

TEMA 3. PROGRAMA-GUÍA NATURALEZA E HISTORIA DE LA CIENCIA. IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

A.3.0. Comunicación de objetivos y propuesta de elaboración de diarios

<u>DIARIO DE CLASE</u>	
Apellidos.....	Nombre.....
Fecha.....	
1. Este tema ha tratado sobre	
2. Las actividades me han resultado INTERESANTES / NORMALES / ABURRIDAS	
3. Al terminar el tema me siento CANSADA/O / NORMAL / DESEANDO CONTINUAR	
4. Lo tratado en el tema me ha parecido MUY DIFÍCIL / NORMAL / MUY FÁCIL	
5. De lo tratado en el tema era nuevo para mí	
6. De lo tratado en el tema no he conseguido comprender	
7. Algo/Nada de lo tratado en este tema me ha obligado a CAMBIAR o PONER EN DUDA cosas que creía tener muy claras, como:	
8. He consultado a alguna persona que me ha ayudado a comprender	
10. Creo que todo hubiese sido más fácil si hubiese realizado actividades como: ...	

A.3.1. Explicitación de ideas previas sobre la ciencia. Contesta a las siguientes preguntas adaptadas de Solbes, J y Vilches, A (1992). El modelo constructivista y las relaciones Ciencia/Técnica/Sociedad (CTS). *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 181-186.

- a) **Escribe cinco palabras que expresen cómo es para ti la ciencia.**
- b) **¿Qué cualidades piensas que debe tener una persona que se dedique a la actividad científica (que desempeñe tareas científicas)?**

A.3.2. Para codificar tus respuestas a la actividad anterior elabora una red sistémica, utilizando la información que se muestra en el resumen del Anexo 1: *Organización y análisis de los datos obtenidos en pruebas de detección de ideas (Datos cualitativos)* extraído del artículo de Bliss J. y Ogborn, J. (1979). The analysis of qualitative data. *European Journal of Science Education* 1 (3), 427-440.

A.3.3. Compara la red sistémica que has elaborado con tus respuestas a la actividad A.3.2, con las redes sistémicas obtenidas por Nuño y Ruipérez (1996) que se muestran en el Anexo 2.

A.3.4. Cuestionario: *Tu perfil sobre la naturaleza de la ciencia: actividad para profesorado de ciencias.* (Nott y Wellington, J. 1993).

Con esta actividad, traducida de Nott y Wellington (1993), se trata de obtener "perfiles" de los puntos de vista sobre la ciencia de cada estudiante al comienzo del tema, basándose en sus respuestas a un cuestionario Likert de 24 ítems sobre la naturaleza de la ciencia y la actividad científica (anexo 3). Contesta y codificara el cuestionario para elaborar tu perfil sobre la naturaleza de la ciencia.

A.3.5. Resulta muy difícil definir la ciencia, porque la ciencia es compleja y abarca muchas cosas. Pero, **Ciencia es principalmente:**

¿Con cuál de las siguientes posiciones/opiniones te identificas? (Debes elegir una y sólo una opción)

- A. un estudio de campos tales como biología, química, física.
- B. un cuerpo de conocimientos, tales como principios, leyes y teorías, que explican el mundo que nos rodea (la materia, la energía y la vida)
- C. la exploración de lo desconocido y el descubrimiento de nuevos hechos acerca del mundo y el universo y del modo en qué se comportan.
- D. la realización de experimentos para resolver problemas de interés sobre el mundo que nos rodea.
- E. el invento y diseño de cosas (por ejemplo, corazones artificiales, computadores, vehículos espaciales).
- F. la búsqueda, encuentro y uso del conocimiento para hacer de este mundo un lugar mejor donde vivir (por ejemplo, curar enfermedades, resolver problemas de contaminación, y mejorar la agricultura),
- G. una colectivo de personas (denominadas científicas) que comparten ideas y técnicas para descubrir nuevo conocimiento.
- H. No entiendo.
- I. No conozco demasiado este tema como par elegir una opción.
- J. Ninguna de estas opciones se ajusta a mi punto de vista.

Aikenhead, G.S. y Ryan, A.G. (1992b). Students' Preconceptions about the Epistemology of Science. *Science Education*, 76 (6), 559-580.

A.3.6. Introducción de nuevos puntos de vista. Lee el siguiente texto y manifiesta tu acuerdo o desacuerdo con el mismo, argumentando tus respuestas.

En sentido estricto la definición de ciencia no es posible, pues como ha dicho Albert Einstein, " la pregunta *¿cuál es el objetivo y el significado de la ciencia? recibe respuestas muy diferentes en diferentes épocas y de diferentes grupos de personas*".

Merton (1977) señala que *"ciencia es una palabra engañosamente amplia que se refiere a una variedad de cosas distintas, aunque relacionadas entre sí. Comúnmente se la usa para denotar:*

- a) *un conjunto de métodos característicos, mediante los cuales se certifica el conocimiento.*

- b) un acervo de conocimiento acumulado que surge de la aplicación de esos métodos.
- c) un conjunto de valores y normas culturales que gobiernan las actividades llamadas científicas.
- d) cualquier combinación de los anteriores.

De todas formas vamos a intentar aproximarnos a una idea de ciencia que está muy extendida. Podemos simplificar el concepto considerando la ciencia como una combinación de procesos y productos vinculados entre sí y dependientes unos de otros, producidos por una comunidad científica (personas), y que se insertan en cada época en una sociedad concreta, que posee unos intereses e ideologías también

A continuación, y ante la dificultad de definirla, revisaremos algunos episodios de su Historia que nos permitan resaltar distintos aspectos que nos ayuden a clarificar nuestras concepciones sobre la ciencia, su naturaleza y su historia. Comenzaremos intentando poner en evidencia que la ciencia es una actividad que comienza por el planteamiento de problemas.

A.3.7. Formula los problemas que estuvieron en el origen de los conceptos o teorías indicados en el siguiente cuadro:

NOMBRE	TEORIA	PROBLEMA
<i>Newton</i>	Ley de la Gravitación Universal	
<i>Lavoisier</i>	Ley de la Conservación de la masa	
<i>Darwin</i>	Selección Natural	
<i>Wegener</i> - <i>Dewey y otros</i>	Tectónica de Placas	

Actividad tomada de Jimenez Aleixandre, M.P. (1996a). *Proyecto Docente: Didáctica de las Ciencias de la Vida y de la Tierra*. Universidad de Santiago de Compostela.

A.3.8. Tras la lectura del siguiente texto contesta las preguntas que se proponen.

El descubrimiento de la penicilina por Fleming

- En 1906 Fleming empezó a trabajar en el "Departamento de inoculación" del Hospital de Saint Mary, donde el equipo dirigido por Wright pretendía encontrar vacunas para las enfermedades infecciosas como la sífilis o la gangrena. Otra alternativa para tratar infecciones eran ciertos compuestos químicos (quimioterapia). Durante la guerra de 1914-1918, Fleming observó que las defensas naturales del organismo (leucocitos, pus) actuaban mejor en ausencia de antisépticos y destruían más bacterias.
- En 1921 descubre la presencia de un bactericida natural, la lisozima, en la saliva, lágrimas, etc. que protege de muchos gérmenes (los "no patógenos").

Consigue aislarla recogiendo muestras de lágrimas de sus compañeros de equipo (usando cebolla, limón, etc. para hacerles llorar).

- *En 1929, mientras preparaba un trabajo sobre los estafilococos (bacterias patógenas que producían varias enfermedades) observó que en un cultivo de estafilococos había crecido un moho, y alrededor de él habían desaparecido las bacterias. Este moho era Penicillium, y la sustancia producida por él -que Fleming llamó penicilina- es el antibiótico más efectivo contra un buen número de bacterias.*

PREGUNTAS:

¿Qué problema está en el origen del descubrimiento de la penicilina?

El primer objetivo del equipo en el que trabajaba Fleming fue buscar una vacuna para enfermedades infecciosas. ¿Crees que lo lograron? Propón algunas posibles formas en que reformularían el problema a lo largo de estos años.

