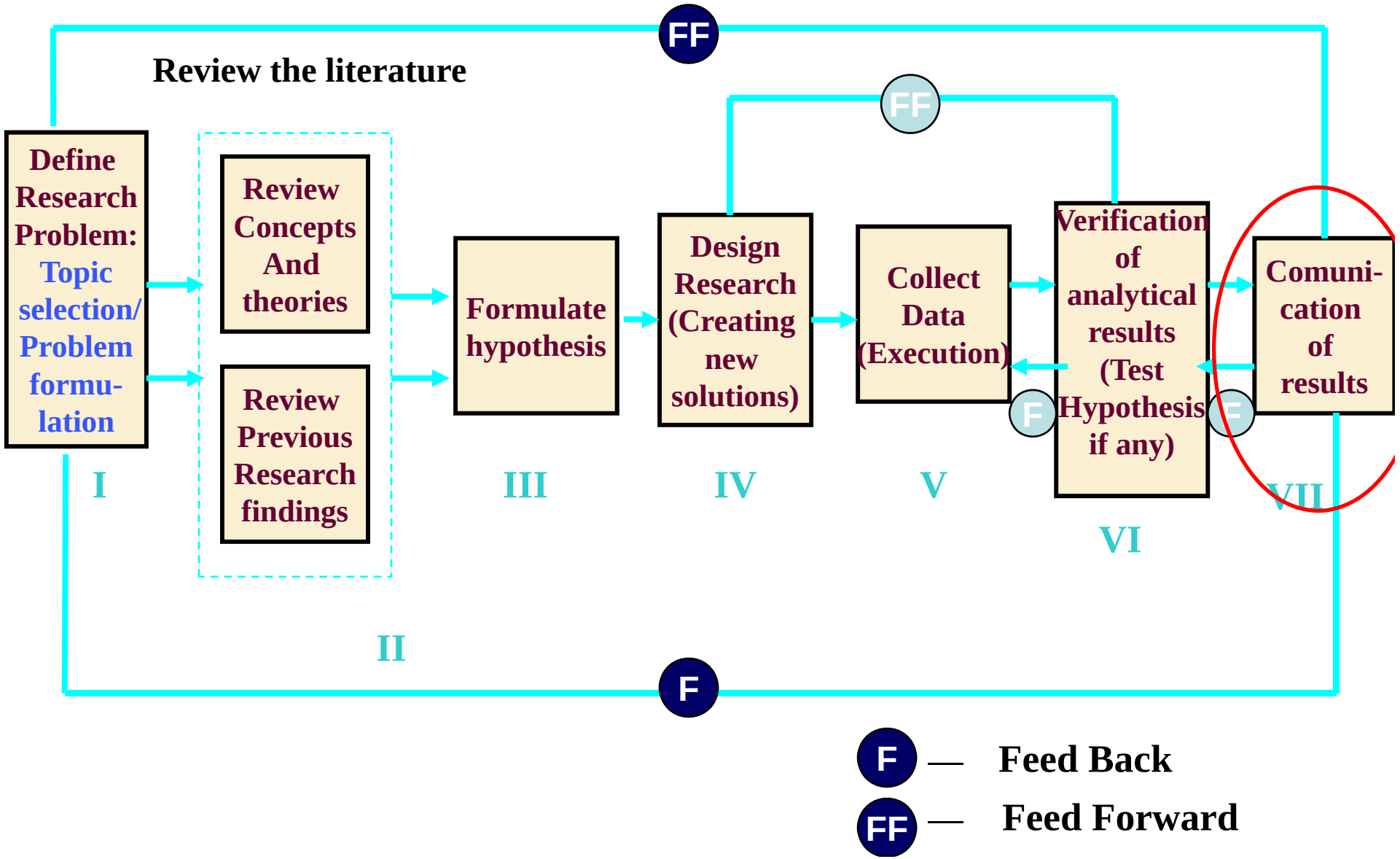
- Claridad
- Especificidad
- Consistencia
- Demostrable
- Simple
- Objetiva
- Relevante
- Disponibilidad de técnicas



