



RIDAA
Repositorio Institucional
Digital de Acceso Abierto de la
Universidad Nacional de Quilmes



Universidad
Nacional
de Quilmes

Pujalte, Alejandro Patricio

Las imágenes de ciencia del profesorado : de la imagen discursiva a la enactiva



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 2.5
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/>

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

Cita recomendada:

Pujalte, A. P. (2019). Las imágenes de ciencia del profesorado: de la imagen discursiva a la enactiva. (Tesis de doctorado). Bernal, Argentina : Universidad Nacional de Quilmes. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes
<http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/986>

Puede encontrar éste y otros documentos en: <https://ridaa.unq.edu.ar>

Pujalte, Alejandro Patricio, Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto,
Diciembre de 2014, 228 pp.,
<http://ridaa.unq.edu.ar>,
Universidad Nacional de Quilmes, Secretaría de Posgrado,
Doctorado en Ciencias Sociales y Humanas

Las imágenes de ciencia del profesorado: de la imagen discursiva a la enactiva

TESIS DOCTORAL

Alejandro Patricio Pujalte

alejandropujalte@gmail.com

Resumen

El objetivo general de esta investigación es contribuir a caracterizar las imágenes de ciencia del profesorado en función de determinar los aspectos de las mismas que se constituyen como obstáculos para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales y reflexionar acerca de las intervenciones didácticas que promuevan una mejora de dichas imágenes y por tanto la calidad de la educación científica.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE QUILMES

**LAS IMÁGENES DE CIENCIA
DEL PROFESORADO:
DE LA IMAGEN DISCURSIVA A LA ENACTIVA**

**Tesis presentada para optar al título de Doctor de la Universidad
Nacional de Quilmes, Mención Ciencias Sociales y Humanas**

Alejandro Patricio Pujalte

Directora: Dra. Silvia Porro

Codirector: Dr. Agustín Adúriz-Bravo

Bernal, 21 de agosto de 2014

DEDICATORIAS

A Paquita y Antonio, que me hicieron lo que soy. A mi hermano Micky. Siempre están y estarán en mi corazón.

A mi hermano Juan Carlos y toda su familia.

A Olga, por todo el cariño, el apoyo y el aguante en esta veintena de años.

AGRADECIMIENTOS

A la directora de esta tesis, la Dra. Silvia Porro, por su calidad académica excepcional y por su calidad humana extraordinaria, por haber sido tan generosa y haberme guiado por los caminos de la investigación.

A su codirector, mi amigo, el Dr. Agustín Adúriz-Bravo, un tipo brillante y una persona increíble, por haber creído en mí y haberse constituido en mi mentor. Como supo decir Leonardo González Galli: “Agustín: Este Frankenstein se activó en tu tormenta”.

A Mariví Plaza, mi entrañable Mariví, por todo lo que hemos charlado sobre las tesis, los amores y la vida. Y por lo muchísimo que nos queremos.

A mi amiga Andrea Revel Chion, por su gran cariño que es mutuo, por sus consejos académicos y de los otros. Y por estar siempre. Siempre.

A Leonardo González Galli, mi amigo, por su lucidez y su claridad para hacer comprensibles las cosas más difíciles. Por su genialidad y su sentido del humor. Y a pesar de su lucha infructuosa en contra de mi ‘alambiquez’ y ‘amorrallamiento’.

A la inefable Leonor Bonan. Por su amistad y su eterna disposición para colaborar en la lectura crítica de los borradores de esta tesis y por sus consejos tan lúcidos.

A Laura Peresan. Por ser mi amiga y una de las personas más generosas que he conocido.

A Elsa Meinardi, por haberme abierto las puertas del CeFIEC y de su grupo de investigación.

A Estela Zayne, por despertar en mí el interés y la pasión por la educación.

A mis compañeras y compañeros del GIECIEN, en especial a Cecilia Acevedo, Mirian Almirón, Claudia Arango y Bruno Ferreira, y a mis colegas del GEHyD en particular y del CeFIEC en general: Lydía Galagovsky, Lorena Inzillo, Inés Rodríguez Vida, Micaela Kohen, Natalia Ospina, Rafael Amador, Yéfrin Ariza y Ana Couló. A todos/as gracias por el apoyo y los intercambios.

A las autoridades de la Universidad CAECE, especialmente a la Dra. Ana María Rozzi de Bergel, por permitirme realizar allí parte del trabajo de campo de esta tesis.

A las profesoras y profesores de la Licenciatura en Enseñanza de la Biología de la Universidad CAECE que participaron en esta investigación.

A Mercè Izquierdo, Neus Sanmartí y Mariona Espinet, por sus orientaciones durante la estancia académica en la UAB.

A Ana Rivero García, Emilio Solís Ramírez y Antonio García Carmona, por los intercambios que tuvimos en la Universidad de Sevilla a propósito de la tesis.

INSTANCIAS DE COMUNICACIÓN DE RESULTADOS PARCIALES DE ESTA TESIS

1. Publicaciones en revistas

Pujalte, A., Adúriz-Bravo, A., y Porro, S. (2014) De la imagen de ciencia declarativa a la de la práctica en el aula: Las imágenes del profesorado entre la visión democrática y la deficitaria. *Revista Uni-Pluri/versidad*, 14 (2), 111-117. ISSN 1657-4249

Pujalte, A., Adúriz-Bravo, A., y Porro, S. Científicas y científicos ¿fuera del laboratorio? Las representaciones de estudiantes y docentes como insumo para pensar la educación ambiental escolar. *Revista Jaradia* (en edición)

Pujalte, A., Bonan, L., Porro, S. y Adúriz-Bravo, A. (2014) Las imágenes inadecuadas de ciencia y de científico y sus vínculos con la enseñanza científica: estado del arte y cuestiones pendientes. *Revista Ciência & Educação*, 20 (3), p.535-548.

Pujalte, A. y Adúriz-Bravo, A. (2013). El “hombre artificial” en las artes: Un insumo para la discusión en la biología escolar. *Boletín Biológica*. Año 7, N° 29, pp. 5-11. Disponible en:

[http://www.boletinbiologica.com.ar/pdfs/N29/pujalte\(aportes29\).pdf](http://www.boletinbiologica.com.ar/pdfs/N29/pujalte(aportes29).pdf)

Pujalte, A. (2013). Llevando la naturaleza de la ciencia a las aulas de primaria. *Quehacer educativo*. Abril 2013. 40-49.

Pujalte, A., Gangui, A., y Adúriz-Bravo, A. (2012). “La ciencia en los cuentos”: análisis de las imágenes de científico en literatura juvenil de ficción. *Ciencia Ergo Sum*, 19(3), 261-270.

Pujalte, A., Porro, S. y Adúriz-Bravo, A. (2011) Las imágenes de ciencia del profesorado: Su relación con una educación científica de calidad para todas y todos. *Tecné, Episteme y Didaxis*, Número extraordinario. Segundo semestre de 2011: 410-415. (ISSN 0121-3814). Indexada.

Amador Rodríguez, R., Pujalte, A. y Adúriz-Bravo, A. (2011) Representaciones de un grupo de profesores sobre la naturaleza de la ciencia: un estudio desde el “posmodernismo” y las "visiones contemporáneas" en epistemología. *Tecné, Episteme y Didaxis*, Número extraordinario. Segundo semestre de 2011: 1020-1025. (ISSN 0121-3814). Indexada.

Pujalte, A. y Porro, S. (2009). Concepciones y actitudes del profesorado de ciencias acerca de la ciencia y la enseñanza y su relación con el logro de una educación científica para todas y todos. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 181-184. ISSN 0212-4521.

2. Presentaciones en congresos publicadas en actas y proceedings

Pujalte, A., Adúriz-Bravo, A., y Porro, S. (2014) De la imagen de ciencia declarativa a la de la práctica en el aula: Las imágenes del profesorado entre la visión democrática y la deficitaria. *IV Seminario Iberoamericano CTS, VIII Seminario CTS*. Bogotá, 15-17 de julio de 2014. (ISSN 1657-4249)

Pujalte, A., Adúriz-Bravo, A. y Porro, S. (2013) Las imágenes de ciencia del profesorado: De la imagen “discursiva” a la imagen “enactiva”. *IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*. Girona, 9-12 de septiembre de 2013. (ISSN 0212-4521) pp. 2847-2852.

Pujalte, A., Porro, S. y Adúriz-Bravo, A. (2012) “Yo no sirvo para esto” La desidentificación con la ciencia de un grupo de estudiantes de secundaria: Perspectivas de análisis y propuestas superadoras. *X Jornadas Nacionales V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología: Entretejiendo la enseñanza de la Biología en una urdimbre emancipadora -ADBiA- Asociación de Docentes de Biología de la Argentina-*. 11, 12 y 13 de octubre. Villa Giardino. Córdoba. Argentina. (ISBN 978-987-21701-7-2)

Pujalte, A., González, M., Pittaro, A. y Adúriz-Bravo, A. (2012) Las imágenes del “científico de campo”: Implicaciones para la educación ambiental escolar. *X Jornadas Nacionales V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología: Entretejiendo la enseñanza de la Biología en una urdimbre emancipadora -ADBiA- Asociación de Docentes de Biología de la Argentina-*. 11, 12 y 13 de octubre. Villa Giardino. Córdoba. Argentina. (ISBN 978-987-21701-7-2)

Aduriz-Bravo, A., Amador, R., Inzillo, L., Peresan, L., Plaza, M.V., Pujalte, A. and Lombardi, O. (2011) Teachers’ conceptions about science: A perspective from realism. *11th International IHPST and 6th Greek History, Philosophy and Science Teaching Joint Conference. Science & Culture: Promise, Challenge and Demand*. 1-5 July 2011, Thessaloniki, Greece. (ISBN 978-960-458-325-6)

Amador Rodríguez, R.Y., Pujalte, A. y Adúriz-Bravo, A. (2011). Representaciones sobre la naturaleza de la ciencia en el profesorado de ciencias: Un análisis desde el “posmodernismo” y las “visiones contemporáneas” en epistemología, en *Avances en educación en ciencia y tecnología: Enfoques y estrategias: Año 2011*, 68-74. [CD-ROM.] San Fernando del Valle de Catamarca: UNCa. (ISBN: 978-950-746-197-2.)

Pujalte, A., Gesuele, C., Márquez, M. y Adúriz-Bravo, A. (2011). ¿Qué nos imaginamos al pensar en la gente que se dedica a la ciencia?: Implicaciones para una educación científica escolar de calidad para todas y todos, en *Avances en educación en ciencia y tecnología: Enfoques y estrategias: Año 2011*, 352-354. [CD-ROM.] San Fernando del Valle de Catamarca: UNCa. (ISBN: 978-950-746-197-2.)

Pujalte, A., Bonan, L., Porro, S. y Adúriz – Bravo, A. (2010) Las imágenes inadecuadas de ciencia y de científico y sus vínculos con la enseñanza científica: Estado del arte y cuestiones pendientes. *IX Jornadas Nacionales y IV Congreso Internacional de*

Enseñanza de la Biología. Tucumán, 7 al 10 de Octubre de 2010. San Miguel de Tucumán. Tucumán. Argentina. (ISBN 978-987-21701-7-2)

3. Conferencias y charlas

“Las intervenciones experimentales en la enseñanza de la Biología: ¿qué imágenes de ciencia solemos promover?” Jornada sobre Diseño Curricular y Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Secundaria Obligatoria, organizadas por el ISFD N° 36. José C. Paz, Buenos Aires. 11 de junio de 2013

“Científicos en la literatura, el cine y la tv: Génesis y desarrollo de un estereotipo ‘poco feliz’ para la educación científica”. Tercer Congreso Internacional de Educación en Ciencia y Tecnología y Quinto Congreso de Educación en Ciencia y Tecnología. San Fernando del Valle de Catamarca, del 3 al 7 de junio de 2013..

“La intervención experimental en la enseñanza de las ciencias naturales: ¿qué imagen de ciencia solemos transmitir en el laboratorio? Análisis de las prácticas usuales y propuestas superadoras”. Tercer Congreso Internacional de Educación en Ciencia y Tecnología y Quinto Congreso de Educación en Ciencia y Tecnología. San Fernando del Valle de Catamarca, del 3 al 7 de junio de 2013.

“Qué nos imaginamos al pensar en la gente que se dedica a la ciencia? Implicaciones para la educación científica de calidad para todas y todos.” Conferencia en el marco de las “II Jornadas de Educación Superior”, organizadas por el Instituto Superior de Formación Docente y Técnica N° 148 “Rafael Hernández”, Pehuajó, 8 de septiembre de 2011.

“Las imágenes de ciencia y las imágenes de científico: Contribuciones a una educación científica de calidad para todos y todas. *Primer Congreso Internacional de Educación en Ciencia y Tecnología*, San Fernando del Valle de Catamarca, del 2 al 5 de junio de 2009.

4. Otras presentaciones en jornadas y congresos de la especialidad

Pujalte, A., Porro, S. y Adúriz – Bravo, A. (2013) Las imágenes de ciencia del profesorado: de la imagen “discursiva” a la imagen “de la práctica en el aula”. 3ª *Jornada de Becarios y Tesistas 2013*. Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Quilmes, 6 de noviembre de 2013.

Campos, E., Vázquez Vargas, D. y Pujalte, A. (2013) La historia de la ciencia como herramienta para el logro de una educación científica de calidad: diferentes enfoques que promueven diferentes imágenes. Tercer Congreso Internacional de Educación en Ciencia y Tecnología y Quinto Congreso de Educación en Ciencia y Tecnología. San Fernando del Valle de Catamarca, del 3 al 7 de junio de 2013.

Pujalte, A., Porro, S. y Adúriz – Bravo, A. (2012) Las imágenes del profesorado sobre la ciencia y sobre su enseñanza: de la imagen discursiva a la imagen de la práctica en el

aula. *2ª Jornada de Becarios y Tesistas 2012*. Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Quilmes, 17 de octubre de 2012.

Pujalte, A., Porro, S. y Adúriz – Bravo, A. (2012) Las imágenes del profesorado sobre la ciencia y sobre su enseñanza: de la imagen discursiva a la imagen enactiva. *2ª Conferencia Latinoamericana del International History, Philosophy, and Science Teaching Group*. Mendoza, Argentina, 3 al 6 de octubre de 2012.

Pujalte, A., Gangui, A. y Adúriz-Bravo, A. (2012) El estereotipo de la imagen del científico en las producciones literarias de estudiantes de escuela secundaria: consideraciones acerca de su génesis y de sus implicancias para la educación científica. *2ª Conferencia Latinoamericana del International History, Philosophy, and Science Teaching Group*. Mendoza, Argentina, 3 al 6 de octubre de 2012.

Pujalte, A., Porro, S. y Adúriz – Bravo, A. (2011) Las imágenes de ciencia del profesorado: Su relación con una educación científica de calidad para todas y todos. *II Encuentro de Estudiantes de Doctorado en Didáctica, Epistemología e Historia de las Ciencias Naturales y la Matemática*. Instituto de Investigaciones CeFIEC, FCEN – UBA, 15 de noviembre de 2011.

Pujalte, A., Adúriz – Bravo, A. y Porro, S. (2011). Concepciones y actitudes del profesorado de ciencias acerca de la ciencia y la enseñanza y su relación con el logro de una educación científica para todas y todos. *I Jornadas Interdisciplinarias de la Universidad de Buenos Aires sobre Marginaciones Sociales “ Universidad y políticas públicas: el desafío de las marginaciones sociales*. Programa Interdisciplinario de la Universidad de Buenos Aires sobre Marginaciones Sociales (PIUBAMAS), 3, 4 y 5 de noviembre de 2011.

Pujalte, A., Porro, S. y Adúriz-Bravo, A. (2010) Las imágenes de ciencia y de científico: Hacia una educación científica de calidad para todos y todas. *1ª Conferencia Latinoamericana del Grupo Internacional de Historia, Filosofía, y Enseñanza de las Ciencias (1ª IHPST-LA)*, Maresias, Sao Paulo, Brasil, del 19 al 21 de agosto de 2010.

Adúriz-Bravo, A., Gangui, A. y Pujalte, A. (2010) “La Ciencia en los Cuentos”: Análisis de las imágenes de científico en literatura juvenil de ficción. *1ª Conferencia Latinoamericana del Grupo Internacional de Historia, Filosofía, y Enseñanza de las Ciencias (1ª IHPST-LA)*, Maresias, Sao Paulo, Brasil, del 19 al 21 de agosto de 2010.

INDICE

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES, PLANTEO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS.....	1
1.1. LAS IMÁGENES DE CIENCIA Y DE CIENTÍFICO COMO OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.2. LAS IMÁGENES DE CIENCIA Y DE CIENTÍFICO DESDE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES: LA NATURALEZA DE LA CIENCIA.....	3
1.2.1. LA INDAGACIÓN DE LAS IMÁGENES DE CIENCIA Y CIENTÍFICO EN EL ESTUDIANTADO: EL DIBUJO DEL CIENTÍFICO.....	5
1.2.1.1. La génesis del estereotipo del científico.....	11
1.2.2. LAS IMÁGENES DE CIENCIA DEL PROFESORADO.....	13
1.3. PLANTEO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.3.1. La hipótesis de trabajo.....	16
1.3.2. Objetivos	17
1.4. PUNTOS DE PARTIDA DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. INTRODUCCIÓN.....	19
2.2. LA NATURALEZA DE LA CIENCIA.....	19
2.2.1. La naturaleza de la ciencia como componente curricular emergente a ser enseñado y como línea de investigación en didáctica de las ciencias naturales.....	20
2.2.2. La imagen de ciencia del profesorado: Coincidencias y discrepancias.....	30
2.2.3. La otra cara de la moneda: Qué es lo que debería saber el profesorado acerca de la naturaleza de la ciencia.....	32

2.2.3.1. La integración de las metaciencias a la formación del profesorado: a. “El enfoque curricular”.....	35
2.2.3.2. La integración de las metaciencias a la formación del profesorado: b. “El enfoque metacognitivo en la integración de las metaciencias a la formación del profesorado”.....	37
2.2.4. Un análisis de las imágenes de ciencia del profesorado desde una perspectiva basada en modelos.....	40
2.3. LAS PERSPECTIVAS CULTURALES EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EN RELACIÓN CON LA ENSEÑANZA A ESTUDIANTES DE CONTEXTOS DESFAVORECIDOS.....	44
2.3.1. LA PROFECÍA AUTOCUMPLIDA Y LA TEORÍA DEL ETIQUETADO....	46
2.4. COMPRENSIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA: EL MODELO DE DÉFICIT...	47
CAPÍTULO 3: CUESTIONES METODOLÓGICAS.....	50
3.1. LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN.....	51
3.2. EL PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO EN ESTA INVESTIGACIÓN....	53
3.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS INSTANCIAS METODOLÓGICAS PUESTAS EN JUEGO EN ESTA INVESTIGACIÓN.....	56
3.3.1. ACERCA DE LA POBLACIÓN ORIGINAL.....	56
3.3.2. LAS FASES DE LA INDAGACIÓN.....	56
3.3.2.1. LA PRIMERA FASE.....	57
3.3.2.2. LA SEGUNDA FASE.....	74
3.3.2.3. LA TERCERA FASE.....	78
CAPÍTULO 4. RESULTADOS: PRESENTACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE LOS ANÁLISIS.....	80

4. 1. CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN DE DOCENTES ORIGINAL...	80
4.1.1. El perfil de imagen de ciencia discursivo/declarativo de la población de docentes original.....	80
4.1.2. La postura declarativa de la población de docentes original frente a la enseñanza de las ciencias y las finalidades de la educación científica para estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos.....	88
4. 2. CARACTERIZACIÓN DE LAS Y LOS DOCENTES SELECCIONADOS/AS PARA PROFUNDIZAR EL ANÁLISIS: LA IMAGEN DE CIENCIA DECLARATIVA.....	92
4.2.1. El perfil de imagen de ciencia discursivo/declarativo de los/as docentes seleccionados/as.....	92
4.2.2. La postura declarativa de los/as docentes seleccionados/as frente a la enseñanza de las ciencias y las finalidades de la educación científica para estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos.....	98
4. 3. PROFUNDIZANDO EL ANÁLISIS: LA IMAGEN DE CIENCIA DECLARATIVA QUE SURGE DE LAS ENTREVISTAS.....	101
4.3.1. Las percepciones de las y los docentes acerca de la naturaleza de la ciencia, desde los campos teóricos estructurantes de la epistemología.....	101
4.4. LA IMAGEN DEFICITARIA / ASISTENCIALISTA EN LAS ENTREVISTAS A LAS Y LOS DOCENTES SELECCIONADAS/OS.....	105
4.5. LA IMAGEN DEFICITARIA / ASISTENCIALISTA EN LAS CLASES DE LAS Y LOS DOCENTES SELECCIONADAS/OS.....	112
CAPÍTULO 5. RESULTADOS: INTERPRETACIÓN.....	119
5. 1. CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN DE DOCENTES ORIGINAL..	119
5.1.1. EL PERFIL DE IMAGEN DE CIENCIA DISCURSIVO/DECLARATIVO DE LA POBLACIÓN DE DOCENTES ORIGINAL.....	119