Teniendo en cuenta los datos anteriores, y que el cultivo fue contaminado por el moho por casualidad ¿Crees adecuado decir que Fleming descubrió la penicilina por azar? Argumenta tus respuestas.

Según un reciente estudio (Latour, 1996) durante trece años Fleming utilizó la penicilina sólo como bactericida que le permitiría aislar mejor los agentes infecciosos contra los que intentaba encontrar vacunas, sin pretender usarla como terapia. Si esto es cierto ¿dirías que descubrió la penicilina? Razona la respuesta.

A.3.9. Explicitación de ideas previas sobre Ciencia, Científico, Científica, Trabajo científico y método científico. Técnica de pensamiento circular concéntrico.

Escribe en un papel la primera palabra o concepto sobre la que explicitarás tus ideas por ejemplo: científico, y anota en un primer círculo que se dibuja en torno al concepto la/s primera/s palabra/s que te sugiere dicho concepto. A continuación realiza una segunda ronda, y coloca las palabras en un segundo círculo de mayor diámetro y que rodea al anterior. El proceso se repite por tercera vez. A continuación elabora una frase o varias (una por cada círculo), uniendo las palabras que has ido colocando en cada círculo.

A.3.10. *“Resulta insostenible la imagen que explica el nacimiento de la Ciencia Moderna a merced exclusiva de la capacidad creadora de un grupo escogido de genios. Su lugar lo ocupan en la actualidad los análisis relativos al complejo proceso que durante varios siglos llevó a la superación de la Ciencia tradicional y a su sustitución por la moderna” (López-Piñero).*

¿Qué opinas de esta afirmación?

Actividad adaptada de Solbes, J. y Vilches, A. (1995). "El profesorado y las actividades CTS". *Alambique* 3, 30-38.

A.3.11. El científico J. Franck afirmó en un discurso: *" (Los científicos) solemos ser cautos, y por tanto, tolerantes. Es precisamente la objetividad la que nos impide tomar resueltamente partido en política, porque aquí nunca está la razón de una parte"*.

¿Qué opinas de dicha afirmación? ¿Conoces contraejemplos, es decir, científicos o científicas que hayan tomado partido colaborando activamente en los sistemas políticos o que se hayan manifestado con una actitud crítica?

¿Cuál crees que es el papel de las científicas y científicos en la sociedad?

Actividad adaptada de Polo, F. y Lopez, J.A. (1987). "Los científicos y sus actitudes políticas ante los problemas de nuestro tiempo". *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), 149-156.

A.3.12. Lectura de artículos. Elige uno de los siguientes artículos para leer y elaborar una síntesis y reflexión sobre el artículo elegido, relacionándolo con las cuestiones que hemos abordado en las tres últimas actividades. Los artículos puedes encontrarlos en la revista *Enseñanza de las Ciencias* de las bibliotecas de la UPV/EHU.

a) Polo, F. y Lopez, J.A. (1987). "Los científicos y sus actitudes políticas ante los problemas de nuestro tiempo". *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), 149-156.

b) Catalan, A. y Catany, M. (1986). Contra el mito de la neutralidad de la ciencia: el papel de la historia. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2), 163-166.

A.3.13. Aplicación de las nuevas ideas. A continuación se presentan algunas actitudes que suelen atribuirse a las personas que se dedican a la actividad científica:

- A) Estudiar los problemas desde todos los puntos de vista.
- B) Enfrentarse a los problemas con una mentalidad libre de prejuicios.
- C) Comprobar la veracidad y confianza de las fuentes que se consultan.
- D) Plantear cuidadosamente todos los pasos de una investigación.
- E) Desarrollar un espíritu abierto para cambiar de opinión si otras pruebas son más concluyentes que las propias.
- F) Respeto a la opinión de las y los demás.
- G) Cultivar el sentimiento de humildad: No hacer afirmaciones categóricas sin pruebas, ser prudente aún teniendo evidencias.

¿Crees que las personas científicas "reales" poseen esos valores?

También suelen describirse los procesos de la actividad científica como un método científico que consta de las siguientes etapas:

Observación, Clasificación, Relaciones numéricas, Medición, Relaciones espacio-tiempo, Comunicación, Predicción, Deducción, Formulación de definiciones operacionales, Formulación de hipótesis, Análisis e interpretación de los datos, Identificación y control de variables, Diseño y realización de experimentos, Contrastación de resultados con las hipótesis, Elaboración de conclusiones.

¿Piensas que cuando realizan investigaciones siguen los pasos de ese "método"?
¿Consideras que faltan aspectos importantes de la actividad científica? ¿Cuáles?

A.3.14. Recapitulación. Elabora un mapa conceptual sobre La Ciencia.

Puedes contrastar tu mapa con los que se muestran en el Anexo 4.

A.3.15. Actividad de revisión-metacognición. Manifiesta tu grado de acuerdo -o desacuerdo- con cada una de las siguientes declaraciones, valorándolas de 1 a 5 (1 completo desacuerdo, 5 completo acuerdo).

1. El conocimiento científico es artificial y no nos muestra la naturaleza como realmente es.
2. El conocimiento científico se aproxima cada vez más a la verdad.
3. Las leyes y teorías científicas son independientes de la existencia humana. Lo único que hacen los científicos es descubrirlas.
4. La ciencia, como el arte, la religión, el comercio, la estrategia militar, y hasta los sueños, se basa en presuposiciones.
5. El ambiente social de una científica o científico no influye en el contenido del conocimiento que propone.

Para codificar tus respuestas pueden resultarte útiles las siguientes aclaraciones: la cuestión 1 alude al instrumentalismo, la 2 se relacionaría con el positivismo, la 3 denotaría un gran realismo y un carácter positivista, la 4 alude al relativismo y a un cierto constructivismo y la última ofrece una visión descontextualizada y objetivista de las científicas y científicos. A continuación compara tus resultados actuales con los que obtuviste en el perfil de la actividad A.3.4. ¿Crees que has modificado en algo tus concepciones de partida? Si fuera así, ¿en qué aspectos? ¿Sientes satisfacción con tus conocimientos actuales? ¿Por qué? Argumenta tus respuestas.

A.3.16. Elabora un texto personal sobre *¿Qué papel puede desempeñar la historia de la ciencia en su enseñanza?* y complétalo una vez elaborado con el texto introductorio del apartado HISTORIA DE LA CIENCIA: ANÁLISIS DE ALGUNOS EJEMPLOS que se presenta en el Tema 3 del apartado MATERIALES DE ESTUDIO.

A.3.17. A continuación se presenta un texto donde se muestra el desarrollo histórico de las ideas sobre la generación espontánea.

Las primeras ideas sobre los seres vivos estaban impregnadas de vitalismo, es decir, suponían que los seres vivos poseían una cualidad particular, una inaprensible "fuerza vital". También aparece, por ejemplo en las obras de Aristóteles (siglo IV a.c.), la idea de la generación espontánea: "*algunas (plantas) surgen de las semillas; otras, como espontáneamente, mediante la fuerza de la Naturaleza, nacen por putrefacción de la tierra*" (citado en Oparin, 1970) lo que parecía indicar la ausencia de un límite claro entre materia viva e inerte. Ambas nociones se concilian porque para Aristóteles los seres vivos resultan de la fusión de un principio pasivo (materia), con un principio activo (forma).

La creencia en la generación espontánea persistió hasta que en el siglo XVII Redi y Spallanza demostraron respectivamente que los gusanos de la carne son larvas de mosca, y que un caldo esterilizado por ebullición y tapado herméticamente no se corrompía. En ese mismo siglo Descartes critica desde posiciones filosóficas la idea de la "fuerza vital". Sin embargo la polémica sobre la generación espontánea continuó durante dos siglos más hasta que los brillantes experimentos de Pasteur demostraron que los microorganismos no aparecen sino a partir de microorganismos (Jiménez, 1996a)

Propón hipótesis para contestar a la pregunta: *¿Pueden aparecer gusanos en la carne de forma espontánea?* y diseña una experiencia para contrastar tus hipótesis.