Metodología de la investigación:
Desarrollo de la hipótesis. Solución aportada

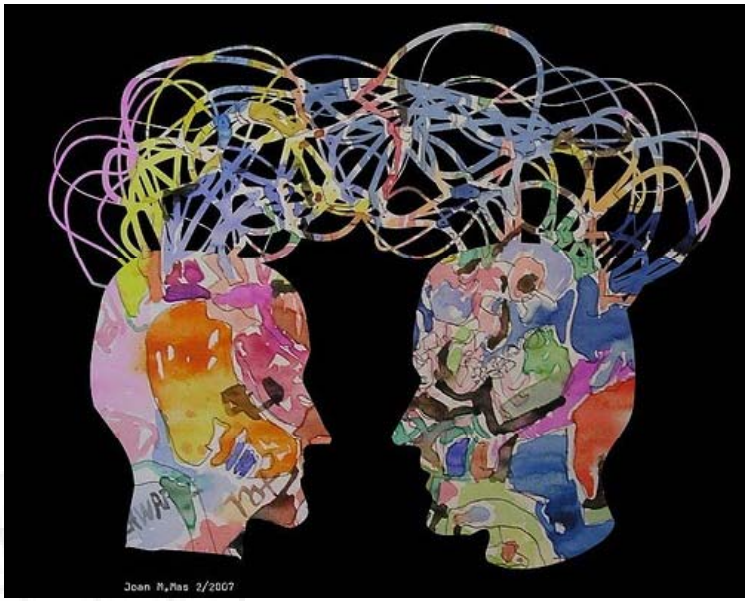


Metodología de la investigación



Publicación de los resultados

- Seminarios o workshops
- Conferencias
- Revistas
- Tesis
- Libros



Consejo: Publicar/comunicar investigación de calidad.
¿Qué significa investigación de calidad?

¿Qué significa investigación de calidad?

- Creativo
- Uso de múltiple métodos/aproximaciones
- Lógico
- Trabajo sistemático
- Empírico (uso de test estadísticos

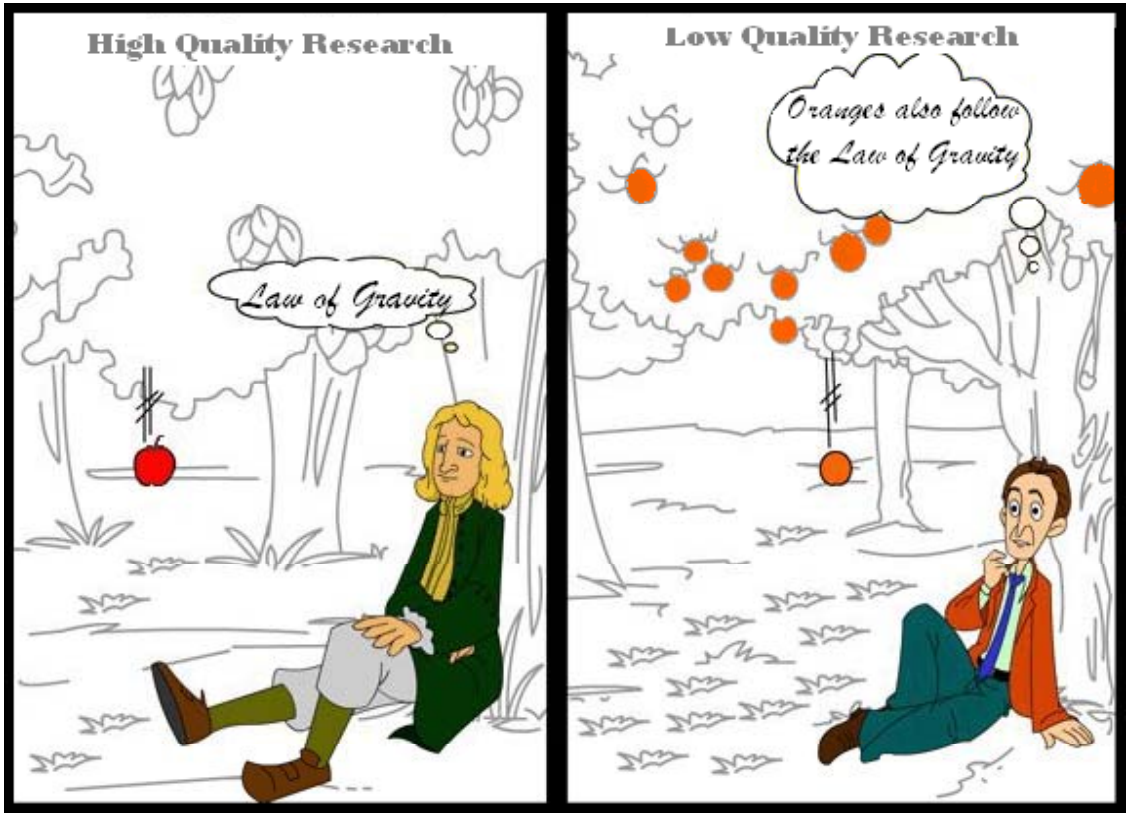
  http://sci2s.ugr.es/sicidm/)
- Replicable