5.1.2. La postura declarativa de la población de docentes original frente a la enseñanza de las ciencias y las finalidades de la educación científica para estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos.....	121
5. 2. CARACTERIZACIÓN DE LAS Y LOS DOCENTES SELECCIONADAS/OS PARA PROFUNDIZAR EL ANÁLISIS: LA IMAGEN DE CIENCIA DECLARATIVA.....	124
5.2.1. LOS PERFILES DE IMAGEN DE CIENCIA DECLARATIVA.....	124
5.2.1.1. EL CASO DE LA PROFESORA ADELA.....	124
5.2.1.2. EL CASO DE LA PROFESORA BELÉN.....	130
5.2.1.3. EL CASO DEL PROFESOR CARLOS.....	135
5.2.1.4. EL CASO DEL PROFESOR IGNACIO.....	141
5.2.1.5. EL CASO DE LA PROFESORA INÉS.....	145
5.2.1.6. EL CASO DE LA PROFESORA VIVIANA.....	151
5. 3. LA IMAGEN DE CIENCIA ENACTIVA DE LAS Y LOS DOCENTES SELECCIONADAS/OS.....	160
5.3.1. EL CASO DE LA PROFESORA ADELA.....	160
5.3.2. EL CASO DE LA PROFESORA BELÉN.....	161
5.3.3. EL CASO DEL PROFESOR CARLOS.....	162
5.3.4. EL CASO DEL PROFESOR IGNACIO.....	163
5.3.5. EL CASO DE LA PROFESORA INÉS.....	165
5.3.6. EL CASO DE LA PROFESORA VIVIANA.....	166
5.4. LA IMAGEN DE CIENCIA ENACTIVA DE LAS Y LOS DOCENTES SELECCIONADAS/OS: ALGUNAS RELACIONES.....	166
CAPÍTULO 6: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	168

6.1. INTRODUCCIÓN.....	168
6.2. COINCIDENCIAS Y DISCREPANCIAS CON ALGUNAS AFIRMACIONES SOBRE LAS INDAGACIONES DE LAS IMÁGENES DE CIENCIA.....	169
6.3. ACERCA DE LA IMAGEN DE CIENCIA ENACTIVA.....	172
6.3.1. UNA PRIMERA APROXIMACIÓN: LO QUE SURGE DE LAS ENTREVISTAS.....	172
6.3.2. LA IMAGEN DE CIENCIA ENACTIVA PROPIAMENTE DICHA Y LAS CONDICIONES CONTEXTUALES.....	173
6. 4. DERIVACIONES PARA LA INTERVENCIÓN DIDÁCTICA Y PARA LA INVESTIGACIÓN.....	177
BIBLIOGRAFÍA.....	179
ANEXO 1.....	195
ANEXO 2.....	201

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES, PLANTEO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS

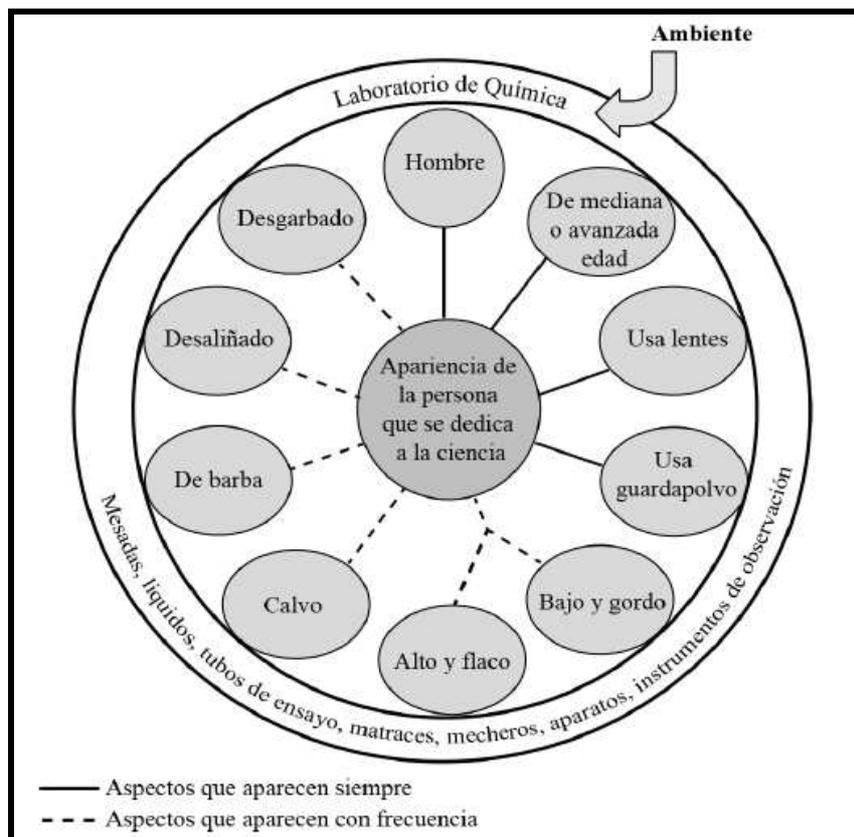
1.1. LAS IMÁGENES DE CIENCIA Y DE CIENTÍFICO COMO OBJETO DE INVESTIGACIÓN

Si bien la palabra ‘imagen’ es polisémica, hay un sentido por el cual se la usa en diferentes campos disciplinares y es el que hace referencia a la idea de representación, prioritariamente visual, que acude a la mente de los sujetos cuando son llevados a pensar en algo concreto. Cassirer (1971) señala que los seres humanos vamos representándonos la realidad en imágenes a partir de las múltiples relaciones establecidas con el mundo. Y a propósito de estas imágenes a las que Cassirer alude, hay una expresión acuñada en la Gestalt, que es la *pregnancia*. Esta es una cualidad que serviría para caracterizar el grado de impacto que una imagen tiene sobre el observador a partir de características que la hacen fácilmente memorable. Según Chacón y Sánchez - Ruiz (2009), la *pregnancia* es un mecanismo que permite reducir ambigüedades o distorsiones, buscando la forma más simple o la más constante, en pos de alcanzar unidades significativas o *figuras*. De alguna manera, este carácter sintetizador de la imagen en términos gestálticos puede encontrarse también en la noción de *imaginario social*, entendido como construcción de representaciones desde las cuales se da sentido al mundo, muchas veces, con un “desplazamiento de sentido, en el que unos símbolos ya disponibles están investidos con otras significaciones que las suyas “normales” o canónicas [...] [S]e da por supuesto que lo imaginario se separa de lo real” (Castoriadis, 1993: 219). Este es el carácter por el que se ha utilizado el término imagen cuando desde diferentes campos disciplinares se quiere aludir a lo que la gente piensa o cree acerca de la ciencia y acerca de las personas que se dedican a la actividad científica. De tal manera, indagar estas imágenes ha sido una preocupación original tanto de la Sociología de la Ciencia en varias de sus ramas (Collins y Pinch, 1996) como de los Estudios Sociales sobre la Ciencia y la Tecnología, particularmente en lo que se refiere a la línea de investigación en torno a la Comprensión Pública de la Ciencia (Ryan et al., 1992; Bauer y Schoon, 1993, Locke, 1999) centrada en dilucidar las razones de la brecha existente entre ciencia y sociedad. Un estudio pionero en lo que a percepción pública de la ciencia se refiere es el de Robert Davis de 1957 (Davis, 1958, citado en Cortassa, 2012: 19), se trató de una encuesta de nivel nacional en EE.UU para la NASW (National Association of Science Writers) que incluía entre sus dimensiones de análisis

a las imágenes y predisposición hacia la profesión científica. A partir de allí se comienza a concluir que “la ignorancia científica de la sociedad no sólo es notoria sino que está asociada con actitudes negativas y de desinterés hacia la ciencia” (Cortassa, op.cit.: 20)

En el mismo año que se llevó a cabo el estudio de referencia, Margaret Mead y Rhoda Metraux publicaron otro sondeo (Mead y Metraux, 1957) sobre una muestra de 35.000 estudiantes de secundaria estadounidenses, a partir de preguntarles qué pensaban acerca de la ciencia y cómo veían a los científicos. A continuación se muestran algunos aspectos que surgen de esa investigación:

Figura 1: Aspectos recurrentes respecto de la apariencia de las personas que se dedican a la actividad científica y de las características del ambiente donde suelen trabajar, según la indagación de Mead y Metraux (1957).



(Fuente: Pujalte, Gangui y Adúriz-Bravo, 2012b: 262)

Figura 2: Aspectos positivos y negativos de la imagen de las personas que se dedican a la ciencia, según la indagación de Mead y Metraux (1957).



(Fuente: Pujalte, Gangui y Adúriz-Bravo, 2012b: 263)

1.2. LAS IMÁGENES DE CIENCIA Y DE CIENTÍFICO DESDE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES: LA NATURALEZA DE LA CIENCIA

Las indagaciones en torno a la imagen “folk” o popular de científico se enmarcan en la línea de investigación en didáctica de las ciencias denominada *naturaleza de la ciencia* (NOS, por su sigla en inglés), que en los últimos veinte años viene examinando las ideas acerca de la ciencia tanto en estudiantado como en profesorado de ciencias (Adúriz-Bravo, 2005a).

En realidad, el interés de la línea NOS en explorar estas imágenes surge de su principal preocupación: la alfabetización científica de calidad para todos y todas a partir de la reflexión curricular que plantea la necesidad de que la población no sólo deba saber ciencias sino saber *sobre* ciencias. Esto es, que además de adquirir los contenidos científicos, la ciudadanía pueda responderse las preguntas acerca de qué es la ciencia, cómo cambia en el tiempo y cómo se relaciona con la sociedad y la cultura (Adúriz-Bravo, 2009). Esto implica una incorporación de contenidos que impliquen una reflexión crítica, de carácter metadiscursivo, sobre las ciencias naturales:

[Estos contenidos] de alguna forma se desprenden de las *metaciencias* (epistemología, historia y sociología de la ciencia) y pretenden generar en los ciudadanos y ciudadanas *imágenes de ciencia* más ajustadas a lo que actualmente se sabe sobre el conocimiento y la actividad científicas. (Adúriz-Bravo, 2005a:2; cursivas en el original).

Lo que muestran los estudios exploratorios es que en general las poblaciones estudiadas no cuentan con visiones adecuadas de la naturaleza de la ciencia. Mucho se ha escrito acerca de la importancia de la incorporación de las metaciencias a la educación científica. Driver, Leach, Millar y Scott (1996) proponen ciertos argumentos o razones a la hora de defender la inclusión de Naturaleza de la Ciencia en la enseñanza de las ciencias:

1. *La razón utilitaria*: Para dar sentido a la ciencia y para poder manejarse con los objetos y los procesos tecnológicos.
2. *La razón democrática*: Para la toma de decisiones informada en las cuestiones sociocientíficas.
3. *La razón cultural*: Para apreciar el valor de la ciencia como parte de la cultura contemporánea.
4. *La razón moral*: Ayuda a desarrollar la comprensión de las normas de la comunidad científica que involucran compromisos morales de valor universal para la sociedad.
5. *El aprendizaje de las ciencias*: Comprender la naturaleza de la ciencia facilita el aprendizaje de los contenidos de las asignaturas científicas.

Siguiendo a Lederman (2006) se puede decir que la investigación en la línea NOS se ha centrado progresivamente en los siguientes focos de atención:

1. concepciones de las y los estudiantes acerca de la naturaleza de la ciencia,
2. currículo encaminado a mejorar las ideas de las/los estudiantes acerca de la naturaleza de la ciencia,
3. concepciones de las y los profesores acerca de la naturaleza de la ciencia,
4. propuestas para la mejora de las concepciones del profesorado, y
5. la relativa eficacia de diversas prácticas instruccionales.

Llegados a este punto, Lederman se atreve a realizar algunas generalizaciones a la luz de los numerosos estudios realizados a la fecha:

1. Las y los estudiantes de secundaria no suelen tener “adecuadas” concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia
2. Las y los profesores de secundaria no suelen tener “adecuadas” concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia
3. Se aprenden mejor las concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia mediante la enseñanza explícita y reflexiva antes que implícitamente a través de experiencias donde simplemente “se hace” ciencia.
4. Las concepciones de las y los profesores acerca de la naturaleza de la ciencia no se trasladan automáticamente y necesariamente a la práctica de aula.
5. El profesorado no considera a la naturaleza de la ciencia como un objetivo de enseñanza de igual estatus con respecto a los “tradicionales” objetivos de las asignaturas científicas.

A continuación nos centraremos en las discusiones acerca de las indagaciones de las imágenes de ciencia y de científico en el estudiantado y en el profesorado.

1.2.1. LA INDAGACIÓN DE LAS IMÁGENES DE CIENCIA Y CIENTÍFICO EN EL ESTUDIANTADO: EL DIBUJO DEL CIENTÍFICO

Después del trabajo fundacional de Mead y Metraux, muchas otras investigaciones vinieron a abonar aquellas conclusiones tan categóricas acerca de la imagen que las y los jóvenes tienen sobre los científicos (Beardslee y O’Dowd, 1961; Brush, 1979). Es en esa línea que se inaugura una perspectiva de indagación especialmente fructífera: los dibujos. Cuando se les pregunta a estudiantes cómo es que se imaginan a una persona que hace ciencia y se les pide que la dibujen en su ambiente de trabajo en un día típico, los resultados suelen ser muy similares con independencia de la edad, el género, el nivel sociocultural, el país de procedencia y otras variables de contexto. En la mayoría de los casos, los y las estudiantes dibujan científicos varones, con lentes y guardapolvo, a menudo calvos o con el pelo revuelto, trabajando solos en un lugar que suele ser un laboratorio, con características semejantes a las de un laboratorio de química escolar. La primera sistematización de este estilo de indagación vino de la mano de David Chambers (1983) quien de la mano de su DAST (*Draw a Scientist Test*) relevó los dibujos de 4807 niños y niñas de entre cinco y once años de edad, en Estados Unidos y

Canadá por un período de once años (1966-1977). Las numerosas indagaciones realizadas en este sentido a nivel mundial muestran una recurrencia a estos clisés en diferentes niveles educativos y en distintas culturas (Parsons, 1997; Maoldomhnaigh y Hunt, 1988; Rätty y Snellman, 1997; Brosnan, 1999; Song y Kim, 1999; She, 1998)

Es frecuente que estas indagaciones, que solicitan el dibujo de un científico, estén también acompañadas de preguntas que apuntan a que los y las estudiantes expliciten por escrito algunas de sus características. Las descripciones que se obtienen por este medio también suelen ser muy coincidentes: este científico típico es distraído, absorbido por su trabajo, con poca vida social, ocupado en cosas que sólo él puede entender, sin familia o amigos, sin otros intereses o motivaciones.

Todos estos rasgos hasta aquí señalados, y algunos otros, corresponden a un estereotipo. A manera de hipótesis de trabajo, podemos afirmar que esa imagen de científico que se plasma en los dibujos es un *epifenómeno* de una particular imagen de ciencia, en el sentido de que la gente personifica y pone en el estereotipo de científico que dibuja sus propias concepciones acerca de la actividad científica (Adúriz-Bravo, en Stekolschik, 2008).

El estereotipo del científico sigue incólume, con características muy similares a las que Mead y Metraux describieran hace casi sesenta años y no constituye un modelo al cual la mayoría de las y los estudiantes quieran adherir. “Mientras que la mayoría de la gente expresa respeto y admiración por los científicos, el estereotipo dominante desalienta a quienes no se identifican con él cuando se piensan a sí mismos como científicos” (Leslie-Pelecky et al., 2005). De hecho, la desidentificación que las y los estudiantes asocian con ese tipo de ciencia que subyace en sus dibujos y caracterizaciones pasa en la mayoría de los casos por no considerarse aptas y aptos para comprender y disfrutar la ciencia que se les enseña (Pujalte, Porro y Adúriz-Bravo, 2012).

Muchos estudios han revelado la temprana formación de esta imagen; la evidencia muestra que ya a los seis o siete años las niñas y los niños producen estas representaciones (Newton y Newton, 1998). Una de las cuestiones más abordadas en estos análisis es la percepción de género en los dibujos, notándose una amplia recurrencia al científico varón. Sin embargo, existen matices: Se ha señalado que a edades tempranas suele haber una representación del propio género, y, por una cuestión madurativa, las niñas suelen hacer dibujos más fácilmente reconocibles como

pertenecientes al género femenino que en el caso de los niños, donde a veces esa distinción no se hace sencilla. Los varones, en general, tienden a encasillar más al científico dentro del estereotipo (Losh et al., 2008).

Cabe destacar los proyectos de envergadura internacional abocados a indagar qué es lo que sucede con estas percepciones y actitudes de las alumnas y los alumnos al atravesar las fronteras: Uno de ellos ha sido el “SAS Study”, dirigido por Svein Sjøberg, de la Universidad de Oslo (Sjøberg, 2000). En este estudio las niñas, y los niños de los países en vías de desarrollo presentaron una visión sobre la ciencia y la tecnología mucho más positiva que la de aquellas y aquellos de los países ricos. Mientras que en estos últimos países, los niños (principalmente varones) representaban al científico como una persona cruel y loca, en los países en vías de desarrollo los consideraban ídolos y héroes. Se señala que en los países desarrollados existe un problema con la imagen pública de la ciencia y una creciente preocupación por la baja de la matrícula en las carreras relacionadas con la ciencia y la tecnología. Al preguntarse acerca de esta suerte de contradicción -dado que estos niños y jóvenes viven en sociedades basadas en el conocimiento científico y tecnológico-, sostienen una explicación posible: Que se trata del resultado de una baja comprensión pública de la ciencia, atribuible a una enseñanza de mala calidad, como también de una mala imagen reflejada en los medios. A nivel nacional, las indagaciones de la imagen de ciencia y de científico constituyen una línea de investigación fecunda en los últimos diez años del Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias Naturales (GEHyD) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (Adúriz-Bravo, en Stekolschik, 2008).

Entre los materiales publicados que surgen de la investigación de la imagen de científico de las niñas y los niños, se destaca el libro “El Científic dibuixat” (El científico dibujado) (Escalas Tramullas et al., 2009). Se trata de una selección de los 250 dibujos que realizaron más de 300 niñas y niños catalanes, entre 6 y 18 años, como participantes del concurso "Dibuja un científico" en el marco del proyecto Discover the Researchers' Facets que promueve la Comisión Europea. En este concurso, se pedía a los participantes que dibujaran un científico o una científica, sin especificar nada más, a fin de condicionar lo menos posible el resultado. El contenido de los dibujos fue analizado por un grupo de expertos coordinado por la Dra. M. Teresa Escalas del Observatorio de la Difusión de la Ciencia (ODC) de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) y por David Segarra, del portal Investigación en Acción de la Agencia

de Gestión de Ayudas Universitarias y de Investigación (AGAUR), con la colaboración de las investigadoras Juanita Zorrilla y Aida Homs. El equipo utilizó el DAST como metodología de análisis. La publicación se constituye como “un libro para pensar, descubrir y dibujar” ya que incluye propuestas que buscan que el lector reflexione sobre su propia imagen de científico, a través de varias actividades, y con una propuesta final que incorpora un test para estimar qué tan estereotipada es la imagen.

Respecto del DAST y su aplicación, han habido reformulaciones, algunas de ellas a partir de ciertas críticas. Tal es el caso del trabajo llevado adelante por Manzoli et al (2006), donde se señalan algunas consideraciones respecto de este test en los siguientes sentidos: a) que no revela cómo y de dónde se construye el estereotipo, b) que da una imagen estática, no permite que el estudiante dé detalles de la ciencia como proceso, y c) que no queda del todo claro si es que el DAST mide los estereotipos de las y los estudiantes o bien sucede que los dibujan así para hacerlos reconocibles como tales por quienes le demandan el dibujo, más allá de que ésa sea su “verdadera” imagen de científico (una apreciación de ese estilo puede encontrarse con anterioridad en Symington y Spurling, 1990). El estudio de referencia se realizó en Italia, con niñas y niños de 8 y 9 años, donde además de pedirles el dibujo se les solicitó que inventaran una historia que tuviera al científico como uno de sus protagonistas (otros investigadores en el tema también han echado mano de este recurso; véase Reis y Galvão, 2006, 2007; Reis, Rodrigues y Santos, 2006). A partir de los resultados, los autores concluyen que, por un lado las representaciones que las niñas y los niños manifiestan van más allá del estereotipo, que en realidad lo usan como “esqueleto” sobre el cual vuelcan aspectos que tienen más que ver con lo que captan de los medios, y por otro, que revelan sorprendentes niveles de conciencia acerca de los aspectos sociales, éticos y políticos de la actividad científica y de los métodos y prácticas de los científicos. En otras ocasiones, se ha procedido a analizar materiales literarios de ficción con temática científica producidos por jóvenes estudiantes: es el caso del abordaje hecho sobre los relatos que forman parte de “La ciencia en los cuentos”, un certamen literario dirigido a estudiantes de los últimos años de la escuela secundaria¹. Si bien no se contó con la posibilidad de entrevistar a los autores de los relatos, este corpus cuenta con elementos a favor, “en el sentido de que quienes escribieron los cuentos lo hicieron

¹ Bases del concurso “La ciencia en los cuentos”, disponibles en: <http://cms.iafe.uba.ar/gangui/difusion/concurso/>

más que nada motivados por un interés genuino de participar con sus producciones, y no ‘conminados a hacerlo’ para un estudio posterior, lo cual permitiría suponer en nuestro caso una mayor puesta en juego de sus propias visiones acerca de la ciencia y los científicos”. (Pujalte, Gangui y Adúriz-Bravo, 2012).