Elabora una V de Gowin donde se recoja la experiencia y se conecte la teoría con los datos. Puedes contrastar tu V de Gowin con la que se muestra en el anexo 5 tomada de Geli (1995) sobre un experimento realizado sobre el mismo problema.

Para la elaboración de la V de Gowin recuerda que, como ya se propuso en el tema 2, puedes consultar el artículo de Izquierdo, M. (1994). La V de Gowin, un instrumento para aprender a aprender (y a pensar), *Revista Alambique*, 1, 114-124 en el que se describe qué es la V de Gowin, para qué sirve y cómo se construye. <http://alambique.grao.com/revistas/alambique/001-materiales-curriculares/la-v-de-gowin-un-instrumento-para-aprender-a-aprender-y-a-pensar>.

También puedes encontrar el artículo en la Revista Alambique en las Bibliotecas de la UPV/EHU.

A.3.18. El experimento de Francesco Redi

En el siglo XVII había quien defendía la "generación espontánea", es decir, que organismos como insectos, ranas o ratones nacían del lodo, o de la hierba. En concreto, se creía que en la carne, al pudrirse, aparecían "gusanos" (larvas de mosca). Redi (1626-1698) ideó una experiencia: colocó dos trozos de carne, uno descubierto y el otro tapado con una muselina o gasa fina, observando, al cabo de unos pocos días, que sólo aparecían gusanos en el trozo descubierto.

- a) Identifica, en la forma más precisa posible, el problema que dio lugar a este experimento.
- b) ¿Crees que Redi tenía alguna idea sobre lo que iba a suceder, o sólo la tuvo después de acabada la experiencia? Justifica tu respuesta. Si tenía alguna idea, ¿cuál era? ¿Qué nombre reciben las "ideas" en un experimento?.
- c) Interpreta este experimento según el modelo inductivista (empirismo).
- d) Interpreta este experimento según el modelo de la Nueva Filosofía de la Ciencia.
- e) ¿Crees que este experimento podría haber tenido alguna repercusión directa en la sociedad del siglo XVII?

Actividad tomada de Jimenez Aleixandre, M.P. (1996a). *Proyecto Docente: Didáctica de las Ciencias de la Vida y de la Tierra*. Universidad de Santiago de Compostela.

A.3.19. Lectura de alguno de los artículos reseñados en las referencias bibliográficas del tema 3 (apartado BIBLIOGRAFÍA) con (*) sobre la utilización de la historia de la ciencia en la enseñanza científica y con (***) sobre la naturaleza de la ciencia y elaboración de síntesis y reflexión.

La bibliografía recomendada puedes encontrarla en las Bibliotecas de la UPV/EHU.

A.3.20. Actividad de autoevaluación: Incidentes críticos

1. El incidente del magnesio

En un curso de química se está realizando un experimento que consiste en calentar una cinta de magnesio en un crisol tapado. El propósito es comprobar una consecuencia de la teoría sobre el oxígeno (la combustión) de Lavoisier, según la cual los materiales (metales) ganan "peso" (masa) cuando se queman.

Durante la puesta en común de la actividad, cuatro grupos habían encontrado pérdidas en el peso de la "cinta" después de quemarla, dos grupos no encontraron diferencias de peso y dos grupos obtuvieron ganancias de peso en la muestra.

Propón un listado de cosas que podrías decir si fueras la profesora o profesor.

Nott y Wellington (1998) proponen que lo racional ante este incidente crítico sería:

- pedir a los grupos que comprueben si han seguido el mismo procedimiento.
- decir que los experimentos no "funcionan" siempre (P. ejemplo, no se adecúan a la teoría).
- decir que si los experimentos no funcionan deben revisarse críticamente.
- decir que el resultado puede ser una media y/o ser descartado.

El aspecto de la naturaleza de la ciencia abordado en este incidente crítico es el relativo a la idea de que en ciencia existen procedimientos científicos para analizar los resultados experimentales. También se pretende llegar a la conclusión de que los experimentos son tanto el producto de unas habilidades o destrezas que posee quien los realiza, como un reflejo de lo que sucede en la naturaleza.

Esta actividad también podría dar pie, para contextualizar el experimento que se describe en la actividad en su momento histórico. Ya que se pueden abordar, por un lado, la teoría del Flogisto de Georg Ernst Stahl (1660-1734) y la teoría de la combustión o del oxígeno de Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) y, por otro, el persistente problema de la ganancia de peso en la calcinación de los metales¹ durante un largo periodo de la historia de la ciencia.

También pueden traerse a colación la contribución de algunas mujeres de la época, como Marie Anne Paulze, esposa de Lavoisier, quien, entre otras aportaciones, puso al alcance de Lavoisier los trabajos de los químicos ingleses cuya lengua él ignoraba. Tradujo el libro de R. Kirwan, *"Essays on Phlogiston"* (1784). La traducción apareció en 1788, con notas de Lavoisier y colaboradores. La traducción demuestra que Marie conocía suficientemente la teoría y práctica química como para comentar brillante y constructivamente el trabajo mediante notas de la traductora a pie de página. O el apoyo a la nueva teoría de Lavoisier de Elisabeth

¹El plomo y el estaño aumentan de peso cuando son calcinados al aire libre. El hecho está ya citado en los escritos de Galeno (130-200 n. e.)

Fulhame que, entre otros químicos ingleses, fue una de las primeras conversas a la teoría de Lavoisier sobre la combustión. En 1794, publicó en Londres *"Essay on Combustion"*. Esta publicación generó gran interés (Priestley mencionó su libro y experimentos). Después de que su libro fuera reeditado en 1810 fue elegida miembro de la "Philadelphia Chemical Society" (Houlihan y Wotiz, 1975).

2. Las células

Estás trabajando en una clase con microscopios y quieres que tus estudiantes observen y dibujen las células de la piel de una capa de cebolla.

Colocan los portas en el microscopio y los enfocan. Compruebas que los han enfocado correctamente y entonces empiezan a mirar y a dibujar.

Al final de la actividad observas que sus dibujos no tienen nada que ver con tu imagen de las células de la piel de cebolla.

Propón un listado de lo que dirías y harías ante una situación así.

Siguiendo a Nott y Wellington (1998) lo racional ante este incidente crítico sería que tus reacciones fueran del tipo:

- ¿seguro que no habéis visto algo parecido a ...?
- mostrar a tus estudiantes dibujos de lo que se supone deberían haber visto.
- preparar diapositivas o imágenes para mostrar a tus estudiantes.

Los citados autores indican que lo que se pretende evidenciar con esta actividad es que el resultado de la observación de una científica o científico suele estar guiado por las imágenes y dibujos obtenidas anteriormente por otros u otras profesionales de la actividad científica. La observación está cargada de teoría y las personas neófitas tienen que entrenarse para ver las cosas del mismo modo que las personas expertas o que poseen mayor experiencia.

3. Métodos anticonceptivos

Estás trabajando con tus estudiantes los métodos anticonceptivos. Un alumno o alumna te pregunta: "¿Crees que es correcto que la Iglesia Católica sólo acepte el método Ogino y que el resto son pecado?"

Propón un listado de cosas que dirías o harías ante una situación así.

En este caso las respuestas podrían ser del tipo:

- el conocimiento científico puede informarnos sobre las posibilidades o elecciones que podemos tomar, pero el conocimiento no puede decidir la elección personal. Las elecciones "racionales" no están gobernadas sólo por el conocimiento científico.
- el conocimiento científico y las creencias religiosas son cosas distintas. El conocimiento se basa en evidencias mientras que las creencias se basan en la fe.
- los conocimientos científicos y las creencias religiosas pueden coexistir.

Con esta actividad se abordaría la cuestión de que el conocimiento científico puede informar el debate moral, ético y político, pero no es el único determinante para el debate moral, ético y político. La racionalidad científica no es la única racionalidad que utiliza la gente.