¿Qué significa investigación de calidad?

Resultados que sean objeto de interés por parte de otros investigadores.

Consejo:
Publica resultados de interés en la temática y

en una revista "relevante".



Publicación de los resultados. ¡Cuidado!

¡¡La presión por publicar cuando se trabaja en el entorno académico!!

Índice

Introducción: Investigación y creatividad

Desarrollo de la tesis doctoral

Metodología de la investigación

Elaboración de un buen artículo y selección del foro de publicación

Comentarios Finales

Preguntas claves

¿Cómo seleccionar los foros donde publicar los resultados de la investigación?

¿Cómo elaborar un buen artículo para que tenga ciertas garantías de éxito?

Selección del foro

- **Los congresos se seleccionan por temática**, asociados a asociaciones (IEEE, ACM, AEPIA), relaciones profesionales, ...
- **Existen congresos de mucha calidad**, tanta como la de revistas de alto nivel (IJCAI, ICML, ISCA, MICRO, ASPLOS ….)
- **Actualmente las revistas centran la atención en cuanto a vehículo de difusión científica:**
  - Muchos de los trabajos que se presentan en congresos tienen una versión posterior extendida de revista
  - Las revistas las seleccionamos atendiendo al nivel de conocimiento que aporta el trabajo desarrollado
  - Es mejor escribir el artículo con la revista escogida porque podemos aprender su estilo
  - Hay que estar seguro que los potenciales lectores de la revista se corresponde con la audiencia deseada.

Consideraciones Generales (I)

- **Un buen artículo hace mejor una buena idea**
- **Un mal artículo hace mala una buena idea**
- Si tu trabajo está bien escrito será más usado por otros investigadores, y recibirás un importante feedback que permitirá mejorar tu investigación

Consideraciones Generales (II)

- Debes disponer de todos los datos y las figuras para proporcionar el conocimiento requerido

  Durante la investigación ve recopilando bibliografía, figuras, tablas, seudocódigos

Es más fácil ensamblar todas las partes si estas están disponibles antes de escribir el artículo en lugar de ir pegando durante el proceso de redacción

(Tablas, figuras, algoritmos, …)

Así evitaremos escribir y tirar versiones …

Consideraciones Generales (III)

- Antes de empezar a escribir, ten claro el mensaje que se quiere transmitir

  ¿qué conocimiento aporta el artículo?

  ¿qué conclusiones se sacarán del mismo?

- Si es un trabajo experimental, los experimentos deben ser reproducibles (los datos bien documentados, proporcionar los detalles de la experimentación, …)

Consideraciones Generales (IV)

- La regla de las tres C:
  - ✓ Claridad
  - ✓ Concisión
  - ✓ Corrección

- La clave es ser tan breve y específico como sea posible sin omitir detalles esenciales
- La redacción debe ser con frases sencillas

Consideraciones Generales (V)

En resumen

Haga la vida agradable a los revisores

Estructura

Existen diferentes esquemas sobre la organización de un artículo científico y que el investigador puede tener en cuenta en el momento de redactarlo.

Las mayor parte de las áreas científicas siguen el esquema IMRYD:

Introducción, Método, Resultados y Discusión

En el esquema básico de IMRYD, el autor trata de contestar algunas preguntas:

- ¿Qué problema (asunto) se estudió? (Introducción);
- ¿Cómo se estudió el problema? (Métodos);
- ¿Cuáles fueron los resultados o hallazgos? (Resultados);
- ¿Qué significan estos resultados ? (Discusión).