Otro trabajo relevante que surgió de la reformulación del DAST, es el resultado de la investigación que llevó adelante el Equipo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias Naturales, de la Federación Uruguaya de Magisterio, con el análisis de unos setecientos dibujos de niños y niñas, de entre cinco y diez años. En esta investigación se profundizó en primer término en la adecuación de la consigna que se les daba para realizar el dibujo, en función de no sesgar los resultados que se obtendrían y para lograr una adecuada comprensión por parte de los niños y niñas de aquello que se les estaba demandando. Además, para poder interpretar lo más cabalmente posible lo que se expresaba en los dibujos, las investigadoras los complementaron con entrevistas a cada uno de los niños y niñas participantes, lo que adquirió especial importancia en el caso de los más pequeños y pequeñas en cuanto a lo que querían expresar. Este trabajo no sólo se limitó a la etapa diagnóstica, en la que pudieron dar cuenta de la estereotipación progresiva de la imagen del científico a medida que avanza la escolaridad, sino que procuró diseñar intervenciones didácticas para la mejora de esta imagen. A posteriori de la aplicación de estas intervenciones didácticas, evaluaron los grados de mejora a través de post test. Toda la investigación está plasmada en el libro “El quehacer del científico al aula. Pistas para pensar” (Adúriz-Bravo et al., 2013).

Con todo, lo que parece quedar claro es que, si bien esta imagen estereotipada se forma tempranamente, a medida que la escolaridad avanza, los rasgos más característicos se acentúan con fuerza (Dibarboure, 2010; Pujalte, Gesuele, Márquez y Adúriz-Bravo 2011; Pujalte, Porro y Adúriz-Bravo, 2011), con el correlato correspondiente del desinterés por las asignaturas científicas por parte de las y los jóvenes y la merma consiguiente de matrícula en las carreras científicas. Esta exclusión además tiene una importante componente de género, relegando a las mujeres a un plano muy secundario. En este sentido, Jones et al. (2000) advierten que la escuela –a pesar de ser un ambiente que por lejos no está libre de prejuicios de género- debe ser el lugar donde las y los estudiantes puedan encontrar los mejores valores y actitudes acerca de la ciencia. Señalan que las profesoras y los profesores no pueden eludir la responsabilidad de presentar a la ciencia como igualmente apropiada para chicos y chicas, de pretender que

también las chicas sean capaces de utilizar las herramientas científicas con facilidad, y de lograr que tanto chicos como chicas se involucren reflexivamente en las actividades científicas. Además concluyen que continuar con el statu quo sin transformar la cultura, es condenar a las estudiantes a permanecer en los bordes de la ciencia. En esa misma línea, Mary Wyer (2003) afirma que, respecto a la persistencia y el no abandono de las carreras científicas por parte de las mujeres, existe una estrecha relación con las imágenes positivas de científicos, con las actitudes positivas respecto de la igualdad de género y con las experiencias positivas en las aulas de ciencias. La amplia instalación de los estereotipos que de alguna manera prescriben qué grupos pueden acceder y tener éxito en el ámbito del conocimiento científico, resultan, como señalábamos anteriormente, en una desidentificación por parte de los grupos aludidos respecto de la ciencia, que ya dan por sentada su falta de habilidad para ello. Esto es particularmente notorio en el caso de las minorías étnicas y de las mujeres, como bien señala Steele (2007).

Habida cuenta de la situación relatada, muchos trabajos de investigación han sido desarrollados con el objetivo de evaluar el impacto de intervenciones específicas que buscan operar sobre la imagen de científico de las y los estudiantes, para procurar una imagen de ciencia mucho más inclusora. La mayoría de ellos coincide en que las intervenciones son tanto más efectivas cuanto más temprano se hagan, esto es, en los primeros años de la escolaridad primaria, cuando las niñas y los niños tienen las primeras aproximaciones formales a los contenidos científicos. Por ejemplo, Bodzin y Gehringer (2001) estudiaron el efecto de involucrar a científicas y científicos en las secuencias didácticas destinadas a enseñar ciencia a chicas y chicos de escuela primaria. Mediante el uso de pretest y postest pudieron evidenciar en los dibujos cambios significativos en los aspectos más recurrentes del estereotipo del científico. Los autores afirman además que esa no es la única forma de llevar los científicos al aula, sino que existen diversas formas de hacerlo, como por ejemplo a través del correo electrónico, las conferencias virtuales, etc., como también la oportunidad de hacer visitas a los laboratorios y lugares de trabajo.

Cakmacki et al. (2011) sostienen asimismo que tanto los resultados de la investigación empírica sobre la imagen de científico de los estudiantes como también los estudios teórico-analíticos acerca de la naturaleza del conocimiento, el pensamiento, el aprendizaje y la enseñanza, pueden usarse para diseñar actividades de enseñanza

destinadas a mejorar las ideas de las y los estudiantes acerca de la ciencia y los científicos. Coinciden en señalar que en general estas estrategias no son lo suficientemente utilizadas o bien se aplican muy tarde.

1.2.1.1. La génesis del estereotipo del científico²

Volviendo a los dibujos, resulta muy significativo que las características que presentan sean tan parecidas, atravesando fronteras, etnias, diferencias etarias, de género y de nivel educativo. De hecho, no solo las y los estudiantes hacen este tipo de dibujo, sino que el público en general representa al científico en forma similar, inclusive los profesores y profesoras de ciencias repiten ese clisé. Generalmente se aduce que esta imagen del científico con guardapolvo blanco, lentes y pelo revuelto está presente fuertemente en los medios y de allí que sea el referente obligado al que la gente recurre. Es así que tanto los cómics (Gallego Torres, 2007) los dibujos animados (Vilchez-González y Palacios, 2006) como el cine (Weingart, 2007; Weingart et al., 2003; Moreno Lupiáñez, 2003; Guerra Retamosa, 2004) y la TV (Long y Steinke, 1996; Steinke et al., 2008; Long et al., 2010) han recreado y recrean científicos similares, dotados de una cierta dosis de locura y ambición. Si tomamos esta hipótesis como válida, cabe preguntarse entonces de dónde han tomado los *mass media* esta figura tan emblemática. Para tratar de responder a esta pregunta nos remontaremos a los alquimistas. Si bien estos personajes ya son reconocibles en la Edad Antigua y en diversas partes del mundo, es en el alquimista del Medioevo europeo donde se van a marcar aquellos aspectos herméticos y mágicos que se perpetuarán en el estereotipo del científico. La alquimia se prefiguraba en ese entonces como la promesa de fabulosas riquezas y longevidad: la piedra filosofal permitiría a quien la hallara transmutar metales en oro, y el elixir de la juventud acabaría con la amenaza de la enfermedad y de la muerte (Eliade, 1983). Los alquimistas persistieron hasta muy avanzado el Renacimiento, aún hasta la Modernidad (Vickers, 1984). Los practicantes de la alquimia solían trabajar ocultos en lugares secretos, como los sótanos de los castillos, casi siempre en horas de la noche. Moviéndose siempre en la zona gris entre lo natural y lo sobrenatural, utilizaban un lenguaje oscuro, plagado de símbolos, como forma de preservar sus conocimientos. La literatura de ficción del siglo XIX se ha encargado de

² Este apartado está basado en el siguiente artículo: Pujalte, A., Gangui, A., & Adúriz-Bravo, A. (2012). La ciencia en los cuentos: análisis de las imágenes de científico en la literatura juvenil de ficción. *Ciencia Ergo Sum*, 19(3), 261-270.

retomar las particularidades de estos protocientíficos (Haynes, (2003). El Fausto de Goethe y el Frankenstein de Mary Shelley son ejemplos de cómo se conjugan las fuerzas naturales y las fuerzas místicas en pos de una obsesión: ser como dioses, jugar a la inmortalidad, a la creación de vida. Resulta especialmente sugerente la explicación que propone Joachim Schummer (2006) acerca de por qué (o para qué) se muestra en la literatura del siglo XIX esta imagen. Según este autor, se crea como una respuesta literaria a la emergencia de la nueva química, que se erige como el prototipo de las ciencias experimentales vistas como una seria amenaza a la unicidad del conocimiento y relacionadas con el ateísmo, el materialismo, el nihilismo y con una componente adicional: la *hybris* a la que hacían referencia los griegos, esto es, desmesura y arrogancia. Es así que para resaltar los aspectos negativos y atacar las ideas iluministas de la ciencia, los escritores se habrían basado en la figura del alquimista medieval. Esta imagen del personaje encerrado, que invierte su propia vida para conseguir aquello que se propone, dejando de lado todo lo mundano, incluso su propia familia, o bien la del truhán que, prometiendo enseñar estas técnicas, esquilma a sus víctimas, despojándolas de sus bienes.

Así, Joachim Schummer afirma:

para hacer que la arrogancia fuera una acusación moralmente convincente para sus lectores, los autores del siglo xix crearon al “científico loco”. Transformado a partir del alquimista ya establecido en la literatura medieval, el científico loco combina la arrogancia con toda la perversión moral que los escritores del siglo xix podían imaginar. [...] [E]sta figura literaria ha dominado la visión pública de la ciencia desde entonces (Schummer, 2006: 125; la traducción es nuestra).

Este tipo de literatura del siglo XIX ha sido luego adaptada al cine y de tal forma ha cobrado masividad. De allí, la figura de este científico estereotípico ha pasado a formar parte de los programas de TV, los cómics, los dibujos animados e incluso la publicidad.

Asumimos que este rescate que hacen los mass media de la figura estereotípica la hace más cercana al estudiantado. Si bien por un lado la proliferación de referencias a la ciencia y a la actividad científica en los medios va en constante aumento, muchas veces dicha abundancia informativa carece de rigurosidad, apelando al sensacionalismo, exagerando hallazgos, o soslayando el carácter provisional del conocimiento científico y

el lugar para la incertidumbre, anunciando supuestas verdades reveladas, y mostrando a los científicos estereotipadamente, como magos o héroes (Schäffer, 2011).

En lo que respecta a la televisión y los dibujos animados, es indudable que la gran cantidad de tiempo que pasan los niños, niñas, adolescentes y jóvenes frente a las pantallas deja su impronta, para bien o para mal, según sea el caso. Por ejemplo, numerosas investigaciones reseñan que generalmente se presentan pocos programas donde se muestren científicas, siendo el panorama general dominado por la figura del científico varón, dotado de especial inteligencia. Cuando aparecen mujeres, lo hacen en un rol secundario o su opinión es subestimada, dando a entender que poseen menos capacidades y habilidades para la actividad científica (Long et al., 2010).

1.2.2. LAS IMÁGENES DE CIENCIA DEL PROFESORADO

Muchas investigaciones coinciden en señalar, como lo hemos indicado en párrafos anteriores, que a medida que transcurre la escolarización, las representaciones acerca de la ciencia y los científicos se hacen cada vez más estereotipadas. Y no solamente eso, sino que cada vez se hacen más parecidas a las de sus profesoras y profesores (Fung, 2002). En relación con esto, casi paralelamente con las indagaciones de las imágenes de ciencia y de científico del estudiantado, se vienen desarrollando investigaciones sobre la imagen de ciencia del profesorado. La investigación internacional la suele catalogar como visiones deformadas, imágenes distorsionadas o inadecuadas (Hodson, 1998; Chen et al., 1997; Adúriz - Bravo, 2001; Manassero y Vázquez, 2001; Gil et al, 2001; Fernández et al, 2002; Hugo y Adúriz - Bravo, 2003; Vázquez, Acevedo, Manassero y Acevedo, 2006; Demirbaş, 2009). En muchos de los trabajos a los que hicimos referencia, se afirma que estas visiones deformadas se transmiten cuando se enseña ciencia (por ejemplo en Gil et al, 2001; Fernández et al, 2002), de ahí la importancia de conocer la imagen de ciencia que traen las profesoras y los profesores de ciencias, en formación y en servicio, para poder intervenir sobre ella (Abd- El-Khalick, 2001).

Las y los investigadores suelen coincidir que esta imagen surge de una visión marcadamente empiroinductivista, que considera la ciencia como construcción ahistórica, individualista, independiente de valores, ideologías, intereses y contextos, y por tanto neutral, objetiva y sin dudas infalible y dueña de la verdad. Al mismo tiempo se muestra como una empresa elitista y exclusora, esencialmente masculina, fundada en una racionalidad científica centrada en un único método. Suele acentuarse su carácter

críptico y hermético, que sólo puede ser descifrado por verdaderos “iniciados”. En el capítulo 2 de esta tesis profundizamos y matizamos esta caracterización.

La bibliografía internacional es muy abundante en trabajos de investigación sobre las concepciones del profesorado y, en menor grado, sobre instancias de intervención que apuntan a promover una adecuada comprensión de la naturaleza de la ciencia en el profesorado³ (Acevedo Díaz, 2007a, b). En esta dirección se viene remarcando la virtual ineficacia de los cursos aislados sobre naturaleza de la ciencia apostando por la enseñanza explícita y reflexiva, vinculada con los contenidos científicos que las y los futuros docentes deberán enseñar en el aula (Buaraphan, 2009).

Como señala Adúriz-Bravo (2007: 20),

“[N]os parece central abocarnos a estudiar, desde la didáctica de las ciencias naturales, posibles formas de integrar significativamente la naturaleza de la ciencia en la formación de los profesores de ciencias para todos los niveles educativos. La naturaleza de la ciencia podría cumplir, en esta formación, al menos tres fines distintos: 1. Un fin intrínseco, por el cual ella provee a los profesores una reflexión crítica, con fundamento teórico, sobre la ciencia; 2. Un fin cultural, por el cual los profesores se apropian de un contenido valioso dentro del panorama de creaciones intelectuales humanas; y 3. Un fin instrumental, por el cual la naturaleza de la ciencia ayuda a que los profesores aprendan mejor los contenidos de ciencias y sean luego capaces de enseñarlos más significativamente.”

1.3. PLANTEO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

En el amplio panorama que hemos presentado, se abren algunos interrogantes respecto de los probables vínculos entre las concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia y las concepciones psicopedagógicas (*cómo enseñar ciencias*) y sociales (*para qué enseñar ciencias*), (Pujalte y Porro, 2009). Varios autores vienen desarrollando la idea de que existe una correlación ente las concepciones NOS que sustentan las y los docentes y sus visiones acerca de cómo se aprende ciencia y cómo se enseña (Tsai,

³ Pueden encontrarse las reseñas en español de un buen número de trabajos en la línea NOS en: http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen3/Numero_3_2/rese%F1a_2006_4.pdf y http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen4/Numero_4_1/rese%F1a_2007_1.pdf

2002; Lotter et al., 2007; Gallegos y Bonilla, 2009). Parece haber acuerdo en pensar – como sugiere Tsai– que las creencias de las profesoras y los profesores de ciencia acerca de la enseñanza, el aprendizaje y la propia ciencia, al menos, imponen ciertos efectos sobre las ‘percepciones’ respecto de la práctica de la enseñanza. Incluso el autor plantea que cambiar las creencias sobre la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia puede constituirse en un prerrequisito para lograr cambiar las concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia, o viceversa, tal sería el grado de vinculación entre unas y otras.

Por otra parte, cabe preguntarse si determinado perfil de concepciones o creencias se “activa” en determinados contextos: Según Barnett y Hodson (2001), un mismo profesor enseña de forma distinta un mismo contenido a diferentes estudiantes, dependiendo de las condiciones particulares de esos estudiantes y de la escuela. La enseñanza sería "contexto-específica" y por ello, las decisiones de los docentes en el aula están determinadas por el contexto, por las condiciones sociales y culturales específicas. Y no siempre esa adaptación al contexto se traduciría en una educación científica de calidad, principalmente cuando se trata de aquellos y aquellas estudiantes provenientes de contextos socialmente desfavorecidos (Gómez et al., 2004), que acceden a la escuela media en desventaja respecto del capital cultural que la escuela legítima (Bourdieu y Passeron, 2003) y que se orientan por modalidades no científicas.

Como se dijera en un párrafo previo, son numerosas las investigaciones que se dedican a indagar las imágenes de ciencia que porta el profesorado. Y para ello, se han diseñado una cantidad de instrumentos que apuntan en ese sentido, que varían entre sí en función de la versión de la NOS que consideran adecuada para los profesores y profesoras de ciencias. En ese panorama se pueden mencionar los siguientes cuestionarios: el *Teacher's Belief about Science-Technology-Society* (TBA-STs, Rubba y Harkness, 1993), el *Views on the Nature of Science* (VNOS, Lederman, Abd-El-Khalick, Bell y Schwartz, 2002), el *Views on Science-Technology-Society* (VOSTS, Aikenhead y Ryan, 1989, 1992; Aikenhead, Ryan y Fleming, 1989) y su versión en español, el COCTS (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001, 2003) y el *Views on Science and Education Questionnaire* (VOSE, Chen, 2006), este último que incorpora aspectos que hacen a la enseñanza de aspectos NOS. Más allá de los matices de cada uno de ellos, en general coinciden en haber relevado un estado de concepciones NOS en la mayoría de los profesores y profesoras de ciencias vinculado a posicionamientos epistemológicos tradicionales, de corte empiro-positivista, con las características que reseñábamos al

inicio de este apartado. Así y todo, las ideas del profesorado acerca de la ciencia distan de ser homogéneas, si bien mayormente suelen ser empiro-positivistas, están híbridadas con algunas nociones más contextuales, informadas generalmente desde planteos identificables con la denominada *nueva filosofía de la ciencia*, de carácter historicista.

Todos estos relevamientos mediados por los variados instrumentos que se han señalado aquí, dan como resultado lo que llamaremos la *imagen de ciencia declarativa* del profesorado, en tanto que surge cuando el profesor o profesora es interpelado/a por el investigador, generalmente a través de un cuestionario en el que el/la docente tiene que tomar partido por determinadas afirmaciones, y cuyas respuestas a las mismas permitirían encuadrarlo/a en algún posicionamiento epistemológico en particular.

El problema reside en que la *imagen de ciencia declarativa* no sólo está constituida por los posicionamientos epistemológicos de los/las docentes, sino que incluye aspectos relacionados con la enseñanza de las ciencias, con los sujetos destinatarios de esa enseñanza y con las finalidades de la educación científica en relación a esos sujetos. Que muchas veces (o casi siempre) esta *imagen de ciencia declarativa* es democrática e inclusora, en el sentido que promueve los alcances de una educación científica de calidad para todos y todas. Y que por otro lado, coexistiría en algunos profesores y profesoras una *imagen de ciencia enactiva*, esto es, la de la práctica de aula de esos/esas docentes, de carácter deficitario y asistencialista, cuando está destinada a estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos. Esta imagen contribuiría a que muchos y muchas estudiantes quedaran excluidos/as de la posibilidad de comprender y disfrutar la ciencia como parte ineludible del patrimonio cultural de la humanidad y a la vez como un requisito indispensable para la adecuada inserción de la ciudadanía en la compleja dinámica del mundo.

A partir de la caracterización del problema que nos ocupa, la pregunta que guía a esta investigación es la siguiente:

¿En qué medida el discurso democrático e inclusor de los/las docentes de ciencias se traduce en acciones coherentes en el aula?

1.3.1. La hipótesis de trabajo

- Coexistirían en algunos/as profesores/as de ciencias al menos dos imágenes de ciencia contrapuestas: una de carácter “discursivo”, democrática, y otra de carácter “enactivo”, deficitaria-asistencialista.

1.3.2. Objetivos

El objetivo general de esta investigación es contribuir a caracterizar las imágenes de ciencia del profesorado en función de determinar los aspectos de las mismas que se constituyen como obstáculos para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales y reflexionar acerca de las intervenciones didácticas que promuevan una mejora de dichas imágenes y por tanto la calidad de la educación científica.