4. Investigaciones

En una clase se está llevando a cabo una investigación científica y durante la misma suceden los siguientes incidentes:

1. Un niño, que acaba de finalizar la planificación de su investigación, pregunta: "¿Puedo hacer la investigación sólo?"
2. Una niña que está escribiendo en su cuaderno, levanta la cabeza y pregunta: "¿Por qué hay que escribir cada parte de la investigación una vez realizada?"
3. Veinte minutos antes del final de la clase la portavoz de un grupo se levanta y dice: "Ya hemos acabado la investigación, ¿qué tenemos que hacer ahora?"

Propón un listado de cosas que podrías decir o hacer ante esos incidentes.

Se podrían hacer o decir cosas del tipo:

1. Científicas y científicos trabajan mejor en equipo, por lo que la colaboración es una actitud importante para aprender ciencias. El trabajo práctico necesita más de una persona para comprobar los resultados y controlar los procedimientos. Además, muchas manos aligeran el trabajo.

Con esta actividad se pretendería transmitir la idea de que la ciencia es una actividad cooperativa y la cooperación entre iguales es conveniente para comprobar y realizar el trabajo.

2. La ciencia es una actividad en la que se necesita registrar y apuntar todo lo que se hace para que tanto tu, como el resto, podáis comprobar si el trabajo se ha llevado a cabo correctamente.

Con todo esto se está transmitiendo la idea de que la ciencia es una actividad en la que todo se debe registrar meticulosamente para que el trabajo resulte fidedigno y válido.

3. ¿Tenéis seguridad de que habéis agotado todo lo que se tenía que investigar?
¿Habéis revisado y comprobado vuestros resultados?

No sabemos si tus respuestas habrán coincidido con las consideradas racionales por Nott y Wellington, pero el grado de proximidad hacia las mismas podría ser un indicador para la evaluación, además puede ser útil para que reflexiones sobre cómo actuarías ante situaciones como las planteadas en los incidentes críticos.

A.3.21. Lectura de alguno de los artículos reseñados con (*) y con (**) en la bibliografía y elaboración de síntesis y reflexión.

La bibliografía recomendada al alumnado está en la biblioteca del Centro, sin embargo en este tema, debido al elevado número de artículos y lecturas diferentes recomendadas al alumnado se suministran dos copias de cada artículo para facilitar la elección y la reproducción del mismo.

A.3.22. ¿Qué crees que has aprendido en este tema? ¿Se han cumplido tus expectativas? Revisa el programa-guía utilizado ¿Suprimirías alguna actividad? ¿Has echado en falta algunos aspectos, actividades,...? Sugerencias de cambio para el futuro.

ANEXO 1

A.3.3. ORGANIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS EN PRUEBAS DE DETECCIÓN DE IDEAS (Datos cualitativos)

Existen distintas formas de organizar los datos obtenidos en las pruebas abiertas de detección de ideas:

- Tablas, matrices
- Redes sistémicas (*net works*)
- Diagramas
- Mapas conceptuales
- V de Gowin

Un buen sistema de organización:

- Ha de permitir la entrada de todos los datos sin prejuzgar si son útiles o no. (Debe haber poca proporción de respuestas no codificadas)
- La forma de presentarlos debe:
 - Facilitar la visualización
 - Despertar el interés
 - Dar ideas
- Siempre que sea posible no ha de condicionar la categorización de los datos.

Las redes sistémicas

Una técnica muy útil para analizar respuestas a cuestionarios abiertos es la elaboración de "redes sistémicas" ("Network"). Tal y como exponen Neus Sanmartí y Jaume Jorba (1994) las "redes sistémicas" constituyen una propuesta metodológica (Bliss, Monk y Ogborn, 1983) para analizar datos cualitativos a partir de cuestionarios abiertos, entrevistas y/o observaciones en el aula. Este método y la terminología que se usa, derivan de la lingüística sistémica. *"La lingüística sistémica está interesada en la descripción y representación del significado de los recursos semánticos del lenguaje"*. Es por esta razón por lo que se considera que este sistema podría ser útil para averiguar qué entendemos de las respuestas a una entrevista o cuestionario abierto.

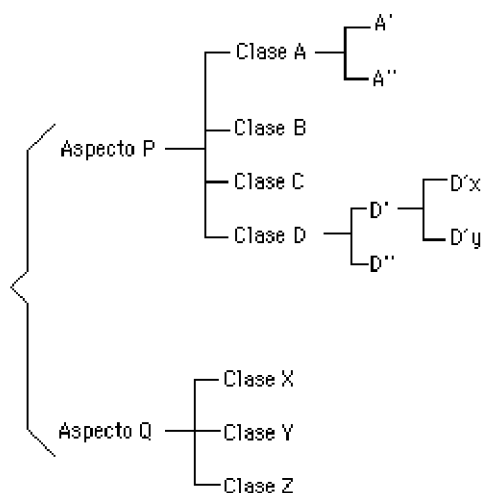
Las "redes sistémicas" son estructuras que muestran la dependencia y la independencia entre las ideas, sentimientos, valores,... que se expresan. Cada configuración posible es sólo una de las muchas que se pueden establecer. Estas configuraciones son interpretaciones que la persona que las estructura hace de lo que se dice o está escrito. Para enlazar lo que se dice o escribe con la "red sistémica" se proponen (Bliss, Monk y Ogborn, 1983) unas reglas que permiten establecer un lenguaje gráfico común entre las personas que utilizan esta metodología.

En general, se inicia la construcción de una red sistémica cuando se leen los textos que se quieren organizar, ya sean respuestas a cuestionarios, entrevistas, diarios de clase, etc. Si hay un número elevado de protocolos, se empieza por una muestra de ellos escogida al azar. Unas veces, de la lectura misma se deducen aspectos sobre los que puede ser significativo organizar los datos. En otros casos, estos aspectos se escogen previamente en función de otros estudios sobre las ideas del alumnado, sobre características de los conceptos o los procedimientos estudiados, sobre historia de la ciencia, etc. A menudo, los aspectos relevantes no se acaban de definir hasta el tercer o

cuarto intento de organizar los datos. Para cada aspecto, se organizan diferentes categorías o clases. El conjunto forma un "sistema".

Los términos se agrupan mediante barras formadas por una línea vertical que relaciona la categoría principal (que se sitúa a la izquierda) con las subcategorías (que se sitúan a la derecha). El aumento de detalle se representa mediante una serie de opciones interrelacionadas en un "árbol" de izquierda a derecha. En la figura 1 se reproduce una estructura posible de las redes sistémicas:

Figura 1



Construcción de redes sistémicas

1. Se leen los datos o una muestra de ellos.
2. Se escogen *aspectos* alrededor de los cuales se organizarán los datos (*aspecto P*, *aspecto Q*, etc.). Los aspectos se recogen bajo el signo: {
3. Se establecen *clases* para cada aspecto teniendo en cuenta, palabras, ideas, sentimientos, ... (*clase A*, *clase B*, *clase C*,...). Las clases se recogen bajo el signo: [
4. Para cada clase se pueden establecer *subclases* (*A'*, *B'*, *C'*, ...).
5. Si una misma respuesta puede estar clasificada en más de un aspecto o clase se utiliza el signo: O>

No deben quedar más del 10% de respuestas sin codificar; si ocurre esto es que la forma de clasificación no sirve, hay que cambiarla y establecer nuevas categorías.