Estructura

Sistema IMRYD	Esquema 1 Clásico	Esquema 2 Esquema actual adaptado
• Introducción • Metodología • Resultados • Discusión	▪ Introducción ▪ Material y métodos ▪ Resultados ▪ Discusión	• **Resumen** (Abstract)- resume el contenido del artículo. • **Introducción**- informa el propósito y la importancia del trabajo. • **Materiales y métodos-** explica cómo se hizo la investigación. • **Resultados**- presenta los datos experimentales. • **Discusión**- explica los resultados y los compara con el conocimiento previo del tema. • **Bibliografía-** enumera las referencias citadas en el texto.

*** Algunos autores desagregan el apartado Conclusiones, mientras que otros lo consideran dentro de la Discusión.**

Estructura

Adatapción del esquema IMDYR que se suele utilizar

- Cabecera
- Resumen
- Introducción

  (Problema, hipótesis, solución y justificación)
- Antecedentes o trabajos relacionados*
- Propuesta y detalles
- Marco experimental
- Resultados, análisis y discusión
- Conclusiones y trabajos futuros
- Bibliografía
- Anexos

EASE Guidelines for Authors and Translators of Scientific Articles to be Published in English
http://www.ease.org.uk/guidelines/index.shtml

*** NOTA: Hay autores que prefieren enumerar los trabajos relacionados antes de las conclusiones**

Cabecera

- **Título**
  - Explicativo y relativamente breve
  - Atractivo y/o llamativo
- **Autores**
  - ¿En qué orden?
  - ¿Cuántos?
  - Filiación

Resumen o Abstract

- Breve síntesis de unas 200 palabras
- Debe incluir las respuestas a:
  - ¿Cuál es el contexto?
  - ¿Cuál es el problema?
  - ¿Por qué es un problema?
  - ¿Cuál es nuestra solución?
  - ¿Por qué es buena?
- Puede incluir palabras claves o términos relevantes
- Usualmente se escribe lo último

Introducción

- Es un desarrollo del resumen
  - ✓ Describe el problema
  - ✓ Motiva el problema
  - ✓ Señala los objetivos (pocos y claros)
  - ✓ Formula las hipótesis de partida
  - ✓ Establece nuestra solución
  - ✓ Justifica la relevancia (en muchos casos experimentalmente)
- Una página (no más de dos)
- Finaliza con un índice del resto del artículo

Introducción

En resumen

- La introducción es un recorrido del artículo pero no debe ser exhaustiva (problema, hipótesis, solución y relevancia)
- Es importante tener una buena conexión entre párrafos haciendo atractiva su lectura

Antecedentes

- Los antecedentes pueden ir en varios sitios
  - En la introducción
  - Después de la introducción
  - Antes justo de las conclusiones
- Antecedentes y estudios previos
  - De lo más general a lo más particular
  - De lo más antiguo a lo más moderno
- Análisis crítico de semejanzas, diferencias, limitaciones desde un punto de vista cualitativo (no solo enumerativo)

Propuesta

- Formalización teórica
  - Definiciones y notación
  - Lemas, proposiciones
  - Teoremas
- Formalización algorítmica
  - Descripción y/o explicación
  - Seudocódigo o técnica formal
  - Análisis de la eficiencia (tiempo y espacio)

Experimentos

- Descripción detallada (reproducibilidad)
  - Parámetros y datos de entrada
  - Implementación
- Resultados
  - Tablas
  - Figuras
- Discusión
  - Análisis
  - Comparativa
- Podrían ser prescindibles si nuestro trabajo es teórico y lo acompañamos de un análisis de eficiencia

Conclusiones

- Se deben derivar de los resultados y de la discusión realizada
- Son muy importantes
- No repetir lo ya contado
- Se deben escribir conforme se desarrolla el artículo, de lo contrario las conclusiones se convierten en otro resumen
- Suele incluir los trabajos futuros

Finalmente …

- Agradecimientos
- Bibliografía
  - Actualizadas
  - De calidad
- Anexos
  - Figuras y tablas
  - Demostraciones de teoremas

A tener en cuenta: Autocitas y continuación de trabajo previo

- Dejar muy **claro hasta dónde se llegó y a dónde llegamos** ahora con un nuevo artículo.
- Justificar por qué no es autoplagio, **qué aportamos en este trabajo frente a estudios previos nuestros.**
- Igualmente debe quedar muy claro el estado de arte actual y **qué aportamos frente a estudios de otros autores.**
- Hay una tendencia al corta/pega/combinación de ideas ya publicadas, que dan lugar a artículos de muy baja creatividad (¿calidad?) aunque sean en muchas ocasiones aceptados, por muy diversas razones. Se debe huir de estas prácticas.