Los objetivos específicos son:

- Indagar, caracterizar y analizar la imagen de ciencia declarativa de seis profesores y profesoras de biología.
- Indagar, caracterizar y analizar la imagen de ciencia enactiva de seis profesores y profesoras de biología.
- Discutir las intervenciones didácticas basadas en las metaciencias en procura de una mejora de la calidad educativa en los distintos niveles educativos.

1.4. PUNTOS DE PARTIDA DE LA INVESTIGACIÓN

A lo largo de la carrera docente, este investigador se ha contactado con profesores y profesoras de ciencias de escuela secundaria que, en el contexto coloquial de una sala de profesores, admitían sin mayores pruritos que la enseñanza que le dedicaban a sus estudiantes de contextos socialmente desfavorecidos se reducía a llenar ciertos baches de conocimiento mínimos, sin pretender nada más. Así algún profesor de biología declaró una vez: *“Yo lo que espero es que si a algún pibe de éstos el día de mañana le duele acá, que sepa que ahí tiene el hígado”*. Y otros/as tantos/as expresaron algo como esto: *“De los treinta que tengo acá, solamente hay cuatro que me siguen. Y yo me dedico a esos cuatro”*. O *“Si yo pudiera decidir, me quedaría con los dos o tres que les interesa aprender. Y afuera los demás. Si total, ¿para qué? ¡Si no les interesa nada, no quieren estar acá, si están es porque los obligan!”*. En los ejemplos que se acaban de mencionar subyace un problema que es el de las expectativas del profesorado hacia las y los estudiantes, y que ha sido abordado profusamente por la sociología de la

educación desde constructos tales como la teoría del etiquetado y la profecía autocumplida. Tales abordajes en su gran mayoría consiguen descripciones bastante acertadas de estas situaciones y a partir de las explicaciones que formulan pueden predecir con bastante éxito qué desempeño relativo pueden tener las y los estudiantes en función de las expectativas que sobre ellas y ellos tengan sus profesores. Pero no hay mucho escrito al respecto desde el punto de vista de intervenciones que mejoren el estado de situación. Y la problemática en sí misma empieza a tomar una dimensión considerable desde la explosión de matrícula que significó la obligatoriedad de la educación secundaria para todos y todas en la Argentina, donde por primera vez se da para muchas familias que algunos de sus miembros pueden acceder a la enseñanza media. Por supuesto que el problema está relacionado directamente con un conjunto de creencias fuertemente arraigadas en el pensamiento del profesor. Y que las mismas involucran ideología, concepciones acerca de la enseñanza y el aprendizaje, acerca del propio rol docente y acerca del sujeto que aprende. Y algo más, que de alguna manera tiñe las otras esferas que se acaban de mencionar, que es la concepción que se tiene acerca de la disciplina a enseñar, en este caso las ciencias naturales. El foco de atención está puesto entonces en desentrañar si es que algunas miradas acerca de la ciencia que sustentan los profesores y profesoras se relacionan con una suerte de discriminación de la calidad de la ciencia a enseñar en función del origen, género y contexto socioeconómico de las y los estudiantes.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan los marcos teóricos dentro de los cuales se desarrolla esta investigación. Si bien el marco de referencia es el que corresponde a la naturaleza de la ciencia, esta tesis utiliza constructos teóricos de otras líneas de investigación, provenientes tanto del seno mismo de la didáctica de las ciencias naturales, las denominadas *perspectivas culturales en la enseñanza de las ciencias*, como también de otras ajenas al ámbito de la didáctica (al menos directamente), tal es el caso de los desarrollos de lo que se da en llamar *comprensión pública de la ciencia* y aquellos originados en el seno de la sociología de la educación, específicamente en lo que hace a los estudios en relación a lo que se denomina *profecía autocumplida y teoría del etiquetado*. Con todo, es el marco teórico de la naturaleza de la ciencia el que se despliega aquí con mayor exhaustividad, por el grado de especificidad para el problema que nos ocupa y por la pertinencia que le cabe en la fundamentación de las categorías teóricas. La recurrencia a las otras líneas mencionadas se fundamenta en la medida que ofrecen puntos de vista y abordajes complementarios que ayudan a entender la complejidad de la problemática iluminando determinados aspectos. Con esta aclaración queremos reafirmar nuestro posicionamiento respecto del enfoque que se asume en esta tesis, que es de corte metacientífico y esencialmente epistemológico.

2.2. LA NATURALEZA DE LA CIENCIA

En el capítulo anterior realizamos una primera aproximación al área de investigación en didáctica de las ciencias naturales denominada *naturaleza de la ciencia*, (conocida generalmente como NOS por su sigla en inglés) en virtud de las preocupaciones iniciales de esa área en indagar las imágenes de ciencia y de científico, primero en estudiantes, luego en el profesorado de ciencias y más recientemente en científicas y científicos y público en general (Adúriz-Bravo, 2008: 117).

En este apartado daremos cuenta de la relevancia de este enfoque para el problema que nos ocupa en esta investigación, tomando un posicionamiento explícito por aquellas configuraciones de la NOS que resultan robustas para sostener argumentativamente las decisiones metodológicas.

2.2.1. La naturaleza de la ciencia como componente curricular emergente a ser enseñado y como línea de investigación en didáctica de las ciencias naturales

Como expresa Michael Matthews (1998) las preocupaciones por la comprensión de la naturaleza de la ciencia vienen desde antiguo:

“La tradición teórica [de escritos sobre la enseñanza de la naturaleza de la ciencia] incluye a los postulados de Ernst Mach a fines del siglo XIX (Mach 1886/1943), los trabajos de John Dewey en el cambio de siglo (Dewey 1910), las publicaciones de F. W. Westaway en las décadas del ‘10 y del ‘20 (Westaway 1919, 1929), los escritos de Joseph Schwab en los años ‘40 y ‘50 (Schwab 1945, 1958), los libros de Leo Klopfer y James Robinson en los ‘60 (Klopfer 1969; Robinson 1968), las publicaciones de Jim Rutherford y Michael Martin en los ‘70 (Rutherford 1972; Martin 1972), y más recientemente los trabajos de Derek Hodson, Rick Duschl, Norman Lederman, Joan Solomon, y muchos otros, incluido yo, asociados al International History, Philosophy and Science Teaching Group y cuyos trabajos han aparecido en *Science & Education* (Hodson 1986, 1988; Duschl 1985, 1990; Lederman 1986, 1992; Solomon 1989, 1991; Matthews 1992, 1994, 1998).”

(Matthews 1998: xi, la traducción es nuestra)

Si bien, como señala Matthews, ya se encuentran referencias a fines del siglo XIX y principios de siglo XX acerca de la importancia que tiene la incorporación de aspectos sobre la ciencia en el currículo de ciencias en las escuelas, los abordajes que toman a estos temas como centro de interés para la investigación, se remontan a la década del cincuenta; es el caso de los estudios de Mead y Metraux de los que dimos cuenta en el capítulo 1.

Recién en 1960 aparece en los Estados Unidos un antecedente publicado con directa incidencia en la definición de lo que debería enseñarse en las escuelas al respecto: la NSSE (National Society for the Study of Education) publica su anuario titulado “Rethinking Science Education”, en el cual se destaca la relevancia que tiene para el estudiantado una adecuada comprensión de la naturaleza de ciencia. (NSSE, 1960).

Pero es desde mediados de los años ochenta cuando se empieza a dar renovada atención a esta línea de investigación, en función de las reformas de la educación científica

producidas en diversos países y centradas en los alcances de la denominada *alfabetización científica* (Miller, 1983; 1989; Fourez, 1997; DeBoer, 2000) en la que los contenidos de naturaleza de la ciencia se constituyen como componentes esenciales.

Se podría afirmar entonces que es para esta época que se constituye concretamente esta línea investigativa que se dará en llamar NOS (nature of science) en función de su papel central en las reformas curriculares. En palabras de Michael Matthews:

“No se trata de la inclusión de HFC (historia y filosofía de la ciencia) como un ítem más de los contenidos, sino más bien la incorporación general de temas de HFC a las expectativas de los contenidos y enseñanzas de los currículos. Los currículos de ciencias han incluido normalmente una sección titulada ‘The Nature of Science’. Ahora se presta más atención a estas secciones y cada vez más se reconoce que la historia, filosofía y sociología de la ciencia contribuyen a una comprensión mejor, más completa y más rica de los asuntos planteados en esas secciones”. (Matthews, 1994: 256)

El primer capítulo⁴ de los *Benchmarks for Science Literacy* de la American Association for the Advancement of Science (AAAS, 1993), se destina a la NOS, en el marco del “Proyecto 2061” para la reforma de la educación científica, capítulo que a su vez se basa en el libro de Rutherford y Ahlgreen (1989), *Science for all americans*, que procuraba el logro de una serie de consensos entre científicos y educadores para propender a la alfabetización científica de la ciudadanía.

Un antecedente de este último trabajo lo constituye el artículo de Peter Fensham *Science for all: A reflective essay* (Fensham, 1985) en cuanto propuesta de una educación científica de calidad para todos y todas, superadora de la perspectiva única de la preparación para estudios superiores. En relación a los alcances y pretensiones de esta *ciencia para todos*, David Reid y Derek Hodson (1997) señalan que una primera lectura de este lema podría dar lugar a dos interpretaciones diferentes: a) que todos los niños y niñas hagan algo de ciencia, aunque esta difiera sustancialmente de una escuela a otra y de un individuo a otro, y b) que se dé el mismo currículo común y obligatorio para todos los alumnos/as y todas las escuelas.

⁴ Disponible on line en <http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php?chapter=1> (visto el 27/03/2014)

Al respecto, los autores citados consideran que la interpretación a) puede derivar, como ha sucedido, en escuelas con una educación científica de alto nivel para la élite y otras, que constituyen la mayoría, a las que se destina una educación científica devaluada o de bajo standard. Reid y Hodson expresan su posicionamiento al respecto de la siguiente manera:

“...defenderíamos un currículo de Ciencias común, con unas ambiciones que van mucho más lejos de las que suelen ir asociadas a los cursos para los menos capaces, hasta un nivel mínimo básico de conocimientos. Por lo tanto, prevemos el desarrollo de un currículo de Ciencias adaptado a las necesidades, intereses, aspiraciones y capacidades de todos los niños” (Reid y Hodson, 1997: 21-22)

Y más adelante, en relación a la NOS, señalan:

“Los objetivos de conocimiento provienen de dos fuentes principales: la de los contenidos propuestos en el currículo (ciertos conceptos, hechos y teorías) y de la filosofía de la ciencia. [...] En todos los currículos existen mensajes implícitos sobre la naturaleza de la ciencia que son evidentes en la selección de contenidos específicos y métodos de aprendizaje. Pretendemos que estos mensajes se hagan más explícitos y se usen como foco en la planificación de experiencias curriculares. Si los niños van a adquirir una comprensión y apreciación propias de la ciencia y de la actividad científica, es necesario que las consideraciones filosóficas tengan un papel prominente en el diseño curricular.” (Reid y Hodson, op.cit.: 80)

Queda claro para ese entonces que una fuente ineludible a la que habría que recurrir para fundamentar el curriculum de ciencias es la epistemología (o filosofía de la ciencia) y la historia de la ciencia. Y es en relación a los vínculos entre la didáctica de las ciencias naturales y la epistemología, que el didacta Richard Duschl publica en 1985 un artículo en el que refiere que ambas disciplinas metacientíficas llevan 25 años de un desarrollo mutuamente excluyente (Duschl, 1985).

Sin embargo, menos de una década después Michael Matthews habla de un acercamiento significativo producido en los últimos años, donde “[c]ada vez más la historia y la filosofía de la ciencia se van incorporando a la teoría y especialmente a la práctica de la enseñanza de las ciencias” (Matthews, 1994: 256).

Así resulta que los intereses iniciales de la línea NOS en investigación pasan por cinco campos de investigación muy activos, según Norman Lederman (2006), que ya brevemente hemos introducido en el capítulo 1 de esta tesis y que volvemos a especificar aquí:

1. concepciones de las y los estudiantes acerca de la naturaleza de la ciencia,
2. currículo encaminado a mejorar las ideas de las/los estudiantes acerca de la naturaleza de la ciencia,
3. concepciones de las y los profesores acerca de la naturaleza de la ciencia,
4. propuestas para la mejora de las concepciones del profesorado, y
5. la relativa eficacia de diversas prácticas instruccionales.

En tanto nuestra tesis se inscribe principalmente en el tercer campo, consideramos especialmente relevante sistematizar lo abordado por la investigación en relación a las concepciones del profesorado de ciencias en una secuencia cronológica, siguiendo la propuesta que realiza Agustín Adúriz-Bravo (2001:69-79), en una periodización que abarca cuatro épocas, entre 1970 y 2001:

- a) Primera época: centrada en las *concepciones epistemológicas alternativas*
- b) Segunda época: ubicada en la línea del *pensamiento epistemológico del profesor*
- c) Tercera época: focalizada en la *fundamentación epistemológica de la práctica del profesorado de ciencias*
- d) Cuarta época: en la que se produce la consolidación del enfoque integrador *HPS*

a) Concepciones epistemológicas alternativas

En forma análoga a lo que aconteció con el estudio de las concepciones alternativas de las y los estudiantes en relación con los conceptos científicos, en continuidad con la línea fundacional iniciada por Rosalind Driver y Laurence Viennot, se partió de la hipótesis de que el profesorado de ciencias porta ideas muy arraigadas en relación a la naturaleza de la ciencia que, desde el punto de vista de los saberes metacientíficos actuales, se consideran equivocadas y se constituyen en verdaderos obstáculos para el aprendizaje de las nuevas ideas en relación a la epistemología. Se hizo un uso extensivo de la analogía mencionada, en el sentido de que así como el estudiantado cuenta con ideas científicas que de alguna manera se parecen a conceptualizaciones perimidas a lo largo de la historia de la ciencia, el profesorado también tendría representaciones sobre

la ciencia que se corresponden a escuelas epistemológicas ya caducas, principalmente el positivismo lógico y la concepción heredada (Cawthron y Rowell, 1978; Aguirre et al., 1990; Nott y Wellington, 1993, 1998; Porlán et al., 1998; Kichawen, 2001, todos citados en Adúriz-Bravo, 2001:71).

Uno de los principales problemas asociados a esta primera fase de investigación radicó (y en cierta forma sigue radicando) en la cuestión metodológica, concretamente en los instrumentos utilizados para elicitar estas concepciones. Como señala Adúriz-Bravo:

“Se ha criticado [...] que la mayor parte de los instrumentos están sesgados por una visión previa del investigador acerca de la naturaleza de la ciencia. En este sentido, los instrumentos de investigación muestran una componente *normativa* que valora positivamente las visiones avanzadas de ciencia. A la vez, parten del presupuesto de que los estudiantes y los profesores de ciencias tienen ideas decididamente positivistas, y por lo tanto abundan en la confirmación de este modelo fijado de antemano, sin explorar los elementos que se apartan de él” (Adúriz-Bravo, 2001:72, la cursiva es del original) .

Esta visión previa de los investigadores/as acerca de la naturaleza de la ciencia tiene mucho que ver con la calidad de los saberes epistemológicos de los que se parte a la hora del diseño de instrumentos y el análisis de los resultados. Es el caso de didactas de las ciencias naturales cuyo conocimiento acerca de la epistemología erudita está al menos desactualizado o incompleto. Muchas veces es evidente un importante desfase entre lo que se considera ‘actual’ en la epistemología de referencia para la didáctica y los posicionamientos que encuadran el grueso de la producción epistemológica de los últimos años. El ejemplo más abundante en este sentido es la recurrencia a autores de la denominada *nueva filosofía de la ciencia*, tanto para caracterizar concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia como también como referencia para el diseño de propuestas didácticas.

A veces se alude a las ideas de la *nueva filosofía de la ciencia* como si fueran visiones epistemológicas contemporáneas (Masón y Moreira, 2007) cuando en realidad su ‘novedad’ data de algo más de medio siglo y hoy en día no tienen ninguna vigencia en la producción académica.

Finalmente, y más allá de lo que tiene que ver con las epistemologías de referencia en las que los investigadores/as fundamentan sus abordajes, está también la cuestión de

cuáles son las dimensiones epistemológicas o aspectos de la naturaleza de la ciencia que se indagan según sea el caso. Como dice Adúriz-Bravo, se evidencia que “muchos de los instrumentos de investigación sólo exploran aspectos puntuales e inconexos sobre la ciencia, tales como la relación entre empiria y teoría, o los mecanismos de evolución científica [...] Recientemente se han propuesto algunos instrumentos más amplios, que pretende recoger el conjunto coherente y enlazado de los distintos rasgos que caracterizarían a la ciencia” (Adúriz-Bravo, 2001:72-73).

b) El pensamiento epistemológico del profesor

A partir de los años ‘80 se comienza a dar especial importancia a la línea de investigación denominada *pensamiento del profesor* entendida como el estudio del conocimiento profesional del profesor de ciencias desde una perspectiva multidimensional y dinámica, en la que juegan un papel central los saberes metacientíficos.

Desde esta mirada se tienen en cuenta las ideas acerca de la naturaleza de la ciencia que traen consigo los profesores y profesoras en tanto que transformarían el currículo al implementarlo en la práctica de aula. De allí entonces que el análisis que pueda hacer el investigador de estas implementaciones curriculares serviría para inferir las concepciones implícitas. Como señalan Mellado y Carracedo (1993): “desde la perspectiva del pensamiento del profesor, las concepciones [epistemológicas] del profesor tienen un reflejo e influencia en su actuación en el aula”.

Es en esta línea en la que se inscriben los trabajos de Rafael Porlán y su grupo de investigación (Porlán y Martín, 1996; Porlán et al., 1998) que parten de la premisa de que estas concepciones (a las que Porlán llama “científicas”) son parte de un sistema de creencias más amplio que abarca al conocimiento en general, a su naturaleza, génesis y evolución y a los procesos por los cuales se construye y facilita en contextos institucionales (Porlán et al, 1989). En palabras de Gimeno Sacristán:

“Esa epistemología implícita del profesor respecto del conocimiento es una parte sustancial de sus perspectivas profesionales, configuradas a lo largo de su experiencia, en la formación inicial como profesor e incluso como alumno. La calidad de la experiencia cultural que tienen los profesores va dejando un sedimento en ellos a lo largo de su formación, siendo la base de la valoración que harán del saber y de las actitudes, la ciencia, el conocer y la cultura. Perspectivas que pondrá en acción cuando

él tenga que enseñarlo o guiar a los alumnos para que lo aprendan” (Gimeno Sacristán, citado en Porlán et al., 1998: 7)

Un corolario destacable de lo investigado en este período resulta en la casi total coincidencia en que si bien hay en el profesorado un predominio empiro-inductivista en sus ideas sobre ciencia, donde es frecuente la visión del conocimiento científico como superior, objetivo, neutral y descontextualizado, no existe una concepción única y definida y que en general no resultan totalmente coherentes las posturas en todos los aspectos y dimensiones sobre la ciencia (Kouladis y Ogborn; 1989, 1995) y que la posible influencia de estas concepciones sobre la actuación docente está mediatizada por otros muchos factores complejos, siendo lo más destacable la escasa formación epistemológica del profesorado (Mellado, 1996).

Parece quedar fuera de la discusión en este período el hecho de que ciertas ideas fuertes del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia, que se manifiestan explícita o implícitamente, están subsumidas en la matriz de sus modelos didácticos y que por tanto suelen influir en la toma de decisiones en el aula. El siguiente ítem aborda los consensos y disensos en relación a esto.

c) Fundamentación epistemológica de la práctica del profesorado de ciencias

Este apartado, que aborda la tercera etapa a la que alude Adúriz-Bravo en relación a la indagación de las concepciones epistemológicas del profesorado, reviste especial interés en relación con los propósitos de esta tesis en tanto que intenta dar cuenta de los debates en torno a la coherencia teórico-práctica del profesorado de ciencias.

En el capítulo anterior nos hemos referido a la afirmación de Lederman (2006) acerca de que *las concepciones de las y los profesores acerca de la naturaleza de la ciencia no se trasladan automáticamente y necesariamente a la práctica de aula*. La afirmación de este autor tuvo como pretensión matizar o morigerar la idea de la existencia de una relación bastante directa entre las concepciones epistemológicas del profesorado y su desempeño en el aula, sostenida por varios autores, como se aprecia en el siguiente cuadro:

Cuadro nº 1: Hipótesis de los investigadores sobre la relación entre las visiones de los profesores sobre la ciencia y su comportamiento docente

Autor	Afirmación relevante
Abimbola	El conocimiento de la filosofía de la ciencia les permitirá saber a los profesores de ciencias qué ciencia están enseñando y este conocimiento afectará a todas sus prácticas de enseñanza (1983, p. 189).
Carey y Stauss	Si la comprensión de la filosofía de la ciencia del profesor no es congruente con las actuales interpretaciones de la naturaleza de la ciencia [...] entonces, los resultados de la instrucción no serán representativos de dicha ciencia (1970, p. 368).
Gill	El tipo de ciencia que se imparte a los estudiantes depende de los propios puntos de vista de los profesores acerca de la naturaleza de la ciencia (1977, p. 4).
Hurd	Es indudablemente cierto [que] la concepción de un profesor de lo que es la ciencia, influye no sólo en lo que enseña, sino en cómo lo enseña (1969, p. 16).
Ogunniyi	Si los profesores de ciencias tienen puntos de vista inadecuados de la ciencia, entonces el resultado de la enseñanza inevitablemente será una distorsión de lo que se supone que enseñan (1983, p. 193).
Robinson	Se asume que la concepción de un profesor acerca de la naturaleza de la

ciencia es una fuerza importante en la conformación de su comportamiento en el aula (1969, p. 99).