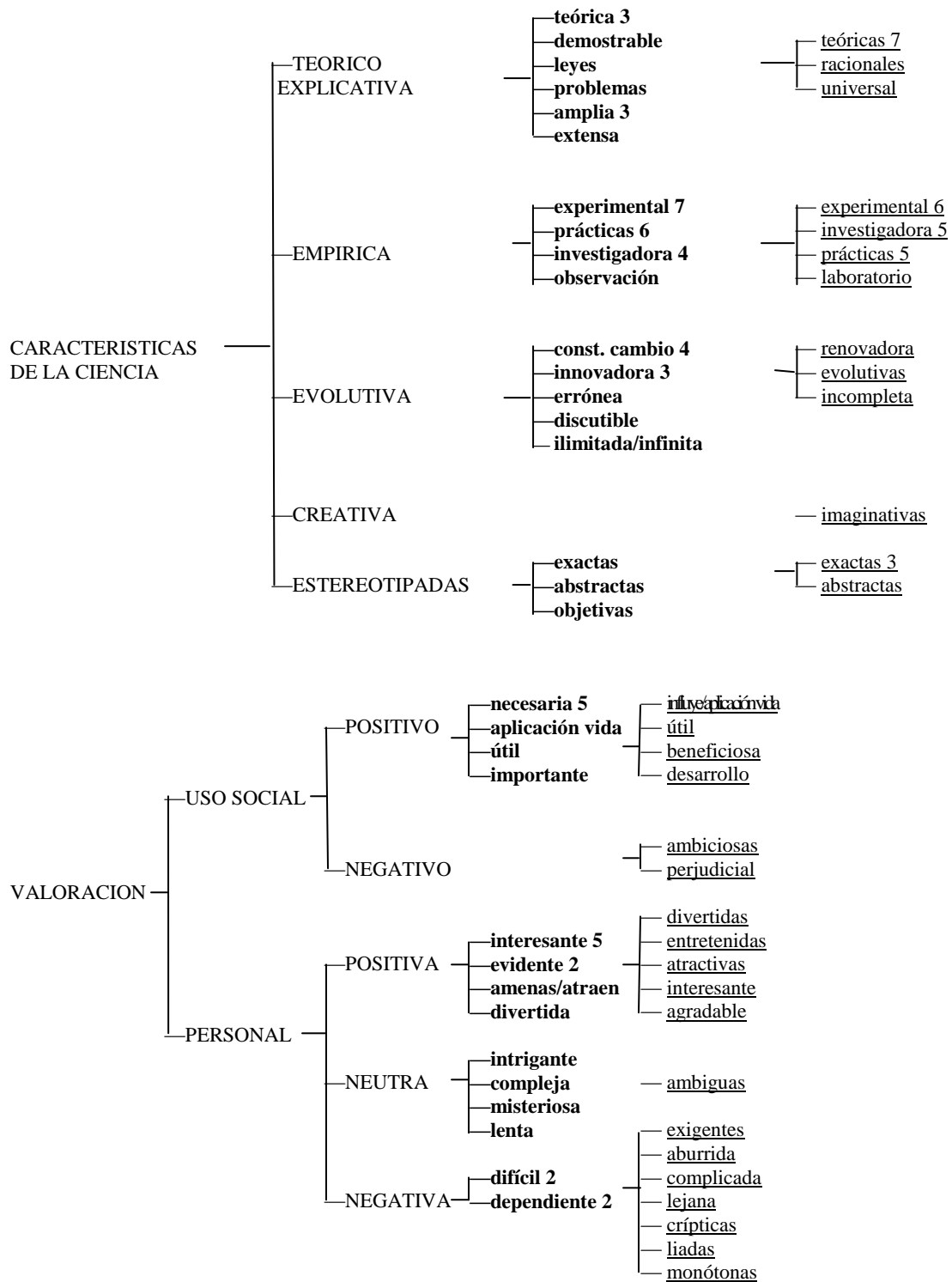
Los aspectos que se escojan deben ser significativos, no se debe utilizar la calificación de correcto o incorrecto.

En primer lugar se hace un intento de construcción de la red con una parte pequeña del total de los datos y luego se trata de introducir en ella todos los datos. Puede que haya que añadir alguna clase nueva.

Fuente: Bliss J. y Ogborn, J. (1979). The analysis of qualitative data. *European Journal of Science education* 1(3), 427-440.

ANEXO 2

RED SISTÉMICA 1. PREGUNTA 1: *Escribe cinco palabras que expresen cómo es para ti la ciencia*
 ALUMNADO 2º Y 3º DE MAGISTERIO
 Nº personas = 36 **Mujeres 21** Hombres 15
 Respuestas =122 **Respuestas mujeres=68** Respuestas hombres 54



RED SISTÉMICA 2. PREGUNTA 1: *Escribe cinco palabras que expresen cómo es para ti la ciencia*

ALUMNADO C.A.P. (Física y Química)