  El fin no deber ser publicar un artículo que aporte poco, debe ser publicar una buena idea, un buen estudio, ... (en resumen, que el artículo aporte conocimiento al problema).

Primera versión

- Comprueba que las figuras y tablas están comentadas en el texto
- Comprueba el titulo de tablas y figuras
- Comprueba que la bibliografía está correctamente citada
- Comprueba que el estilo de las referencias es común y acorde con la revista
- Comprueba si todas las referencias son necesarias
- Es recomendable imprimir el trabajo, leerlo completamente y confirmar que responde al objetivo inicial:

  ¿qué conocimiento aporta el artículo?,

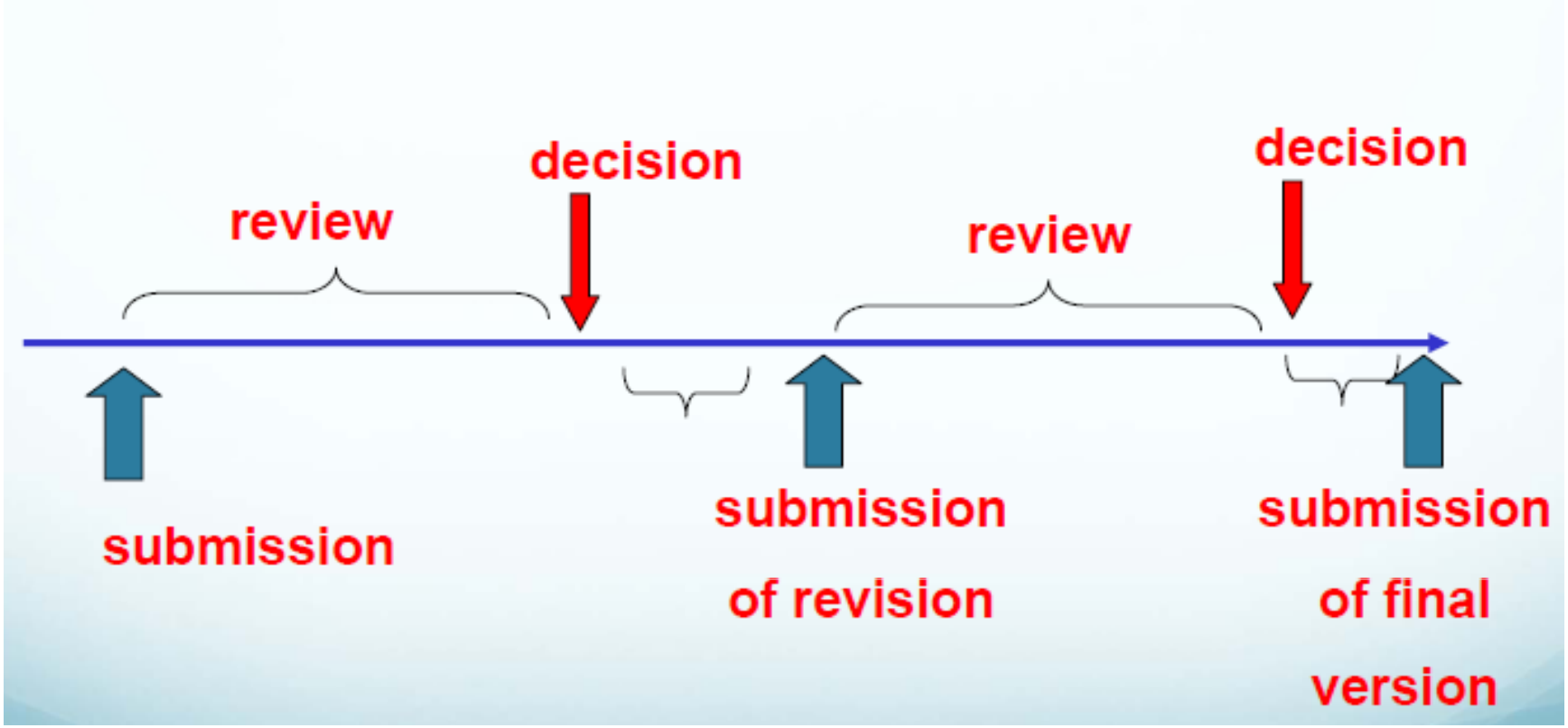
  ¿qué conclusiones se sacarán del mismo?