Scheffler

Todo lo que haga [el profesor de ciencias] puede cualificarse a partir de sus reflexiones filosóficas en el campo de la ciencia (1973, p. 36)

(Fuente: McComas, Clough y Almazroa, 1998, p. 15-16. La traducción es nuestra)

Si bien Lederman es categórico al sostener que no necesariamente hay un correlato entre las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia que porta el profesorado y lo que sucede en las clases, otros autores han encontrado coherencia entre la imagen de ciencia sustentada por el profesorado y sus prácticas de aula (Caetano, y Neto, 2005; Tsai, 2007).

Con todo, la bibliografía internacional coincide en que median factores contextuales (experiencia docente, presión por “cumplir el programa, factores institucionales, falta de recursos...”) que hacen que el hecho de que el profesorado posea una adecuada concepción de la NOS es condición necesaria pero no suficiente para que ésta se traslade a las y los estudiantes (Hodson, 1993; Barnett y Hodson, 2001). Dentro de los factores mencionados, cobra especial importancia el grado de profundidad en la comprensión de la naturaleza de la ciencia que poseen las profesoras y los profesores de ciencias (Abd-El-Khalick, 2005). La discusión pasa entonces por los presupuestos de partida acerca de qué versión de naturaleza de la ciencia sería la adecuada para la formación del profesorado, y al mismo tiempo por poner el foco en las relaciones entre las múltiples variables que pueden influir en las prácticas de enseñanza de la NOS en la complejidad de las clases de ciencias de la escuela secundaria. Un trabajo relevante en este sentido es el desarrollado por Herman et al. (2011) que se centra en el análisis de clases de profesores y profesoras de secundaria en relación a la implementación de NOS que efectivamente realizan, para determinar cómo estas variables interactúan entre sí y con qué impacto relativo cada una de ellas, a fin de poder repensar la formación metacientífica del profesorado, tanto inicial como continuada, en procura de una mejor

enseñanza de la NOS. El estudio en cuestión alcanza a las siguientes conclusiones, respecto de lo que sería prioritario en relación con la formación del profesorado de ciencias:

1. Promover una profunda insatisfacción con el estado actual de la enseñanza de las ciencias en las escuelas; 2. Crear suficientes oportunidades para entender y reflexionar sobre la NOS y sobre prácticas efectivas de enseñanza basados en NOS; 3. Promover una profunda valoración de las prácticas de aula eficaces basadas en NOS; 4. Proporcionar estrategias explícitas para manejar y superar las limitaciones institucionales que impiden una adecuada enseñanza de las ciencias en general y la implementación de prácticas de enseñanza basadas en NOS; 5. Desarrollar y mantener redes de apoyo para implementar reformas y prácticas de enseñanza basadas en NOS. (Herman et al., 2011)

d) El enfoque HPS

Como hemos señalado anteriormente, la emergencia de la línea NOS fue a consecuencia de detectar en las reformas de los currículos de ciencias de los '60 y '70 una brecha entre la ciencia escolar y la ciencia erudita, causante en buena medida del fracaso de esas propuestas; y que esta brecha estaba originada por los caminos divergentes que habían transitado la didáctica de las ciencias naturales y la epistemología. La incorporación de saberes metacientíficos a la didáctica ha sido una meta que progresivamente se ha estado alcanzando en los últimos treinta años para tratar de suplir esta falencia, muy especialmente en lo que se refiere a la formación del profesorado de ciencias (Matthews, 1994).

El enfoque HPS se constituye orgánicamente a partir de la creación en 1987 del IHPST Group⁵ (Grupo Internacional de Historia, Filosofía de la Ciencia y Enseñanza de la Ciencia). El grupo se preocupa por promover el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias y las matemáticas, en la escuela y la universidad, a partir de la incorporación de la historia, la filosofía y la sociología de la ciencia y las matemáticas. Tiene un particular interés en llevar estas esferas del conocimiento a la formación del profesorado, entendiendo a esta instancia como fundamental para integrar las metaciencias en la educación científica para todos los niveles educativos. Cada dos años organiza un congreso internacional, llevando a la fecha trece ediciones. Desde 2010, y

⁵ <http://ihpst.net/>

también en forma bianual, se constituye la versión latinoamericana de este evento. En relación a publicaciones, el grupo está históricamente asociado a la revista *Science & Education*.

2.2.2. La imagen de ciencia del profesorado: Coincidencias y discrepancias

Tal como hemos descripto someramente en el capítulo 1 y retomado en los párrafos anteriores de este capítulo, las numerosas investigaciones en torno al diagnóstico de las concepciones de las profesoras y profesores acerca de la naturaleza de la ciencia han mostrado coincidencia en que dichas concepciones se encuentran alejadas del saber metacientífico actual, se sostienen en visiones híbridas a las que no se puede atribuir una filiación única a alguna escuela o modelo epistemológico (Lederman, 1992) y, por tanto en muchas ocasiones los perfiles de ideas NOS son internamente contradictorios. Se ha afirmado entonces que estas concepciones del profesorado están más cerca de las ideas de sentido común que puede tener el público general acerca de la ciencia (Pomeroy, 1993; Fernández et al., 2002).

Es así que las investigaciones en este sentido en una primera fase intentaron sistematizar las ideas erróneas de las profesoras y los profesores de ciencia respecto del saber epistemológico actual, más allá de que los posicionamientos epistemológicos de los investigadores e investigadoras (y la calidad de sus saberes en tanto didactas de las ciencias no expertos en epistemología) pudieran imprimir sesgos particulares a las respuestas halladas.

Se listan a continuación las opiniones de algunos autores:

- Norman Lederman ha señalado que cierto profesorado todavía lleva consigo una visión positivista e idealista de la ciencia (Lederman, 1992).

- William McComas se ha referido a estas ideas erróneas del profesorado en términos de *mitos*, como las ideas más problemáticas que sustentan las y los educadores en ciencias (McComas, 1998: 54-68). Este autor habla específicamente de quince mitos (la traducción es nuestra):

1. Las hipótesis se transforman en teorías, que luego se transforman en leyes.
2. Las leyes científicas y otras ideas similares son absolutas.
3. Una hipótesis es una conjetura.
4. Existe un método científico universal y general.

5. La evidencia acumulada cuidadosamente resultará en conocimiento seguro.
6. La ciencia y sus métodos proveen prueba absoluta.
7. La ciencia es más procedimental que creativa.
8. La ciencia y sus métodos pueden contestar todas las preguntas.
9. Los científicos son particularmente objetivos.
10. Los experimentos son la principal ruta al conocimiento científico.
11. Las conclusiones científicas son revisadas para constatar su exactitud.
12. La aceptación del nuevo conocimiento científico es directa.
13. Los modelos científicos representan la realidad.
14. La ciencia y la tecnología son idénticas.
15. La ciencia es una empresa solitaria.

- Abd-El-Khalick ha sostenido que una significativa proporción del profesorado cree que el conocimiento científico no es provisional (Abd-El-Khalick, 2000).

- Investigadores de las Universidades de Valencia, Aveiro y Porto, han postulado que existen una serie de *visiones deformadas* de la ciencia que aparecen recurrentemente en la bibliografía sobre las concepciones NOS de las/los docentes de ciencias (Fernández et al., 2002):

1. Visión empiroinductivista, ateorica.
2. Visión rígida (algorítmica, exacta, infalible...).
3. Visión aproblemática e histórica (ergo dogmática y cerrada).
4. Visión exclusivamente analítica.
5. Visión acumulativa, de crecimiento lineal.
6. Visión individualista y elitista.
7. Visión socialmente descontextualizada.

- En relación con profesores y profesoras en formación, Abd-El-Khalick (2005), señala que la gran mayoría adscribe a una visión jerárquica en la relación entre teorías científicas y leyes, por lo cual las teorías devienen en leyes cuando han demostrado ser ciertas. También mayoritariamente consideran que el conocimiento científico no es provisional y portan una noción poco adecuada acerca de la naturaleza de las teorías científicas. Consideran a los modelos como representaciones de lo que realmente existe. No distinguen las afirmaciones científicas de las evidencias que soportan dichas

afirmaciones. Si bien consideran importante la imaginación y la creatividad en la actividad científica, no refieren que esa importancia tenga que ver con la creación de modelos, teorías y explicaciones. La mayoría no parece advertir la carga teórica de las observaciones e investigaciones. Hay una predominancia de una mirada ingenua de la naturaleza empírica de la ciencia: creen que la ciencia es sólo los hechos y desestiman el papel de los factores personales y sociales en la generación y validación del conocimiento científico.

2.2.3. La otra cara de la moneda: Qué es lo que debería saber el profesorado acerca de la naturaleza de la ciencia

Así como se han dado a conocer a través de la investigación colecciones de ideas erróneas del profesorado acerca de la naturaleza de la ciencia, también se ha discutido cuáles son las nociones adecuadas que debería poseer un profesor o profesora para poderlas transmitir al estudiantado. Desde esta perspectiva la cuestión pasa entonces en primer término por definir si es que hay consenso respecto de cuál es la naturaleza de la ciencia. Lo que surge de inmediato es que existe un abanico de posicionamientos epistemológicos que hacen difícil, cuando no imposible, acordar en una única versión de la naturaleza de la ciencia. A partir de aquí se mantienen dos vertientes de opinión⁶: la primera es que no es posible arribar a un consenso entre las diferentes posturas, ya que en muchos casos hasta se contradicen totalmente las diferentes perspectivas respecto de algunos aspectos de la NOS (Alters, 1997), la segunda corriente de opinión cree que sí, que hay algunos aspectos en los que las diferentes escuelas coinciden y que de esas coincidencias deberían emerger aquellos saberes metacientíficos con los que el profesorado de ciencias debería contar para poder transmitírselos a sus estudiantes (Bell et al., 2001; Lederman, 1992; Vázquez y Manassero, 1995). Una fuente para la construcción de estos acuerdos ha sido el relevamiento de los aspectos NOS presentes en ocho documentos curriculares de diferentes países, que a su vez surgieron de consensos locales sobre cuál es la naturaleza de la ciencia pertinente para el curriculum (McComas y Olson, 1998) De ese análisis es que surgen catorce afirmaciones o *tenets*:

⁶ Para un detalle pormenorizado de estas discusiones, recomendamos la lectura del artículo de Acevedo Díaz, J., Vázquez Alonso, A., Manassero Mas, M., y Acevedo Romero, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, 4(1), 42–66.

1. Aunque duradero, el conocimiento científico tiene carácter tentativo.
2. El conocimiento científico se fundamenta, pero no por completo, en la observación, la evidencia experimental, los argumentos racionales y el escepticismo.
3. No existe una sola manera de hacer ciencia (por tanto, no existe un método científico universal en etapas).
4. La ciencia es un esfuerzo en explicar los fenómenos naturales.
5. Las leyes y teorías desempeñan papeles diferentes en la ciencia, por lo tanto el estudiantado debería advertir que las teorías no se convierten en leyes al acumular más evidencia adicional.
6. Las personas de todas las culturas contribuyen a la ciencia.
7. El conocimiento nuevo debe comunicarse clara y abiertamente.
8. Los científicos deben disponer de registros exactos, someterse a la revisión de parte de sus pares y sus resultados deben poder ser replicados.
9. Las observaciones científicas están cargadas de teoría.
10. Los científicos son creativos.
11. La historia de la ciencia revela a la vez un carácter evolutivo y revolucionario.
12. La ciencia es parte de las tradiciones sociales y culturales.
13. La ciencia y la tecnología se impactan mutuamente.
14. Las ideas científicas están influidas por su entorno histórico y social.

Cuadro nº 2: Una visión consensuada sobre las metas acerca de la naturaleza de la ciencia, extraídas de ocho documentos curriculares internacionales de ciencias. (McComas, Clough y Almazroa, 1998: 6-7, la traducción es nuestra)

También en el marco de la elaboración de los instrumentos para indagar las concepciones NOS se han producido discusiones y acuerdos en torno a las dimensiones de la naturaleza de la ciencia que deberían incluirse y con qué alcances. Tal es el caso del proceso de construcción del cuestionario *Views on the Nature of Science –VNOS–* (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell y Schwartz, 2002), del que surgieron los siguientes consensos:

Provisionalidad	El conocimiento científico está sujeto a cambios, con nuevas observaciones
Base empírica	El conocimiento científico se basa o se deriva de las observaciones del mundo natural.
Subjetividad	La ciencia está influida y guiada por las teorías científicas y las leyes aceptadas. La formulación de preguntas, las

	<p>investigaciones y las interpretaciones de los datos se filtran a través de la teoría vigente. Ésta es una subjetividad inevitable, pero le permite a la ciencia progresar y permanecer consistente. El examen de las pruebas anteriores desde la perspectiva del nuevo conocimiento también contribuye al cambio en la ciencia.</p>
Personal	<p>La subjetividad personal también es inevitable. Los valores personales, las prioridades y las experiencias anteriores dictan hacia dónde y cómo los científicos dirigen su trabajo.</p>
Creatividad	<p>El conocimiento científico se genera mediante la imaginación humana y el razonamiento lógico. Esta creación se basa en observaciones del mundo natural y en las inferencias que se hacen.</p>
Inmersión Sociocultural	<p>La ciencia es un empeño humano y está influida por la sociedad y la cultura donde se desarrolla. Los valores de la cultura determinan hacia donde se dirige la ciencia, cómo lo hace, se interpreta, se acepta y se utiliza.</p>
Observación e inferencia	<p>La ciencia se basa en la observación y la inferencia. Las observaciones se recogen por medio de los sentidos humanos o extensiones de éstos. Las inferencias son interpretaciones de esas observaciones. Las perspectivas actuales de la ciencia y los científicos guían las observaciones e inferencias. Diversas perspectivas contribuyen a múltiples interpretaciones válidas de las observaciones.</p>
Leyes y teorías	<p>Las teorías y las leyes son diferentes tipos de conocimiento científico. Las leyes describen las relaciones, observadas o percibidas, de los fenómenos de la naturaleza. Las teorías son explicaciones</p>

inferidas de los fenómenos naturales y los mecanismos de las relaciones entre estos fenómenos naturales. Las hipótesis científicas pueden conducir a teorías o a leyes mediante la acumulación de apoyo sustancial con pruebas y la aceptación por la comunidad científica. Las teorías y las leyes no se convierten unas en otras, en sentido jerárquico, porque ambas son tipos de conocimiento explícita y funcionalmente diferentes.

Interdependencia de los rasgos de la ciencia

Ninguno de los aspectos anteriores puede considerarse separado de los demás. Por ejemplo, la provisionalidad del conocimiento científico proviene de la creación de ese conocimiento mediante la observación empírica y la inferencia. Cada una de estas actividades está influida por la cultura y la sociedad donde se practica la ciencia, así como por el marco conceptual y la subjetividad personal de cada científico. Cuando se consideran nuevos datos y se revisan los existentes, las inferencias (realizadas en un contexto particular) pueden llevar a cambios en el conocimiento científico existente.

Cuadro nº 3: Propuestas de consenso respecto a la NOS tomadas del proceso de construcción del cuestionario Views on the Nature of Science (VNOS). (Tomado de Acevedo Díaz et al; 2007: 50)

Así como hemos presentado a modo de ejemplo un par de propuestas de listas de afirmaciones o tenets de parte de didactas de las ciencias que se han dedicado a la búsqueda de consensos básicos, las discusiones al respecto no se han agotado en los últimos años.

2.2.3.1. La integración de las metaciencias a la formación del profesorado: a. “El enfoque curricular”

Una visión general de las investigaciones que se vienen realizando en esta línea hace más de treinta años permitiría concluir rápidamente que la propia definición de lo que es

la naturaleza de la ciencia da lugar a controversias. Si bien se suele coincidir en que la principal perspectiva es la epistemológica, de acuerdo a quiénes defina qué es la naturaleza de la ciencia, le darán mayor o menor predicamento a otras miradas metacientíficas, por ejemplo, desde la historia de la ciencia, la sociología de la ciencia y la psicología de la ciencia. Un reciente trabajo de Sibel Erduran hace referencia a que no solo es cierto que los acuerdos en torno a la NOS han quedado desactualizados en relación a las perspectivas epistemológicas elegidas, sino también que se han dejado fuera otras miradas teóricas sobre la ciencia que hacen a su comprensión genuina. En este sentido, la autora aboga por la necesidad de incorporar una perspectiva interdisciplinaria que incluya abordajes lingüísticos, antropológicos, sociopolíticos y económicos para poder dar cabal cuenta de la diversidad de dimensiones de la práctica de la educación científica en función de necesidades y contextos diferentes (Erduran, 2014).

Como señala Michael P. Clough (2007), los listados de afirmaciones o tenets sobre la NOS que se han propuesto en estos últimos años en relación con lo que deberían aprender las y los estudiantes de secundaria acerca de la ciencia reúnen una serie de consensos de orden general. El problema está en que se terminen transmitiendo al estudiantado como conocimiento científico establecido, como una lista más de saberes tan dogmática como lo que se quiere combatir al incorporar la NOS a las aulas. La propuesta de Clough es transformar esos tenets en preguntas que sirvan para indagar en el aula sobre la naturaleza de la ciencia y el conocimiento científico:

1. ¿En qué sentidos el conocimiento científico es provisional? ¿En qué sentidos es durable?
2. ¿Hasta qué punto el conocimiento científico tiene base empírica (basado en observaciones del mundo natural o derivado de dichas observaciones)? ¿En qué sentidos no siempre es así?
3. ¿Hasta qué punto es subjetiva la ciencia? ¿Hasta qué punto son subjetivos los científicos? ¿Hasta qué punto pueden ser objetivos? ¿En qué sentidos el conocimiento científico es producto de la inferencia, la imaginación y la creatividad humanas? ¿En qué sentidos no es así?
4. ¿Hasta qué punto el conocimiento científico es influido por la sociedad y la cultura? ¿En qué sentidos las trasciende?
5. ¿En qué sentidos el conocimiento científico es inventado? ¿En qué sentidos es descubierto?

6. ¿Cómo es que la idea de un método científico distorsiona la visión de cómo trabaja realmente la ciencia? ¿Cómo representa con precisión los aspectos de cómo funciona la ciencia?
7. ¿En qué sentidos las leyes y las teorías científicas son diferentes tipos de conocimiento? ¿En qué sentidos están relacionadas?
8. ¿En qué se diferencian las observaciones y las inferencias? ¿En qué sentidos no pueden diferenciarse?
9. ¿En qué se diferencia la ciencia pública de la privada? ¿En qué aspectos son similares?

Desde ya que hay en estas discusiones una presuposición de partida y es que el profesorado debería saber la misma naturaleza de la ciencia que las y los estudiantes de secundaria. Esta perspectiva, que promueve formar al profesorado en los contenidos metacientíficos que serán objeto de enseñanza para la escuela secundaria, es la denominada como *enfoque curricular en la integración de las metaciencias a la formación del profesorado* (Adúriz-Bravo, 2005c, p.318). Un representante de esta línea es el australiano Michael Matthews, quien recientemente propone el cambio del foco de la problemática desde la NOS hacia FOS (Features of Science – características de la ciencia) (Matthews, 2012), retomando la crítica que mencionáramos unos párrafos atrás en relación a que los listados de afirmaciones o tenets se transformaban en la práctica en un nuevo dogma. Así Matthews se refiere a ellos en términos de “mantra” o “catecismo”, y sugiere la incorporación de otras dimensiones que involucren los procesos, las instituciones y los contextos sociales y culturales donde se produce el conocimiento científico.