Nº personas = 19

Mujeres 11

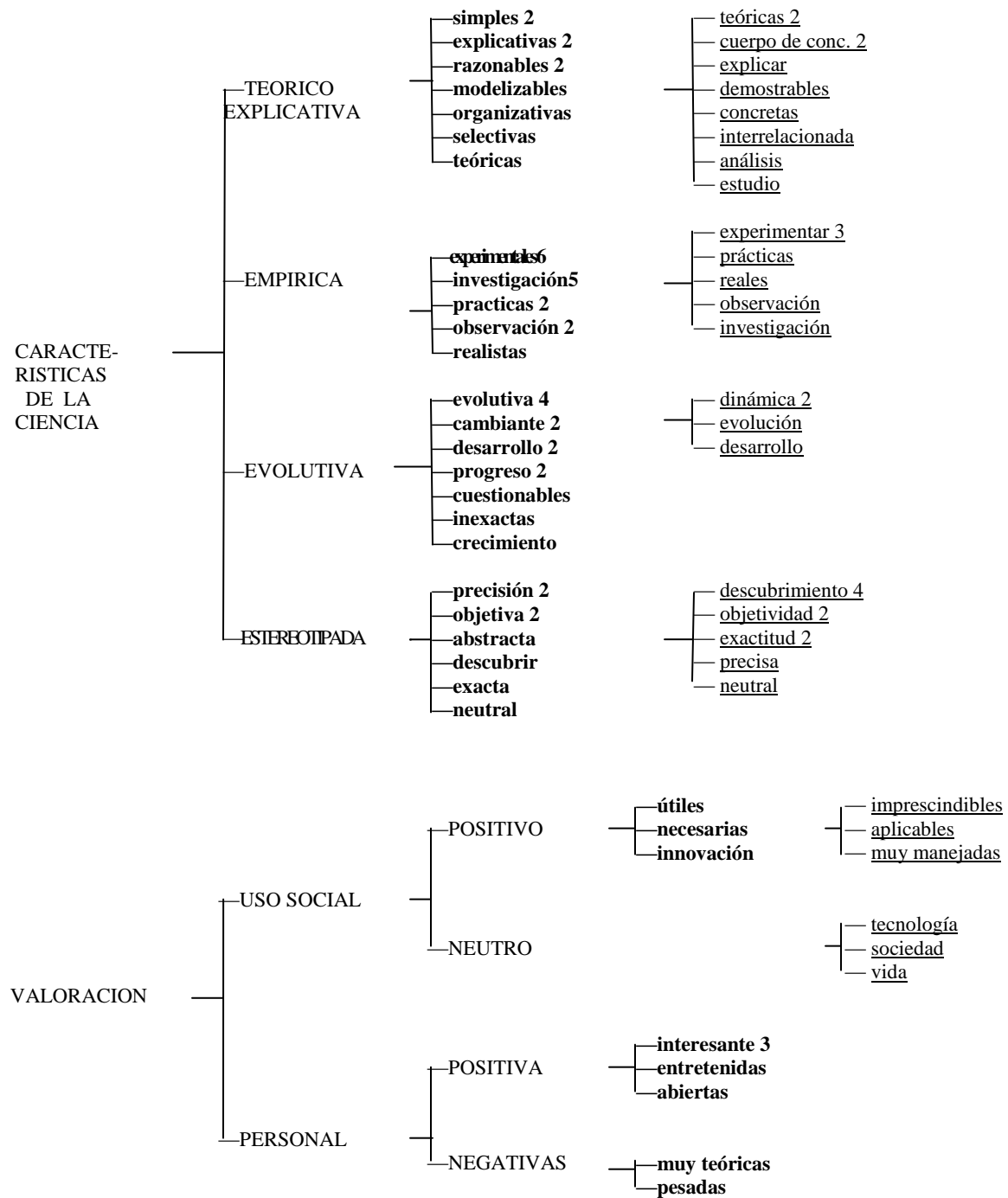
Hombres 8

Respuestas = 94

Respuestas mujeres 57

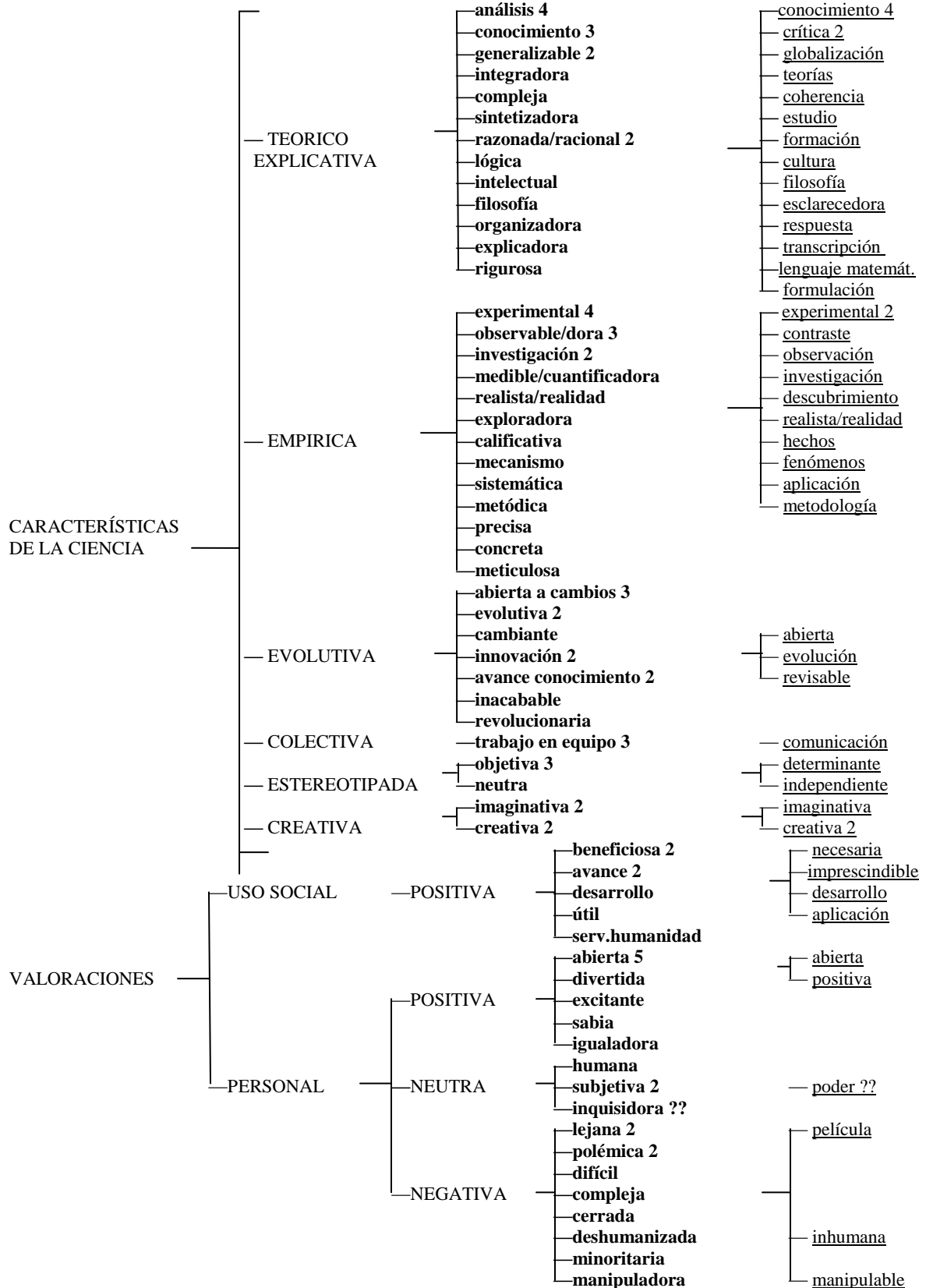
Respuestas hombres

37



RED 3. PREGUNTA 1 *Escribe cinco palabras que expresen cómo es para ti la ciencia.*
PROFESORADO EN EJERCICIO

Nº personas = 28 **Mujeres 19** **Hombres 9** Nº Respuestas = 139 **Resp. mujeres 92** **Resp. hombres 47**



ANEXO 3

A.3. 5. Tu perfil sobre la naturaleza de la ciencia

Lee cada frase y valórala entre +5 y -5. (+5) manifestaría tu "TOTAL ACUERDO", y (-5) tu "TOTAL DESACUERDO" con ella. Una puntuación 0 expresaría una opinión "EQUILIBRADA" (Ignora por el momento las iniciales que aparecen entre paréntesis)

1. Los resultados que cada estudiante obtiene en sus experimentos son tan válidos como los de cualquier otra persona. (RP)
2. La ciencia es esencialmente una construcción masculina. (CD)
3. La comunidad científica acuerda cuáles son, y cuáles no son, hechos científicos. (CD, RP)
4. El objeto de la actividad científica es revelar la realidad. (IR)
5. Antes de realizar un experimento, una científica o un científico no tiene ninguna idea sobre su resultado.(ID)
1. 6 La investigación científica está condicionada económica y políticamente.(CD)
2. La educación científica debería centrarse más en el aprendizaje de procesos científicos que en el de hechos científicos. (PC)
3. Los procesos de la ciencia son independientes de cualquier consideración moral o ética. (CD)
4. Lo más valioso de la educación científica es lo que nos queda después de habernos olvidado de los hechos científicos.(PC)
5. Una teoría científica sólo es válida si funciona.(IR)
6. La ciencia se desarrolla sacando conclusiones generalizables (que después se convierten en teorías) a partir de los datos disponibles. (ID)
7. Hay teorías científicas verdaderas. (RP, IR)
8. Las emociones humanas no intervienen en la creación del conocimiento científico. (CD)
9. Las teorías científicas describen un mundo externo real, que es independiente de la percepción humana. (RP, IR)
10. Antes de que alguien que se inicia en tareas de investigación pueda producir sus propios descubrimientos necesita una sólida instrucción en los hechos y conocimientos científicos acumulados. (PC)
11. Si las teorías científicas han cambiado a lo largo del tiempo es simplemente porque han mejorado las técnicas experimentales. (RP, CD)
12. El "método científico" puede ser transferido de una persona a otra. (PC)
13. En la práctica, la elección entre teorías en competencia se realiza exclusivamente a partir de los resultados experimentales.(CD, RP)
14. Las teorías científicas, más que inferencias a partir de resultados experimentales son el producto de la imaginación y de la intuición. (ID)
15. El conocimiento científico es superior a cualquier otro tipo de conocimiento. (RP)
16. Ciertos fenómenos físicos del universo nunca podrán ser explicados por la ciencia. (RP, IR)
17. El conocimiento científico es moralmente neutro y sólo la aplicación del conocimiento está determinada éticamente. (CD)
18. Las observaciones y experimentos científicos están determinados por las teorías vigentes.(ID)
19. La ciencia se caracteriza fundamentalmente por los métodos y procesos que utiliza. (PC)

INSTRUCCIONES PARA LA CODIFICACION DEL CUESTIONARIO

RP

FRASE N°	1	3	21	12	14	16	18	20	TOTAL
PUNTUACION	-	-	-	+	+	+	+	+	=

ID

FRASE N°	5	11	19	23	TOTAL
PUNTUACION	-	-	+	+	

CD

FRASE N°	2	3	6	8	13	16	18	22	TOTAL
PUNTUACION	-	-	-	-	+	+	+	+	=

PC

FRASE N°	7	9	17	24	15	TOTAL
PUNTUACION	-	-	-	-	+	=

IR

FRASE N°	10	21	4	12	14	TOTAL
PUNTUACION	-	+	+	+	+	=

REPRESENTACION DE TU PERFIL

Transfiere cada puntuación total obtenida en cada tabla a los ejes que se representan a continuación. Uniendo los 5 puntos obtendrás tu perfil actual.