Debes estar preparado para reescribir o incluso tirar secciones enteras

Antes de enviar

- Intenta que colegas lo lean y te lo critiquen
- Chequea cuidadosamente la sintaxis, figuras, referencias
- Comprueba los requerimientos para someter a revisión
- Chequea la información de contacto
- Incluye una carta de presentación o *cover letter* señalando la originalidad y hallazgos importantes del artículo y por qué será interesante para los lectores
- Incluye una lista de los aspectos más destacados de su trabajo
- A veces es útil para sugerir posibles revisores, sobre todo si el tema es inusual

Hitos de la revisión



Revisión

- Estudia cuidadosamente los comentarios de los revisores y prepara un documento con una detallada respuesta
- Responde a todos los puntos. Si no estás de acuerdo con una revisión, proporciona una refutación cortés y científicamente sólida mejor que ignorar su comentario
- Proporcione la página y los números de línea cuando se refiere a las revisiones hechas en el manuscrito. Incluso el texto añadido puede estar en otro color en el pdf o con etiquetas
- Amplíe los experimentos, si es necesario, los cuales por lo general sirven para hacer el trabajo final fuerte
- Proporciona una respuesta global con una descripción general de los cambios y una respuesta en particular al comentario de cada revisor

Rechazo

Acepta los rechazos, no te lo tomes como una cuestión personal

- Trata de comprender por qué el trabajo ha sido rechazado
- Realiza una evaluación lo más imparcial que puedas
- Si no puedes cumplir con los requisitos piensa en otra revista más apropiada
- No vuelvas a someter si no hay cambios significativos y respondiendo a la revisión

A tener en cuenta

- **Falacia:**

Se necesita tener una idea fantastica para poder escribir un artículo

- **Realidad:**

Se puede escribir un artículo acerca de **cualquier idea**,

no importa lo insignificante que parezca

Recomendaciones

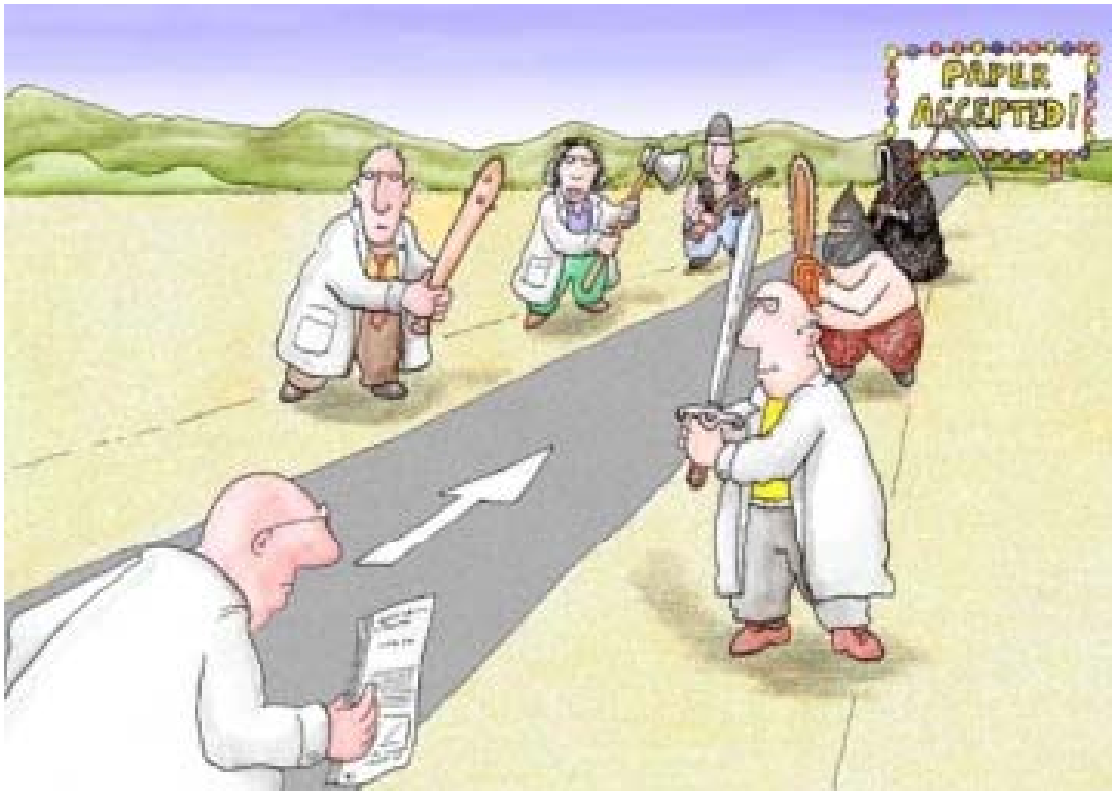
- **Objetivo: Publicar en revistas Q1 o al menos T1**