2.2.3.2. La integración de las metaciencias a la formación del profesorado: b. “El enfoque metacognitivo en la integración de las metaciencias a la formación del profesorado”

Otra perspectiva, que es a la que adherimos en esta investigación, se viene dando paralelamente a la anterior y pone el foco en:

“[...] las diversas contribuciones que pueden hacer las metaciencias al llamado conocimiento profesional del profesor de ciencias naturales. Estas contribuciones incluyen: el enriquecimiento del conocimiento de los contenidos científicos; la aportación de una componente cultural y humanista al currículo; la identificación de dificultades conceptuales y metodológicas en los estudiantes;

herramientas para el diseño de unidades didácticas; una plataforma de actitudes y valores; una visión ‘de segundo orden’ sobre la empresa científica. Llamamos a esta postura el *enfoque metacognitivo en la integración de las metaciencias a la formación del profesorado*. (Adúriz-Bravo, 2005c, p.319. Las cursivas son nuestras)

Es decir que desde este enfoque lo prioritario será la formación inicial y continuada del profesorado de ciencias en cuestiones metacientíficas, no con el fin de actuar como meros transmisores de contenido hacia el estudiantado, sino para propender a “[u]na formación que tienda a la autorregulación del profesorado de ciencias, es decir, a garantizar profesionales autónomos y críticos” (Adúriz-Bravo, 2007: 22). Esta línea reconoce antecedentes muy importantes en los trabajos de Mercè Izquierdo-Aymerich, Neus Sanmartí, Vicente Mellado, María Pilar Jiménez Aleixandre, Rafael Porlán y Agustín Adúriz-Bravo, entre otros (Izquierdo et al., 2002; Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2003; Mellado y Carracedo, 1993; Porlán, 2002; Adúriz-Bravo, 2001).

Dentro de esta perspectiva sintonizamos con la selección de contenidos NOS para la formación del profesorado de ciencias a partir del marco teórico que se da en llamar *campos teóricos estructurantes de la epistemología* (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2002). Estos campos son amplias áreas temáticas irreducibles y características que agrupan cuestiones metateóricas clásicas que remiten a reflexiones genéricas sobre la naturaleza profunda de las ciencias naturales. Las cuestiones dejan planteados los problemas pero no les dan soluciones, dado que no remiten a un modelo epistemológico en particular, sino que se trata de preguntas fundamentales que cobran sentido para las profesoras y profesores de ciencias, en tanto dan lugar a la postulación de respuestas con implicaciones directas en la enseñanza de las ciencias naturales. Estas respuestas sí provienen de los diversos modelos epistemológicos y su selección tiene que ver con su valor para la educación científica (Adúriz-Bravo, 2005a, 2007). A estas respuestas, que responden a modelos epistemológicos particulares, Adúriz-Bravo las da en llamar “ideas epistemológicas clave de la epistemología”. Según el autor, “[l]as ideas clave son afirmaciones sencillas sobre aspectos relevantes de la imagen de ciencia que queremos construir como profesores de ciencias; ellas suponen una toma de decisión para seleccionar una mirada epistemológica particular (el realismo pragmático, el evolucionismo, el estructuralismo, el falsacionismo sofisticado, el objetivismo...) (Adúriz-Bravo, 2005a: 9).

A continuación, presentamos los siete campos estructurantes de la epistemología, caracterizados a partir de las preguntas clave a las que apuntan:

1. *Correspondencia y racionalidad*: ¿Dicen algo las ciencias sobre el mundo? ¿Qué relación existe entre realidad y predicación? ¿Cuál es la fiabilidad del conocimiento científico?
2. *Evolución y juicio*: ¿Cómo cambian las ciencias en el tiempo? ¿Cómo hacen los científicos para decidir sobre el nuevo conocimiento?
3. *Estructura y demarcación*: ¿Qué distingue la ciencia de otros tipos de conocimiento y actividad? ¿Cómo se clasifican las disciplinas científicas?
4. *Contextos y valores*: ¿Qué relaciones pueden establecerse entre la ciencia y otras manifestaciones culturales? ¿En qué ámbitos se genera, valida, aplica, evalúa y comunica la ciencia? ¿Cuáles son los valores involucrados en la empresa científica?
5. *Intervención y metodologías*: ¿Qué metodología utilizan los científicos para crear, validar y comunicar el conocimiento científico? ¿Qué transformaciones opera la ciencia en las formas de pensar, decir y hacer sobre el mundo?
6. *Representación y lenguajes*: ¿Cuáles son las unidades estructurales y funcionales de la ciencia (teorías, modelos, conceptos...)? ¿Cómo se definen, formalizan, representan?
7. *Normatividad y recursión*: ¿Qué relación se establece entre las ciencias y la epistemología? ¿Qué estatuto tiene el conocimiento metacientífico (prescriptivo, normativo, descriptivo...)?

(Fuente: Adúriz-Bravo, 2005a, 2005b)

Llegados a este punto, consideramos necesario hacer explícito nuestro posicionamiento en esta tesis en relación con el abordaje de la formación metacientífica del profesorado. Creemos firmemente que es lícita la elección intencionada de algunos modelos epistemológicos específicos para dar respuestas a las preguntas que más arriba se han formulado. Esta elección de determinadas respuestas ancladas en modelos epistemológicos particulares se fundamenta a partir de su adecuación a las finalidades de la educación científica (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2003). Como señala Adúriz-Bravo:

“[...] frente a la gran diversidad de ideas sobre la naturaleza de la ciencia que circulan en la comunidad académica, planteamos una restricción muy clara, fundamentada en lo que creemos ha de ser la enseñanza de las ciencias. La

imagen de ciencia que queremos que los profesores de ciencias construyan es realista y racionalista moderada [...]” (Adúriz-Bravo, 2007: 24)

Y más adelante:

“Esta elección nos conduce a aquellos autores y conceptos que para nosotros pueden tener más valor en la profesionalización de los docentes de ciencias naturales. Recurrimos por ejemplo al modelo cognitivo de ciencia (Giere, 1992) para hablar de la relación entre realidad y predicación; a una visión contemporánea de la axiología científica (Echeverría, 1995) para identificar las finalidades y valores que guían la intervención científica; a estudios recientes sobre la explicación científica (Thagard, 1992; Estany, 1993; Samaja, 1993) para enfatizar la importancia de la argumentación y de los diferentes tipos de razonamiento en el proceso de creación científica” (Adúriz-Bravo, 2007: 25)

Es así que consideramos que muchas imágenes de ciencia distorsivas con las que cuenta el profesorado, que funcionan como obstáculo para el logro de una educación científica de calidad para todas y todos, pueden ser atacadas en la formación inicial y continua a partir del diseño de estrategias didácticas que pivoten en las respuestas con base modélica a las preguntas clave de la epistemología.

2.2.4. Un análisis de las imágenes de ciencia del profesorado desde una perspectiva basada en modelos

En párrafos anteriores hemos hecho referencia a cómo la investigación internacional ha coincidido en caracterizar a las concepciones NOS que sustenta buena parte del profesorado de ciencias en términos de su alejamiento de los saberes metacientíficos actuales. Y que esto cobra especial relevancia en tanto que dichas representaciones acerca de la ciencia pueden constituirse en verdaderos obstáculos a la hora de educar científicamente en función de las declamadas finalidades de la educación científica para la ciudadanía del siglo XXI (Furió et al., 2001; Acevedo Díaz, 2004). Se ha hablado de mitos, visiones deformadas, imágenes distorsivas, inadecuadas, de sentido común, *folk*. Todas estas denominaciones aluden a un conjunto de representaciones poco adecuadas sobre diversos aspectos de la naturaleza de la ciencia. Se ha sostenido, como señalan Fernández et al. (2002), que estas inadecuaciones están conectadas entre sí, en el sentido de guardar una cierta coherencia interna, al estilo de los esquemas conceptuales presentes en las preconcepciones de los estudiantes. Nos interesa aquí recuperar la

perspectiva de reconocer entre estas imágenes o visiones un ‘parecido de familia’ que ‘sintoniza’ con modelos epistemológicos de corte tradicional, esto es, pertenecientes a las escuelas conocidas como positivismo lógico, concepción heredada y racionalismo crítico. En este trabajo haremos referencia a estos modelos como *empiropositivistas*. Y particularmente nos detendremos en aquellos aspectos de la imagen distorsiva en tanto imagen deficitaria y asistencialista en relación con los sujetos a los que se les enseña ciencias. En otras palabras, pondremos el foco en presentar elementos de juicio que abonen la idea de que esta imagen de déficit del profesorado es subsidiaria de *una concepción de ciencia y de científico empiropositivísticamente modelada*.

Desde la perspectiva de los campos teóricos estructurantes de la epistemología que hemos descrito anteriormente, nos parece especialmente pertinente para este abordaje una combinación o hibridación de algunos campos en especial. Particularmente destacamos los tópicos referidos a *valores, racionalidad, metodologías y lenguajes*.

Desde el positivismo lógico del Círculo de Viena se sostuvo la pretensión de elaborar una ‘epistemología sin sujeto’, apartándose de las consideraciones que hacen a las condiciones de producción del conocimiento científico, ya sea desde la perspectiva individual o colectiva del trabajo científico. Como señalan Palma y Wolowelsky: “El sujeto humano que hace ciencia quedaba definitivamente afuera de la consideración, en la medida en que las determinaciones contextuales, en el mejor de los casos, sólo podían explicar los errores”. (Palma y Wolowelsky, 2001: 15). Se erige la idea de una racionalidad categórica basada en la lógica formal: “Esta vocación ineludible de estar al servicio de la objetividad [...] erige a esta concepción como modelo de la racionalidad o simplemente como ‘la’ racionalidad” (Glavich et al., 1997). Dentro de las críticas que Karl Popper dirige al positivismo lógico (y por extensión a sus continuadores de la concepción heredada) aparece la idea de una epistemología con sujeto, donde se reconoce la mediación del investigador en la construcción del conocimiento y la propuesta de un racionalismo basado en agentes que actúan con apego a la lógica formal y en procura de un objetivismo fundado en buena parte en la intersubjetividad, esto es, no solamente establecer relaciones lógicas entre enunciados, sino también a partir de interactuar con otros sujetos llegando a acuerdos racionales con ellos (Popper, 1995). Como señala Javier Echeverría (1998: 82), subyace en el posicionamiento de Popper un imperativo moral acerca del deber ser de la actividad científica que va en consonancia con el espíritu de la época del que da cuenta el CUDEOS mertoniano, en pos de un

ethos de la ciencia, fuertemente normativo. En este sentido se prefigura una suerte de ideal del sujeto que hace ciencia.

Entonces, este científico en el que se piensa resume en buena medida el conjunto de cualidades que el imaginario colectivo atribuye a las personas que se dedican a la ciencia, a las cuales nos hemos referido en el primer capítulo de esta tesis: observador, estudioso, dedicado, prolijo, metódico, minucioso, cuidadoso, honesto, desinteresado (el científico detectivesco o pesquisador). Pero ese conjunto de cualidades es sólo una de las facetas del científico que aparece reflejada en ese imaginario. La otra, es casi opuesta a la anterior: Sin solución de continuidad y en función del contexto de la indagación las referencias pueden ser en relación a su imaginación, creatividad, brillantez, pero al mismo tiempo despiste y ciertos rasgos de locura (el científico ‘a la Einstein’). Esta dicotomía la hemos reflejado en los resultados del trabajo de Mead y Metraux del que dimos cuenta en el capítulo uno, que se complementa con lo afirmado por Schummer en su hipótesis acerca de la génesis de la imagen del ‘científico loco’, también reseñada en la primera parte de esta tesis. Esta combinación de características aunadas en la figura estereotípica del científico con raíces alquímicas también sintoniza con el tipo de enfoque analítico-sintáctico, con preeminencia de formulaciones lógico-lingüísticas que utilizan las corrientes empiropositivistas para caracterizar a la ciencia. En el trabajo de Fernández et al. (2002) se postula una visión de ciencia del profesorado de carácter empiroinductivista con preeminencia de la observación, pero también analítica, rígida, algorítmica, exacta e infalible que se compadece a las claras con este tipo de enfoque y formulaciones característicos del empiropositivismo. Esta caracterización de la imagen de ciencia del profesorado que hace el trabajo de referencia la vincula con una visión individualista y elitista de la actividad científica:

“A menudo se insiste explícitamente en que el trabajo científico es un dominio reservado a minorías especialmente dotadas, transmitiendo expectativas negativas hacia la mayoría de los alumnos, con claras discriminaciones de naturaleza social y de género (la ciencia es presentada como una actividad eminentemente «masculina»). Se contribuye, además, a este elitismo escondiendo la significación de los conocimientos tras presentaciones exclusivamente operativistas. No se realiza un esfuerzo por hacer la ciencia accesible (comenzando con tratamientos cualitativos, significativos), ni por

mostrar su carácter de construcción humana, en la que no faltan confusiones ni errores, como los de los propios alumnos”. (Fernández et al. 2002: 482)

Si entonces existe la preconcepción de que la estructura del conocimiento científico tiene esa sintaxis y que requiere rigor lógico y analítico para abordarla, esto nos llevaría a pensar que el profesorado que sustenta esa visión creará que habrá estudiantes con las capacidades como para abordarla y entenderla. Para aquellos/as estudiantes que no cuenten con esas capacidades se destinaría una ciencia de menor calidad, de carácter superficial y anecdótico, adecuada a sus posibilidades.

La identificación explícita o implícita del profesorado con esta visión termina transmitiéndose al estudiantado, tanto en relación a la caracterización que estos últimos hacen de la ciencia y de los científicos como con el discurso que terminan internalizando en relación a sus (dis)capacidades con respecto al aprendizaje de la ciencia. Esto se acentúa cuando se trata de estudiantes provenientes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos, como hemos relevado en un estudio llevado a cabo con 96 estudiantes de entre 14 y 16 años de una escuela a la que asisten jóvenes de extracción social baja (Pujalte, Porro y Adúriz-Bravo, 2012):

- Solamente en 11 casos se muestra más de una persona trabajando.
- Solo en 12 oportunidades aparecen mujeres.

Respecto del ambiente de trabajo:

- Solamente 10 estudiantes ubicaron la acción fuera del laboratorio.

En relación a las palabras más frecuentes para caracterizar a la actividad científica:

- Difícil / Complicada
- Interesante
- Experimental
- Esforzada / Cansadora / Lleva mucho tiempo / Dedicada/ De mucho estudio
- Riesgosa
- Aburrida / Entretenida (¡ambas con la misma frecuencia!)

Otras: llamativa, pensativa, ingeniosa, misteriosa, natural, específica, loca, conveniente, efectiva, prolija, descubridora, recolectora, investigadora.

En relación a las palabras más frecuentes para caracterizar a las personas que se dedican a la ciencia:

- Muy inteligentes / Inteligentes / Sabios / Brillantes
- Estudiosos

- Trabajadores
- Capaces
- Aburridos
- Experimentadores
- Dedicados
- Responsables

Otras: ingeniosos, cuidadosos, gente grande, antisociales, raros, locos, solitarios, comunes, mala onda.

Como correlato de esa caracterización resultó contundente evidenciar que 86 sobre un total de 96 estudiantes manifiestan no imaginarse dedicándose a la actividad científica. Esto llama la atención, no tanto por la cuestión vocacional sino más bien por las razones que dan para ello:

- “No me gusta”
- “Es muy difícil”
- “No es lo que voy a elegir”
- “Hay que estudiar mucho”
- “No son para mí”
- “Es para personas muy inteligentes”
- “No me daría la cabeza”
- “Yo no sirvo”
- “No tengo la capacidad”
- “No la entiendo”

2.3. LAS PERSPECTIVAS CULTURALES EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EN RELACIÓN CON LA ENSEÑANZA A ESTUDIANTES DE CONTEXTOS DESFAVORECIDOS

Algunos estudios recientes, encaminados a la comprensión de las desigualdades en las escuelas, enfatizan la importancia de incorporar una perspectiva social para el abordaje del compromiso emocional puesto en juego en el aula de ciencias y el impacto de las emociones en el desempeño del estudiantado. Se ha hallado que cuando el capital cultural de las/los estudiantes no se valora en el aula de ciencias, las/los estudiantes perciben grandes hiatos entre sus propios conocimientos, valores y disposiciones y el currículum de ciencia escolar (Elmesky, 2001; Seiler, 2002, citados en Olitsky y Milne,

2012). Cuando esto sucede, sobrevienen las emociones negativas que interfieren con el aprendizaje. Concretamente recomiendan que los programas de ciencias debieran cambiar con el fin de ser más relevantes para los intereses del estudiantado, especialmente en áreas urbanas de bajos ingresos. En otras palabras, en lugar de centrarse en por qué un estudiante en particular deja de comprometerse con la clase, se deben hacer esfuerzos para involucrar a la clase en su totalidad utilizando el conocimiento de la cultura de las/los estudiantes con el fin de aumentar la pertinencia curricular. De este modo, comienzan a sentir emociones positivas acerca de su participación en la ciencia, lo que conduce a un mayor compromiso cognitivo y conductual (Olitsky y Milne, 2012).

Como señala Emdin (2012) algunas perspectivas muy relevantes en la enseñanza de las ciencias como el constructivismo, la naturaleza de la ciencia y el conocimiento pedagógico del contenido, pueden resultar ineficaces en las aulas urbanas si es que no se enfocan específicamente en las necesidades del estudiantado más marginado, concretamente en la forma en que esa ciencia que se les enseña tiene sentido para ellas y ellos y en qué medida pueden sacar provecho de ella.

Desde este enfoque que retoma las perspectivas culturales en relación con la enseñanza de las ciencias, Nancy Brickhouse (2013) pone el foco también en que deberían contemplarse aspectos epistemológicos. Esta investigadora parte de la premisa de que el aprendizaje está inmerso en contextos socioculturales que le imprimen al conocimiento formas culturalmente específicas, y que el hecho de que el conocimiento científico que se enseña en la escuela haya sido generado en contextos tan diferentes de aquellos en los que viven muchos/as estudiantes, explicaría al menos en parte por qué el acceso a la ciencia es tan difícil para ellos/as. Añade que los contextos en los que trabajan los científicos pueden entenderse como una cultura muy particular, que los científicos tienen en común muchos valores y repertorios de recomendaciones prácticas. En ese sentido, Brickhouse refiere que en muchos entornos escolares tradicionales, los valores y repertorios de recomendaciones prácticas son estereotipados al punto que refuerzan una mirada científica de élite. La autora enfatiza:

“Desde esta perspectiva, las soluciones sugeridas a partir de las reformas basadas en estándares nunca serán suficientes para hacer frente a la desigualdad en el aprendizaje de las ciencias. El hecho de solamente proporcionar igualdad de oportunidades de aprender no dará resultados en tanto no se tengan en cuenta las dimensiones epistemológicas y culturales de la ciencia y de la ciencia escolar que deben mediar a fin

de proporcionar acceso a una ciencia para todos/as”. (Brickhouse, 2013: 47, la traducción es nuestra)

2.3.1. LA PROFECÍA AUTOCUMPLIDA Y LA TEORÍA DEL ETIQUETADO

La expresión ‘profecía autocumplida’ alude al aumento de la probabilidad de ocurrencia de una situación cuando es anticipada por una persona en base a sus creencias. Esta expresión fue acuñada por R. K. Merton en su libro *Social Theory and Social Structure*, publicado en 1968. También se la conoce como ‘Efecto Pigmalión’, a partir del reconocido artículo “*Pygmalion in the classroom*”, de Robert Rosenthal y Lenore Jacobson (1968) donde relatan la investigación que llevaron a cabo con docentes y estudiantes de escuela primaria, que les permitió concluir que las expectativas sobre el rendimiento de los alumnos – inducidas intencionalmente por los investigadores - repercutían en las calificaciones de los/las estudiantes. Aquellos/as alumnos/as que el /la docente creía que lograrían los mejores resultados (a partir de la información recibida de parte de los investigadores) terminaban obteniendo las mejores calificaciones y viceversa.

Según Jussim et al. (1996) los científicos sociales llevan muchos años interesándose en los estereotipos como una fuente particular de expectativas en tanto pueden contribuir a las desigualdades sociales y las injusticias. En relación al hecho de que los efectos de las expectativas del profesorado tienen mucha mayor incidencia entre las y los estudiantes de grupos sociales estigmatizados o desfavorecidos, los autores sostienen que la explicación más probable estaría en los estereotipos que portan los profesores y profesoras. Al respecto, Ray C. Rist (1999) propone retomar la *teoría del etiquetado*, referida en diversos estudios de las ciencias sociales, como marco explicativo legítimo desde el cual abordar los procesos sociales que influyen en la experiencia educativa, y analizar cómo estos procesos contribuyen al éxito o fracaso en la escuela:

“...todos los agentes encargados del control social - padres, maestros, autoridades, etcétera - asignan a los individuos «etiquetas» con las cuales califican sus comportamientos y sus actitudes, individualmente, de paso que les clasifican socialmente. Y ésta es una práctica consustancial a la escuela”. (Rist, 1999: 615)

Este autor describe el proceso que tiene lugar en el aula de acuerdo al siguiente esquema:

1. El profesor espera un comportamiento y rendimiento específicos de los estudiantes concretos.
2. Debido a estas expectativas diferentes, el profesor tiene un comportamiento distinto con cada uno de los estudiantes.
3. Este tratamiento indica a cada estudiante el comportamiento y rendimiento que el profesor espera de él, y afecta al concepto de sí mismo, a la motivación para el rendimiento y al nivel de aspiraciones.
4. Si este tratamiento del profesor se mantiene con el tiempo, y si el estudiante no se resiste activamente o lo modifica de alguna manera, tenderá a dar forma a sus logros y actitud. Los estudiantes de altas expectativas se verán llevados a conseguir un nivel alto, mientras que disminuirán los logros de los estudiantes de bajas expectativas.
5. Con el tiempo, el rendimiento y actitud del estudiante se acercará más y más a lo que se esperaba de él.