RELATIVISMO

POSITIVISMO

-40 -36 -32 -28 -24 -20 -16 -12 -8 -4 RP 4 8 12 16 20 24 28 32 36 40

INDUCTIVISTA

DEDUCTIVISTA

-20 -18 -16 -14 -12 -10 -8 -6 -4 -2 ID 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

CONCEPCION
CONTEXTUALIZADA

CONCEPCION
DESCONTEXTUALIZADA

-40 -36 -32 -28 -24 -20 -16 -12 -8 -4 CD 4 8 12 16 20 24 28 32 36 40

PROCESO

CONTENIDO

-25 -24 -22 -20 -18 -16 -14 -12 -10 -8 -6 -4 -2 PC 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 25

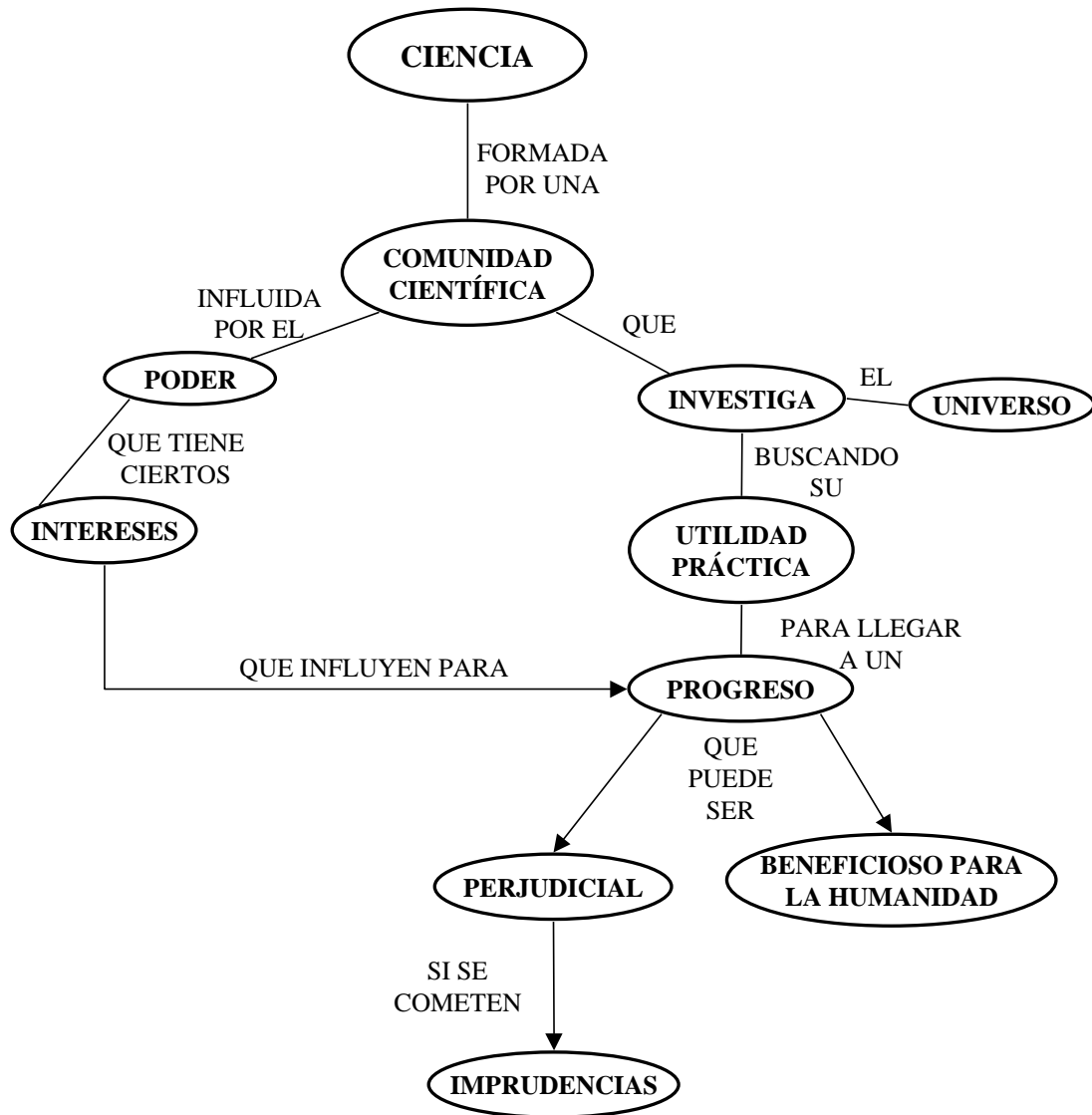
INSTRUMENTALISMO