- Escoger un tema importante y prometedor
- Realizar una experimentación rigurosa y un análisis en profundidad de los resultados empíricos incluyendo si es posible tests estadísticos
- ¿Son los resultados consistentes, convincentes y concluyentes?
- La parte más importante del artículo es la introducción con una justificación/descripción que motive la lectura

- **NO es suficiente una nueva técnica / método / modelo sin una evaluación convincente**

La meta

Un buen artículo llega al final del camino en una buena revista



Índice

Introducción: Investigación y creatividad

Desarrollo de la tesis doctoral

Metodología de la investigación

Elaboración de un buen artículo y selección del foro de publicación

Comentarios Finales

Comentarios Finales

Investigación y creatividad. Hay que aprender a detectar un buen problema, plantear una buena hipótesis. Es muy importante fijar el mensaje que se quiere transmitir (qué conocimiento se aporta)

Tesis Doctoral. Selección de una nueva línea o sub-línea de investigación, estudiar el estado del arte, "aporte de conocimiento interesante", seguir una buena metodología de investigación, …

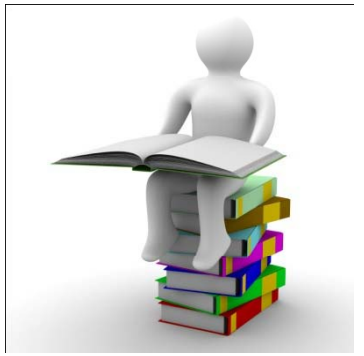
Elaboración de un buen artículo: **NO** es suficiente una nueva técnica/método/modelo sin una evaluación convincente

Comentarios Finales

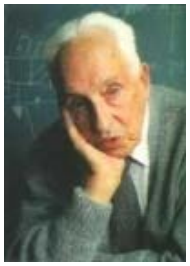
Escritura de un buen artículo

- La estructura de un artículo está muy establecida, no conviene innovar (esquema IMRYD).
- El título debe dar una idea clara de contenido.
- La parte más importante del artículo es la introducción con una justificación/descripción que motive la lectura.
- El resumen deben responder a las preguntas:
  - ✓ ¿Cuál es el contexto?
  - ✓ ¿Qué problema resolvemos?
  - ✓ ¿Por qué es un problema?
  - ✓ ¿Cuál es la solución?
  - ✓ ¿Por qué es novedosa?
- Evitar bibliografía de poca categoría.

Dos mandamientos resumen



- **Lee artículos de revistas TOP**
- **Escribe artículos para revistas/congresos TOP**

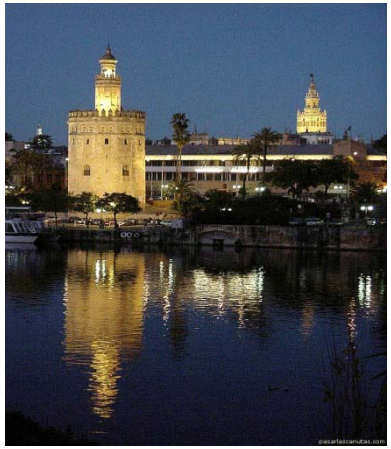


Para terminar, una cita célebre en un país en crisis:

"**En principio la investigación necesita más cabezas que medios**" Severo Ochoa

En defensa de la investigación

¡Buena Suerte!



Algunas ideas sobre la investigación