(Rist, 1999, basado en Good y Brophy, 1973)

2.4. COMPRENSIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA: EL MODELO DE DÉFICIT

En el capítulo 1 hicimos referencia a los trabajos de Robert Davis y de Margaret Mead y Rhoda Metraux, ambos de 1958, como pioneros en el campo de los estudios sobre la comprensión pública de la ciencia, que trataban de caracterizar y explicar la brecha existente entre ciencia y sociedad.

“Existe una creciente necesidad de desarrollar comprensión de la ciencia y la tecnología. Los frutos de la ciencia y los productos de la tecnología siguen dando forma a la naturaleza de nuestra sociedad e influenciando acontecimientos de relevancia mundial. Sin embargo, la brecha entre la experiencia de la mayoría de las personas en su vida cotidiana y la complejidad de la ciencia y la tecnología se va ensanchando. Muy pocos individuos están familiarizados con los detalles de los procesos industriales que intervienen en su comida, la medicina, el entretenimiento o la ropa.” (Oppenheimer, 1968, la traducción es nuestra)

A partir de las décadas del '50 y del '60 del siglo XX en adelante ha habido un creciente reconocimiento internacional respecto de la necesidad de lograr una ciudadanía capaz de comprender y de participar en la implementación de políticas científicas y tecnológicas, una ciudadanía que pueda participar en los debates y en la toma de decisiones en este tipo de temáticas. Surge así con especial énfasis la recurrencia a la denominación “alfabetización científica”, en una clara analogía con la alfabetización letrada: así como las personas deben saber leer y escribir para poder insertarse en el mundo del trabajo, también deberían apropiarse de ciertos conocimientos mínimos para poder desenvolverse en un mundo cada vez más dependiente de la ciencia y la tecnología. En la década del '70 se comienza a hablar de “analfabetos funcionales” para referirse a aquellas personas que carecen de las competencias mínimas como para desempeñarse eficazmente en una sociedad con esas características (Carullo, 2002). Como refieren Polino y colaboradores (2003), es en ese contexto que se caracteriza a la ‘cultura científica’ como ignorancia que debe ser satisfecha, lo que dará lugar en los años ‘80, a que la tradición anglosajona de estudios sobre comunicación pública de la ciencia denomine a este enfoque como ‘modelo de déficit’:

“[E]l conocimiento científico constituye un cuerpo reconocible de información codificada y, en este sentido, es que se puede medir cuánta de esa información tiene incorporada un individuo y establecer su grado de déficit de comprensión. John Ziman (1992) sostiene que la mayoría de las prácticas de comunicación científica tienden a identificar las falencias cognitivas del público y luego intentar suplirlas. El ‘modelo de déficit’ supone algo más: el público, desde esta perspectiva, es una entidad pasiva con falencias de conocimientos que deben corregirse y establece que la información científica fluye en una única dirección, desde los científicos hacia el público” (Polino et al, 2003).

Se plantea a los modelos deficitarios como aquellos que establecen una relación más unidireccional y vertical, donde el público es calificado como ignorante. Entonces, la comunicación pública de la ciencia y la tecnología deberá servir para “sacarlo” de esa situación. En contraposición a los deficitarios, se proponen los modelos democráticos que consideran la participación activa del público, que cobra mayor protagonismo en las prácticas de apropiación social del conocimiento, desde enfoques más críticos como los provenientes de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología (Hermelin, 2011).

Como afirma Carina Cortassa, asociar el problema de la brecha ciencia/sociedad a un déficit cognitivo termina siendo un modo tranquilizador y optimista de pensar la problemática. En otras palabras, si se supone que el obstáculo en la relación entre público y ciencia estriba en las dificultades del primero para entender a la segunda, entonces se termina concluyendo que el problema se puede solucionar:

“[L]os vacíos se llenan, los huecos se colman y las distancias se acortan empleando los mecanismos apropiados. [...] Esta *visión terapéutica* supone que para zanzar la brecha entre ciencia y sociedad basta con resolver las carencias de conocimiento que *padecen* los individuos y, de ese modo, *curarlos* de su ignorancia y apatía” (Cortassa, op.cit. Las cursivas son del original)

CAPÍTULO 3: CUESTIONES METODOLÓGICAS

El enfoque metodológico de esta tesis sigue los lineamientos más usuales de la didáctica de las ciencias naturales actual, en el sentido de ser fundamentalmente cualitativo y explicativo. Sin embargo, toma algunos elementos del enfoque cuantitativo, especialmente en la fase inicial. La primera parte de este capítulo presenta el panorama de la metodología de la investigación educativa en general para luego detenerse en los aspectos que caracterizan a esta investigación en particular.

3.1. LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN

En términos de establecer caracterizaciones generales acerca de la investigación educativa, un punto de partida bastante frecuente en la literatura consiste en establecer diferenciaciones respecto de la investigación en ciencias naturales. En ese sentido, Latorre Beltrán y colaboradores (1997) abordan este aspecto a partir de los siguientes puntos:

- a) Los fenómenos educativos son más complejos.
- b) Los fenómenos educativos plantean mayor dificultad epistemológica.
- c) Su carácter pluriparadigmático.
- d) Su carácter plurimetodológico.
- e) Su carácter multidisciplinar.
- f) La relación peculiar entre investigador y objeto investigado.
- g) Es más difícil conseguir los objetivos de la ciencia.
- h) Su delimitación.

(Latorre Beltrán et al. 1997, pp.37-39)

Estas diferenciaciones a las que aluden los autores mencionados son particularmente interesantes en tanto traducen una mirada sobre las propias ciencias naturales muy sesgada. Si bien en principio se puede acordar en términos generales con los puntos a, c, e y f, los otros aspectos son al menos discutibles desde una perspectiva cercana a los

lineamientos que tienen mayor vigencia en la epistemología contemporánea, a los que se ha aludido en el capítulo 2:

Sobre el punto b los autores señalan: “En el estudio de los fenómenos educativos, al no disponer de instrumentos precisos, no se puede alcanzar la misma exactitud y precisión que en las ciencias naturales. El carácter irrepetible de muchos fenómenos educativos dificulta su replicación [...] En el ámbito educativo la conducta debe contextualizarse (Guba, 1982), lo que dificulta su generalización, ya que ésta debe estar desvinculada del contexto (Zumwalt, 1982)”. Y sobre el punto d afirman: “Las metodologías basadas en la experimentación y observación, consideradas por algunos investigadores como las más potentes y adecuadas para el estudio de los fenómenos educativos (Kerlinger, 1985), presentan limitaciones a la hora de su aplicación al campo educativo. Estos métodos exigen un rigor que hace difícil su aplicación en sujetos humanos. Otras posiciones defienden la necesidad de metodologías no experimentales como procedimientos más acordes con la realidad educativa. De ahí la necesidad de utilizar múltiples modelos y métodos de investigación”. En relación al ítem g expresan: “la variabilidad de los fenómenos educativos en el tiempo y el espacio dificulta *el establecimiento de regularidades y generalizaciones, que es una de las funciones de la ciencia*⁷”. (Latorre Beltrán et al., op.cit. p.38).

Como se puede inferir de lo que Latorre Beltrán y colaboradores señalan, se está pensando a las ciencias naturales desde una perspectiva tradicional, fuertemente empiropositivista al hablar de exactitud, rigor, precisión, objetividad, una metodología centrada en la observación y la experimentación, libre de condicionamientos contextuales y cuyos resultados siempre tienen pretensión de generalización. Incluso en relación al punto f agregan que el investigador “como persona que participa en él [el fenómeno social que investiga] con sus valores, ideas y creencias, hace que no pueda ser totalmente independiente y neutral con respecto a los fenómenos estudiados”.

Quizás sea esta exacerbación del carácter cientificista para las ciencias naturales una forma de pronunciarse a favor de una supuesta diferencia ontológica entre las ciencias sociales y las ciencias naturales, al punto de mostrarlas tan distintas que sea impensable hablar de metodologías compatibles entre unas y otras. Estas discusiones se trasladan al origen de la diferenciación entre enfoques, por un lado positivistas/cuantitativos y por el

⁷ El destacado es nuestro.

otro fenomenológicos/cualitativos en el panorama de las ciencias sociales. Los primeros vinculados a los desarrollos iniciados por Augusto Comte y continuados por Emilio Durkheim en relación a la científicización de los fenómenos sociales, a partir del modelo que ofrecen las ciencias naturales donde tiene notoria preeminencia la medición y por tanto lo cuantitativo, con pretensión de exactitud. (Hernández Sampieri, 2003). Los segundos, por su parte, buscan comprensión por medio de métodos como la observación participante, la entrevista en profundidad y otros, que generan datos descriptivos, apuntando a lo que Max Weber denomina *verstehen*, o sea comprensión en de los motivos y creencias que están detrás de las acciones de la gente. (Taylor y Bodgan, 1987).

En tanto, la investigación en esta tesis tiene un carácter esencialmente cualitativo, se considera pertinente tomar una de las caracterizaciones formuladas en la bibliografía para este tipo de enfoques. En este caso, la siguiente es un recorte de la que presentan Taylor y Bodgan (1987), la que se retomará en el apartado siguiente cuando se establezcan acuerdos y desacuerdos en relación al enfoque elegido en esta tesis y las decisiones teórico-metodológicas asumidas:

1. *“La investigación cualitativa es inductiva. Los investigadores desarrollan conceptos, intelecciones y comprensiones partiendo de pautas de los datos, y no recogiendo datos para evaluar modelos, hipótesis o teorías preconcebidos”.*
2. *“En la metodología cualitativa el investigador ve al escenario y a las personas en una perspectiva holística; las personas, los escenarios o los grupos no son reducidos a variables, sino considerados como un todo”.*
3. *“Los investigadores cualitativos son sensibles a los efectos que ellos mismos causan sobre las personas que son objeto de su estudio. Se ha dicho de ellos que son naturalistas. Es decir que interactúan con los informantes de un modo natural y no intrusivo. En la observación participante tratan de no desentonar en la estructura, por lo menos hasta que han llegado a una comprensión del escenario. En las entrevistas en profundidad siguen el modelo de una conversación normal, y no de un intercambio formal de preguntas y respuestas. Aunque los investigadores cualitativos no pueden eliminar sus efectos sobre las personas que estudian, intentan controlarlos o reducirlos a un mínimo, o por lo menos entenderlos cuando interpretan sus datos (Emerson, 1983).”*

4. *“Los investigadores cualitativos tratan de comprender a las personas dentro del marco de referencia de ellas mismas. Para la perspectiva fenomenológica y por lo tanto para la investigación cualitativa es esencial experimentar la realidad tal como otros la experimentan. Los investigadores cualitativos se identifican con las personas que estudian para poder comprender cómo ven las cosas”.*

5. *“El investigador cualitativo suspende o aparta sus propias creencias, perspectivas y predisposiciones”.*

6. *“Para el investigador cualitativo, todas las perspectivas son valiosas. Este investigador no busca "la verdad" o "la moralidad" sino una comprensión detallada de las perspectivas de otras personas”.*

7. *“Los investigadores cualitativos dan énfasis a la validez en su investigación. Los métodos cualitativos nos permiten permanecer próximos al mundo empírico (Blumer, 1969). Están destinados a asegurar un estrecho ajuste entre los datos y lo que la gente realmente dice y hace. Observando a las personas en su vida cotidiana, escuchándolas hablar sobre lo que tienen en mente, y viendo los documentos que producen, el investigador cualitativo obtiene un conocimiento directo de la vida social, no filtrado por conceptos, definiciones operacionales y escalas clasificatorias [...] Esto no significa decir que a los investigadores cualitativos no les preocupa la precisión de sus datos. Un estudio cualitativo no es un análisis impresionista, informal,; basado en una mirada superficial a un escenario o a personas. Es una pieza de investigación sistemática conducida con procedimientos rigurosos, aunque no necesariamente estandarizados”.*

3.2. EL PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO EN ESTA INVESTIGACIÓN

Como señalan Swann y Pratt (2003, pp.3-4), todo aquello que se hace en términos de investigación se ve influenciado por las propias asunciones de quien investiga, tanto en relación al conocimiento como a la forma en que éste puede ser elaborado. Además estos autores sostienen que si bien puede hacerse investigación sin pensar en tales aspectos, esto definitivamente es un error, en tanto que trabajar sobre la base de asunciones falsas o equivocadas puede devenir en dificultades innecesarias e incluso en la obtención de resultados inválidos. Esto es especialmente relevante en una investigación como la que aquí se presenta, que trabaja justamente con las concepciones

de las personas respecto de qué es la ciencia, cómo se elabora y cómo se relaciona con todos los demás aspectos de la vida, en este caso de cómo influyen sus imágenes de ciencia al momento de enseñarla. Desde esa perspectiva, es ineludible que quien desarrolla esta investigación haga explícito su posicionamiento epistemológico, esto es, que defina desde qué lugar piensa y desarrolla la propia metodología investigativa, de no hacerlo incurriría seguramente en contradicciones e inconsistencias. Como se señaló en el capítulo 2 de esta tesis, tomamos partido por una visión de ciencia realista y racionalista moderada, enmarcada en una perspectiva basada en modelos. Por tanto, en términos de esa racionalidad hipotética moderada se definen los métodos a partir de los fines que se persiguen, de las necesidades que surgen al plantearse la resolución del problema de investigación. Así es que, en términos pragmáticos, las definiciones teórico-metodológicas tienen que ver con aquello que se quiere decir.

Entonces, sobre la caracterización de Taylor y Bodgan (1987) que se reseñara unos párrafos más atrás, del enfoque metodológico de esta investigación, esencialmente cualitativo, se puede afirmar lo siguiente:

1. No es a través de un proceso inductivo sobre los datos que se obtienen las categorías de análisis, sino que esos fragmentos de la realidad se transforman en hechos reconstruidos a través de la teoría. Es decir, son leídos desde los modelos teóricos y desde ellos cobran sentido, a partir de procesos de razonamiento de carácter abductivo (Samaja, 1993). Las categorías surgen del interjuego entre la teoría y la empiria.
2. Si bien la perspectiva elegida para la investigación contempla el escenario y los sujetos como un todo interrelacionado, las categorías permiten definir variables y subvariables que se expresan en indicadores como recortes de lo observado. Como herramienta de análisis que permite establecer estas relaciones, en esta investigación se han usado las redes sistémicas (Bliss y Ogborn, 1979).
3. Respecto del efecto que el investigador puede tener sobre su objeto de estudio, en este trabajo que se centra en la indagación de concepciones, es probable la aparición de respuestas informadas o políticamente correctas que no se correspondan con las representaciones o imágenes auténticas respecto de las cuestiones que se intenta elicitar. Y que es probable que la figura del investigador sugiera respuestas en función de lo que se supone que querría escuchar de parte del sujeto indagado. Por tanto, se pone el foco en el diseño de instancias que pongan al sujeto en situación de tener que responder a

partir de sus representaciones más genuinas, tratando de evitar el “efecto investigador” antes mencionado. Para ello, se recurre a la elaboración de incidentes críticos, o situaciones problema que evoquen experiencias donde se pongan en juego concepciones profundas.

4. Las observaciones de clase que se procuran para esta investigación justamente tienen que ver con la activación de las imágenes de ciencia en contextos específicos. Las situaciones didácticas que allí se dan, con los atravesamientos particulares que se suscitan, son los escenarios de donde emerge la imagen de ciencia enactiva.

5. Las creencias y perspectivas del investigador no pueden ser dejadas de lado. De hecho, las perspectivas del investigador se proyectan sobre lo que observa. La carga teórica de su observación es la que constituye a los hechos como hechos científicos (re) construidos.

6. El investigador busca comprender las perspectivas de las profesoras y profesores cuyas imágenes de ciencia investiga. Pero más allá de esto, esta mirada investigativa pretende representarse lo didáctico a través de modelos teóricos con la pretensión de explicar para poder intervenir didácticamente y cambiar la forma de pensar, decir y hacer del profesorado.

7. Taylor y Bodgan (1987) afirman que “[o]bservando a las personas en su vida cotidiana, escuchándolas hablar sobre lo que tienen en mente, y viendo los documentos que producen, el investigador cualitativo obtiene un conocimiento directo de la vida social, no filtrado por conceptos, definiciones operacionales y escalas clasificatorias”. Justamente, en los puntos anteriores se ha expresado que el conocimiento que se pretende obtener a partir de esta investigación sí está mediado y no es un conocimiento directo, en el sentido en que lo plantean los autores mencionados. Los datos comienzan a constituirse en evidencia cuando son reconstruidos a la luz de la teoría. Acordando en algún punto con lo que señalan otros autores en relación a la transferibilidad de los resultados, no se pretende la obtención de generalizaciones universales (Latorre Beltrán op.cit.), pero en tanto se procura modelizar en términos de representaciones o imágenes se espera trascender la descripción de casos particulares hacia ciertos grados de transferencia a otros contextos y situaciones.

3.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS INSTANCIAS METODOLÓGICAS PUESTAS EN JUEGO EN ESTA INVESTIGACIÓN

3.3.1. ACERCA DE LA POBLACIÓN ORIGINAL

Para esta investigación se eligió a un grupo de profesoras y profesores de Biología en tanto estudiantes de una Licenciatura en Enseñanza de la Biología en modalidad a distancia en una universidad privada. En el transcurso de la toma de datos para el estudio, las y los docentes estaban cursando la asignatura “Enseñanza de la Biología”, de la cual este investigador era el tutor a cargo. Se les hizo explícito a las y los potenciales participantes en el estudio que de ninguna manera era obligatorio intervenir en el mismo y que respecto de toda aquella información que se recabara sería preservando el anonimato de las y los participantes, como así también que nada de lo que surgiera se utilizaría con fines evaluativos o calificativos al interior de la asignatura y la licenciatura. En su totalidad, las profesoras y profesores de esta cohorte eran egresadas/os de institutos terciarios, de distintas regiones de la Argentina. Al momento del inicio de la indagación (segundo cuatrimestre del año 2010) llevaban cursadas las siguientes cuatro materias del ciclo propedéutico de la licenciatura: Epistemología General, Metodología de la Investigación, Procesos Cognitivos y Diseño de Sistemas de Enseñanza-Aprendizaje. Acordaron participar un total de 34 docentes, residentes en el las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Corrientes, Chaco, Misiones, Catamarca, La Rioja, Tucumán, Mendoza, San Luis y en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Todas las indagaciones realizadas para esta investigación se efectuaron antes que las profesoras y profesores cursaran la unidad didáctica referida a la Naturaleza de la Ciencia de la asignatura mencionada al comienzo de este párrafo.

3.3.2. LAS FASES DE LA INDAGACIÓN

En el proceso de relevamiento de datos para la investigación se pueden precisar tres etapas o fases, a saber:

- La primera fase: Comienzo de la indagación de la imagen de ciencia declarativa de las/los 34 docentes, a partir de la elección de un cuestionario tipo Likert, internacionalmente validado, con adaptaciones en función de la especificidad de la pregunta que guía la investigación. Validación del instrumento definitivo a partir de la triangulación con expertos. Selección de seis docentes en función de su representatividad respecto de los cruces categoriales.

- La segunda fase: Profundización de la indagación de la imagen de ciencia declarativa de las/los seis docentes seleccionadas/os a través de una entrevista elaborada a partir de los *campos teóricos estructurantes de la epistemología* y el diseño de incidentes críticos.

- La tercera fase: Indagación de la imagen de ciencia enactiva de las/los seis docentes a partir de las observaciones de clase.

3.3.2.1. LA PRIMERA FASE

En los capítulos anteriores se hizo referencia a los numerosos intentos de indagar la imagen de ciencia del profesorado, cristalizados en otros tantos instrumentos diseñados a tal fin. Como también se ha dicho en páginas anteriores, la mayoría de esos instrumentos han sido objeto de críticas, por ejemplo: a) en relación a la ambigüedad de las afirmaciones que se ponen a consideración del lector, b) en lo que respecta al posicionamiento epistemológico del autor del instrumento (y por supuesto, la calidad de la epistemología que hay detrás), c) en cuanto a la categorización de las respuestas emitidas y d) cuál es la versión de la naturaleza de la ciencia que se considera pertinente y necesaria para cada audiencia, en este caso el profesorado en formación y en ejercicio. A los fines que persigue esta fase de la investigación (esto es, caracterizar sin demasiado nivel de detalle a la población original en términos de imagen de ciencia, en grandes categorías, para poder luego elegir dentro de ellas a las profesoras y profesores con las/los que se continuará el estudio) la decisión metodológica consistió en la elección de un instrumento ya validado internacionalmente, que contemplara no sólo las concepciones sobre la NOS que tienen las/los docentes, sino también su posicionamiento respecto de la enseñanza de aspectos NOS. En ese sentido se eligió el *Views on Science and Education Questionnaire* (VOSE, Chen, 2006b) que se caracteriza en el siguiente apartado. Sobre la base de este instrumento se construyó la herramienta de indagación definitiva para esta fase, como se describirá más adelante.