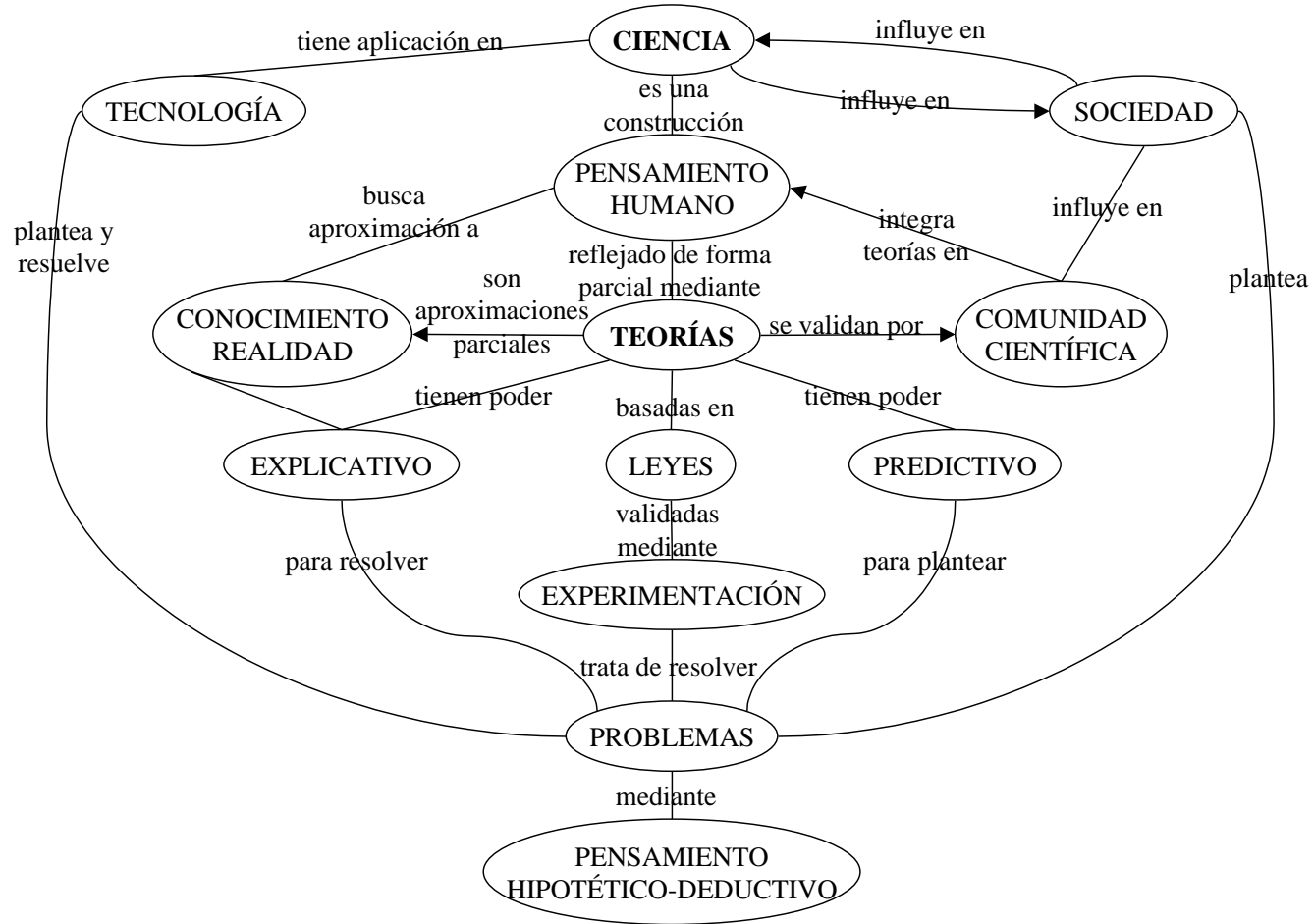
REALISMO

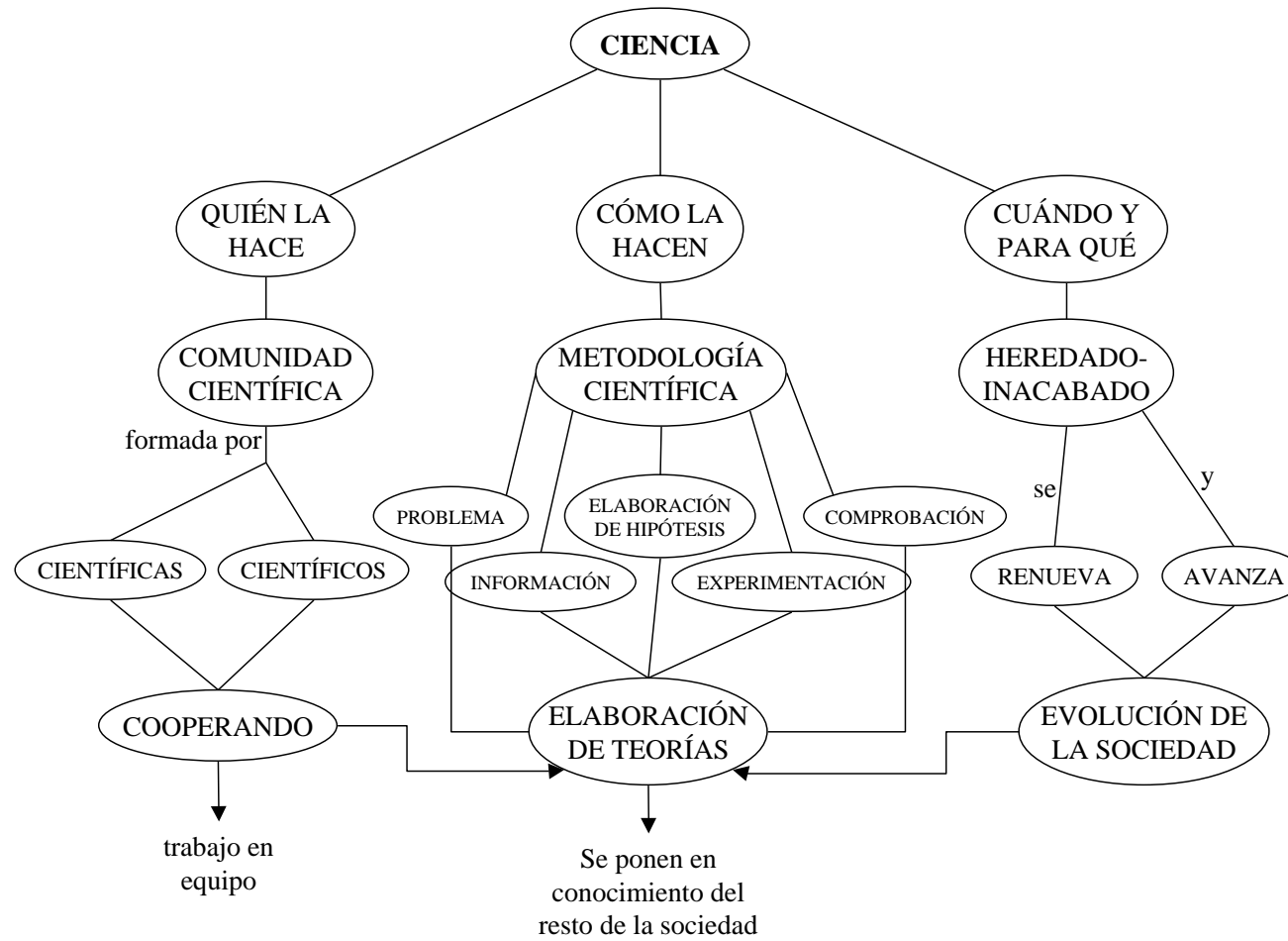
-25 -24 -22 -20 -18 -16 -14 -12 -10 -8 -6 -4 -2 IR 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 25

ANEXO 4

A.3.14. Mapas conceptuales sobre la ciencia elaborados por estudiantes en cursos anteriores

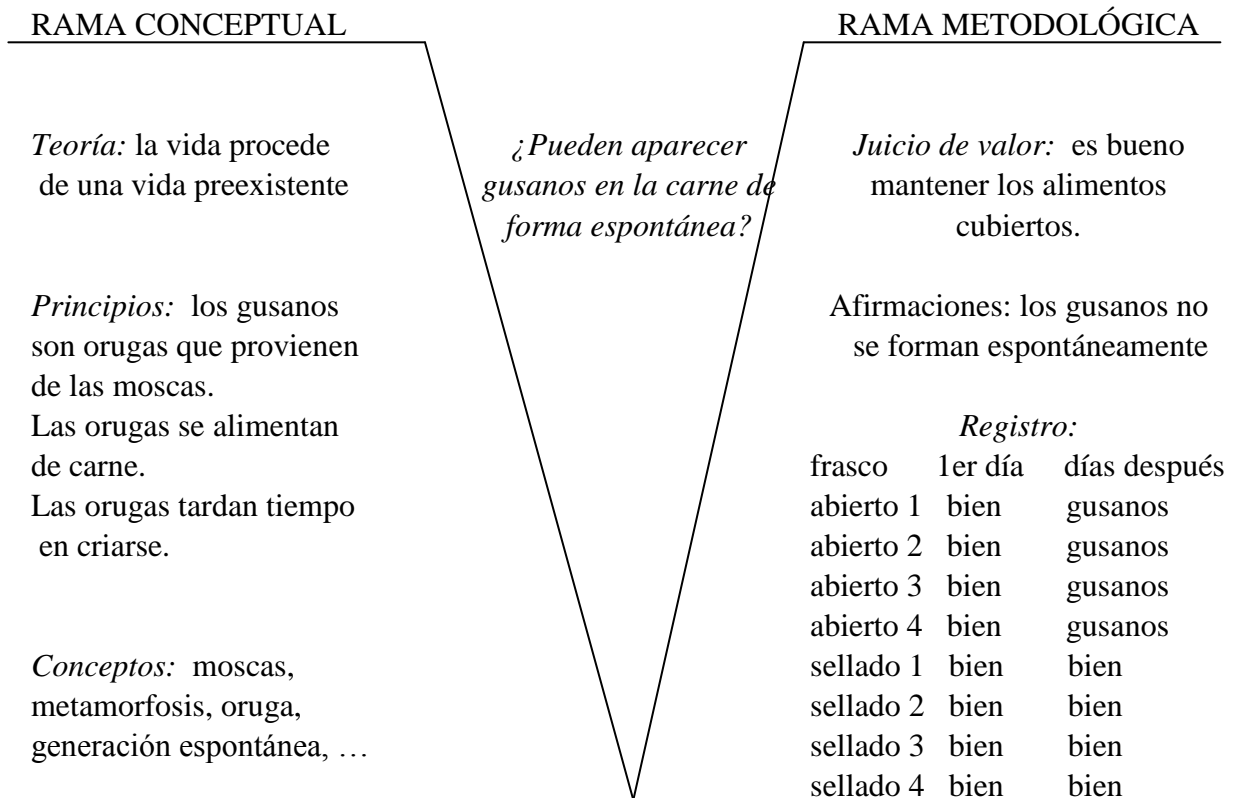






ANEXO 5

A.3.17 V de Gowin sobre: ¿Pueden aparecer gusanos en la carne de forma espontánea? (Geli, 1995)



Acontecimiento: ocho frascos, preparados con carne y expuestos a las moscas: cuatro abiertos y cuatro sellados.