EI VOSE⁸

El VOSE es planteado por el autor como superador de algunas inconsistencias y ambigüedades que tenía el instrumento sobre el cuál éste se construye: El VOSTS (del

⁸ La versión original (Chen, 2006b) se puede consultar en el Anexo

cual existe una versión en castellano: el COCTS⁹). Como el instrumento que le precede y otros de estilo similar, el VOSE está diseñado para abordar grandes poblaciones. Este instrumento consiste en una serie de afirmaciones acerca de la naturaleza de la ciencia que se ponen a consideración de los participantes que son sujetos de indagación. Para cada una de esas afirmaciones se debe expresar el grado de acuerdo o desacuerdo en función de una escala tipo Likert de cinco niveles: a) totalmente de acuerdo, b) de acuerdo, c) sin comentarios, d) en desacuerdo y e) totalmente en desacuerdo. Consta de 102 afirmaciones asociadas a un total de 19 ítems, encabezados cada uno de ellos por un párrafo en el que se presenta la cuestión objeto de consulta. Los 19 ítems recorren siete aspectos centrales de la NOS a saber:

1. Provisionalidad del conocimiento científico.
2. Naturaleza de la observación.
3. Métodos científicos.
4. Hipótesis, leyes y teorías.
5. Imaginación.
6. Validación del conocimiento científico
7. Objetividad y subjetividad en ciencia.

Además, el VOSE contempla cinco cuestiones en relación a la enseñanza de otros tantos aspectos NOS, concretamente el enseñar acerca de la provisionalidad del conocimiento científico, la naturaleza de la observación, el método científico, la relación entre teorías y leyes y la subjetividad en la ciencia.

Características de cada aspecto que el VOSE interpreta como especialmente relevantes para la educación científica¹⁰

1. Provisionalidad del conocimiento científico. Por un lado, el conocimiento científico es durable y no cambia fácilmente. Por otro lado, todo el conocimiento científico está sujeto al cambio. Dicho cambio podría tomar por lo menos dos formas, evolutiva (Popper, 1975/1998) o revolucionaria (Kuhn, 1970). El nuevo conocimiento puede

⁹ Manassero, Vázquez y Acevedo, 2003

¹⁰ La traducción es nuestra sobre el original de Chen (2006a)

surgir por refinamiento del conocimiento anterior a partir de nuevas evidencias o de interpretar los datos desde una nueva visión del mundo.

2. Naturaleza de observación. Las observaciones pueden verse afectadas por las anticipaciones de los observadores y sus preconceptos, es decir, las observaciones están cargadas de teoría.

3. Los métodos científicos. No existe un método científico universal. Los científicos aplican diferentes metodologías al investigar.

4. Hipótesis, leyes y teorías. Una hipótesis se utiliza generalmente para representar una teoría inmadura, una ley especulativa, o una predicción de los resultados experimentales (McComas, 1996). Una ley se utiliza para expresar lo que se ha observado y predecir lo que aún no se ha observado (Carnap 1966/1998). Una teoría se define de muchas maneras por los filósofos de la ciencia (Carnap, 1966/1998; Hacking, 1983; Radder, 2003; Suppe, 1977). En este texto, la teoría se define como una explicación de los fenómenos asociada a leyes de acuerdo con los *Benchmarks for Science Literacy* (American Association for the Advancement of Science, 1993). Además, los científicos crean teorías y leyes para interpretar y describir los fenómenos. Las teorías y las leyes son dos tipos diferentes de conocimiento. Ambas se sustentan en evidencias, pero unas no devienen en otras.

5. Imaginación. La imaginación es una fuente de innovación. Los científicos usan la imaginación para generar nuevos conocimientos científicos.

6. Validación de los conocimientos científicos. Se refiere a cómo es aceptada una teoría por la comunidad científica. En principio, el mérito de una teoría se evalúa sobre la base de resultados empíricos. Sin embargo, la comunidad científica también puede optar por una teoría a partir de aspectos como su sencillez y la reputación de los proponentes de la teoría. Además, el paradigma, como una forma particular de la práctica de la ciencia, como una visión del mundo particular, puede influir en el juicio de la comunidad científica para decidir entre teorías en competencia.

7. Objetividad y subjetividad en la ciencia. El conocimiento científico tiene base empírica. Los científicos tratan de tener la mente abierta y aplicar mecanismos como la revisión por pares y la triangulación de datos para mejorar la objetividad. Por otro lado, las creencias personales, los valores, la intuición, el juicio, la creatividad, la oportunidad

y la psicología juegan un papel en las actividades científicas. Además, la ciencia y los científicos están influenciados por la sociedad, la cultura y las normas en las que están formados e inmersos. Esta subjetividad puede reflejarse en sus observaciones, interpretaciones, uso de la imaginación y en la elección de teorías. En este texto, la subjetividad se utiliza para representar otros factores además de la objetividad y la racionalidad.

En relación a la categorización de las respuestas, Chen (2006b) define a las siguientes adscripciones como concepciones *naives* de la NOS:

- Las que aluden a un método científico universal.
- Las que sostienen que las leyes son más ciertas que las teorías.
- Las que apuntan a que la imaginación no se usa en la investigación científica.
- Las que dicen que la investigación científica no se ve influenciada por cuestiones socioculturales.
- Las que niegan la influencia de las creencias personales en la investigación científica.
- Las que afirman que las observaciones son independientes de la teoría.

Señala que el resto de las respuestas a las otras cuestiones son todas aceptables, y que depende del investigador, en función de lo que priorice, tendrá en cuenta la plausibilidad de las respuestas dadas.

Adaptaciones al VOSE: La conformación del cuestionario COCE

Como se ha señalado detalladamente en el capítulo 2 de esta tesis, los instrumentos más difundidos a nivel internacional para indagar concepciones NOS no suelen recuperar las formulaciones más actuales y vigentes de la epistemología contemporánea, y en ese sentido el VOSE no constituye una excepción. Su vertiente contextualista abrevia en versiones de la Nueva Filosofía de la Ciencia sin ir más allá. Es entonces, en tanto el posicionamiento que se ha expresado en el marco teórico, se consideró pertinente contemplar en el instrumento algunas afirmaciones que den cuenta de perspectivas basadas en modelos o modeloteóricas, habida cuenta del potencial que se les reconoce para la didáctica de las ciencias naturales, perspectivas que como se verá son retomadas en el diseño de las entrevistas. De esta manera, se realizaron las siguientes

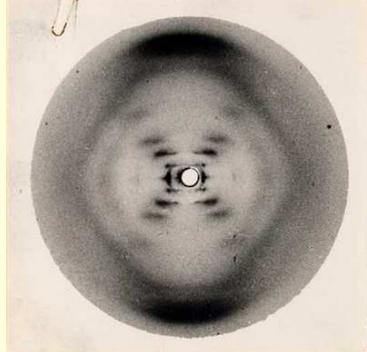
modificaciones al VOSE, constituyendo lo que de aquí en adelante se denominará “Cuestionario de Opiniones sobre la Ciencia y su Enseñanza” (COCE)¹¹:

- Se incorporaron dos cuestiones con afirmaciones que permiten remitirse a posturas vinculadas con una visión basada en modelos (Cuestiones 11 y 14 del COCE).

11. Las siguientes son algunas de las muchas caracterizaciones vigentes del conocimiento científico. ¿Cuáles de ellas priorizaría para enseñar a sus estudiantes? Marque su grado de acuerdo o desacuerdo con cada una.					
	TD	D	SC	A	TA
A. Mediante la investigación científica, el conocimiento acerca del mundo real progresa y esto permite acercarnos cada vez más a la verdad.					
B. La construcción de teorías científicas se apoya en representaciones abstractas del mundo natural.					
C. El saber científico es objetivo y general.					
D. Las representaciones científicas del mundo natural funcionan a modo de “imágenes” de la realidad.					
E. Los científicos y científicas, al hacer ciencia, siguen un método sistemático.					
F. El conocimiento científico está teñido por las ideas, valores, expectativas y prejuicios de los científicos/as.					
G. Una ciencia es un conjunto de teorías establecidas.					
H. Una ciencia es un conjunto de modelos consensuados.					
Comentarios:					

14. En las asignaturas de Biología muchas veces nos toca enseñar el episodio histórico de la “fotografía 51” de difracción de rayos X (que aquí le mostramos), tomada por Rosalind Elsie Franklin (1920-1958), científica inglesa experta en cristalografía. Es común tener que discutir con nuestros/as estudiantes las contribuciones de esta científica a la “carrera por el descubrimiento de la estructura del ADN”, de la que participaban Watson, Crick, Wilkins y otros científicos.

¹¹ Disponible en el anexo



Si alguna vez le tocó enseñar esta cuestión,

¿cuáles son las ideas más centrales que usted seleccionó para sus estudiantes? (Marque todas las opciones que le parezcan centrales y añada nuevas.)

Si todavía no ha enseñado el tema, pero le pidieran que lo enseñara,

¿cuáles serían las ideas más centrales que usted seleccionaría para sus estudiantes?

	TD	D	SC	A	TA
A. La imagen muestra la molécula de ADN.					
B. La fotografía tomada por Rosalind Franklin resultó decisiva para la dilucidación de la estructura del ADN.					
C. Esta técnica permitió a Watson y Crick descubrir la molécula de ADN.					
D. Postular una estructura de doble hélice para el ADN da cuenta satisfactoriamente de los datos que se infieren de la foto.					
E. La fotografía permitió por primera vez saber cómo era la verdadera estructura de la molécula de ADN.					
F. El uso de la foto en la investigación de Watson y Crick fue éticamente cuestionable.					
G. El caso es un buen ejemplo de la discriminación de la mujer en la historia de la ciencia.					
H. A Rosalind Franklin no le dieron el Premio Nobel por ser mujer.					
Comentarios:					

- Se agregaron dos cuestiones en relación con las finalidades de la enseñanza de las ciencias, particularmente cuando se destina a estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos (Cuestiones 15 y 16 del COCE).

15. Es un hecho bastante reconocido que la mayoría de las y los estudiantes que acceden a la escuela provenientes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos no siguen estudios superiores, y

generalmente esto se evidencia con fuerza en relación las carreras relacionadas con la ciencia. Es por ello que:					
	TD	D	SC	A	TA
A. La ciencia que se les enseñe a estos/as jóvenes no debería contemplar la preparación para seguir estudios superiores.					
B. Como se trata de jóvenes que están en desventaja en términos del capital cultural que la escuela legitima, habría que apuntar a enseñarles una ciencia más sencilla, más simplificada.					
C. Se debería tratar de enseñarles sólo aquello que puedan entender, como para poder desempeñarse en la vida.					
D. Sería mucho más productivo para ellos/as y para la sociedad que aprendieran un oficio.					
E. Un profesor/a enseña los mismos contenidos a todos y todas, sin importar el tipo de escuela que se trate, ni la extracción socioeconómica de sus estudiantes.					
F. Un profesor/a enseña de la misma forma a todos y todas, sin importar el tipo de escuela que se trate, ni la extracción socioeconómica de sus estudiantes.					
Comentarios:					

16. Es bastante frecuente que sólo unos pocos alumnos/as se sientan atraídos/as por las clases de ciencias mientras que la mayoría se aburren, les resulta difícil y pierden el entusiasmo. Todo esto es aún más marcado en las escuelas secundarias de orientación no científica. Es por ello que:					
	TD	D	SC	A	TA
A. En las escuelas de orientación no científica no debería tenerse en cuenta la preparación para estudios superiores en ciencias como finalidad.					
B. Sí, tendría sentido preparar para estudios superiores en ciencias a los/las estudiantes que dentro de esos cursos sí manifiesten un interés genuino por la ciencia.					
C. Como las escuelas de orientación no científica tienen una carga horaria mucho más baja en horas de ciencias, evidentemente no puede ser la misma calidad que la de la ciencia que se enseña en escuelas de orientación científica.					
D. A las escuelas de orientación no científica suelen ir las/los estudiantes que ya, desde el vamos, o no les interesa la ciencia o son aquellos/as quienes afirman que la ciencia “no es para ellos/as” por su propia dificultad. Por tanto, tenemos que adaptar la ciencia que enseñamos, de manera de quedarnos con una ciencia escolar mucho más simplificada.					
E. Así como una persona alfabetizada es aquella que ha logrado poder leer y escribir, una persona alfabetizada científicamente es aquella que puede llegar a entender los conceptos					

más básicos de la ciencia. Esta finalidad es la que debería prevalecer en las escuelas de orientación no científica.					
Comentarios:					

- Del VOSE original se eliminaron las cuestiones 6 y 7 para construir el COCE. La 6 que hace referencia al carácter “descubierto” o “inventado” de las leyes. Y la 7, que indaga acerca del mayor sustento en la evidencia que tendrían las teorías respecto de las leyes o viceversa.

De tal manera que el COCE termina siendo un instrumento que plantea en total 16 cuestiones: ocho de ellas que apuntan a indagar concepciones acerca de la NOS, seis que preguntan acerca de la enseñanza de aspectos NOS y finalmente dos que se relacionan con las finalidades de la educación científica destinada a estudiantes provenientes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos.

Acerca del tratamiento de las respuestas

Como se mencionó unos párrafos atrás, el VOSE fue pensado para indagar concepciones y actitudes en grandes poblaciones, en tanto la escala Likert facilita el procesamiento de las respuestas de los encuestados y los resultados pueden ser sometidos a tratamiento estadístico. Si bien el COCE mantiene la estructura del VOSE y se podría también someter los resultados al análisis estadístico, eso no es lo prioritario para esta fase de la investigación, que, como se dijo, apunta a la caracterización de la población original a grandes rasgos para facilitar la elección de los casos con los que se continuará trabajando. Es por ello que resultó suficiente recurrir a acumulados de respuestas por categoría y a la utilización de promedios en algunas instancias. En el mismo sentido, los cinco grados de la escala Likert planteados originalmente en el instrumento para cada una de las afirmaciones fueron reducidos a tres: 1) “Totalmente en desacuerdo” + “En desacuerdo”, 2) “Sin Contestar” y 3) “Totalmente de acuerdo” + “De acuerdo”.

Categorización de las respuestas

Acerca de concepciones NOS

A partir de las consideraciones que hace Chen (2006a,b) y mediante consulta de opinión a tres investigadores en el campo de las vinculaciones entre la didáctica y la epistemología, se procedió a clasificar las respuestas al cuestionario COCE referidas a concepciones NOS y sobre la enseñanza de aspectos NOS en dos grandes categorías “contextualistas” y “empiro-positivistas”, de las que hemos dado cuenta en el marco teórico de esta tesis.

Para mostrar estas adscripciones, a continuación se muestra la categorización para cada afirmación del COCE asumiendo una respuesta de acuerdo a las mismas:

	Empiro-positivistas
--	---------------------

	Contextualistas
--	-----------------

1. Cuando surgen dos teorías diferentes para explicar el mismo fenómeno (por ejemplo, los fósiles de los dinosaurios), los científicos/as ¿aceptarán las dos teorías, al mismo tiempo?

A. Sí, porque los científicos/as todavía no pueden decir objetivamente que una de ellas es mejor, por lo que aceptarán ambas provisionalmente.

B. Sí, porque las dos teorías puede dar explicaciones desde diferentes perspectivas, no están bien o mal.

C. No, porque los científicos/as tienden a aceptar la teoría con la cual están más familiarizados.

D. No, porque los científicos/as tienden a aceptar la teoría más simple y evitar teorías complejas.

E. No, el status académico de los que proponen la teoría influirá en la aceptación por parte de los científicos/as.

F. No, los científicos/as tienden a aceptar las nuevas teorías que se apartan menos del núcleo de la teoría científica contemporánea.

G. No, los científicos/as utilizan su intuición para hacer juicios.

H. No, porque sólo hay una verdad, los científicos/as no aceptarán ninguna teoría antes de distinguir cuál es la mejor.

2. Las investigaciones científicas son influenciadas por los valores socioculturales

A. Sí, los valores socioculturales influyen en la dirección y los temas de las investigaciones científicas.

B. Sí, porque los científicos/as que participan en investigaciones científicas son influenciados

por los valores socioculturales.
C. No, los científicos/as con una buena formación se mantendrán libres de valores al llevar a cabo la investigación.
D. No, porque la ciencia requiere de objetividad, que es contraria a los valores socioculturales y la subjetividad.
3. Cuando los científicos/as están llevando a cabo su investigación, ¿usan su imaginación?
A. Sí, la imaginación es la principal fuente de innovación.
B. Sí, los científicos/as usan relativamente su imaginación en la investigación científica.
C. No, la imaginación no es coherente con los principios lógicos de la ciencia.
D. No, la imaginación puede llegar a ser un medio para un científico/a para probar su punto a toda costa.
E. No, la imaginación carece de fiabilidad.
4. Aun cuando las investigaciones científicas se llevan a cabo correctamente, la teoría propuesta todavía se pueden desmentir en el futuro.
A. La investigación científica se enfrentará a cambios revolucionarios, y la vieja teoría será reemplazada.
B. Los avances científicos no se puede hacer en poco tiempo. Es a través de un proceso acumulativo, por lo que la vieja teoría se mantiene.
C. Con la acumulación de datos e información, la teoría se desarrollará más precisa y completa, al no ser refutada.
5. ¿Es la teoría científica (por ejemplo, la selección natural, la teoría atómica) "descubierta" o "inventada" por los científicos/as a partir de la naturaleza?
A. Descubierta, porque la idea estuvo ahí todo el tiempo para ser descubierta.
B. Descubierta, porque se basa en hechos experimentales.
C. Algunos científicos/as descubren una teoría por accidente, pero otros científicos/as pueden inventar una teoría a partir de hechos conocidos.
D. Inventada, ya que una teoría es una interpretación de hechos experimentales, y los hechos experimentales son descubiertos por los científicos.
E. Inventada, ya que una teoría es creada o elaborada por los científicos/as.
F. Inventada, ya que una teoría puede ser refutada.
6. Las observaciones de los científicos/as están influenciadas por las creencias

personales (por ejemplo, experiencias personales, presunciones), por lo tanto diferentes científicos/as puede que no hagan las mismas observaciones a partir del mismo experimento.

A. Las observaciones serán diferentes, porque diferentes creencias conducen a diferentes expectativas que influyen en la observación.

B. Las observaciones serán las mismas, porque los científicos/as formados en el mismo campo tienen ideas similares.

C. Las observaciones serán las mismas, porque a través de su formación científica los científicos/as están entrenados para dejar de lado los valores personales y llevar a cabo observaciones objetivas.

D. Las observaciones serán las mismas, ya que una observación es exactamente lo que vemos y nada más. Los hechos son los hechos. Las interpretaciones pueden ser diferentes de una persona a otra, pero las observaciones deben ser las mismas.

E. Las observaciones serán las mismas. A pesar de que la subjetividad no puede evitarse por completo en la observación, los científicos usan diferentes métodos para verificar los resultados y mejorar la objetividad.

7. La mayoría de los científicos utilizan el método científico universal, paso a paso, para hacer la investigación (es decir, proponer una hipótesis, diseñar un experimento, recoger datos y sacar conclusiones).

A. El método científico asegura de forma válida, clara, lógica y precisa los resultados. Por lo tanto, la mayoría de los científicos/as siguen el método universal en la investigación.

B. La mayoría utiliza el método científico, ya que es un procedimiento lógico.

C. El método científico es útil en la mayoría de los casos, pero no garantiza resultados, por lo tanto, los científicos/as inventan nuevos métodos.

D. No hay algo llamado método científico. Los científicos/as usan cualquier método para obtener resultados.

E. No existe un método científico único; el conocimiento científico puede ser descubierto por casualidad.

F. No importa cómo se obtienen los resultados, los científicos/as usan el método científico para comprobarlo.

ACERCA DE LO QUE CREE UD. QUE HAY QUE ENSEÑARLES A LAS/LOS ESTUDIANTES SOBRE LA CIENCIA (Y DE CÓMO ENSEÑARLO)

8. Los/las estudiantes de la escuela secundaria deben aprender el procedimiento del método científico.

A. Sí, para adquirir pautas de trabajo.

B. Sí, porque son aún incapaces de dar con métodos más apropiados.

C. Sí, deberían aprender lo que hacen los científicos/as.
D. Sí, porque el método científico es el mejor método que los científicos/as han desarrollado hasta ahora.
E. Sí, ayuda a los/las estudiantes a aprender una forma objetiva de hacer ciencia.
F. Sí, podría ayudar a los/las estudiantes a entender la esencia de la ciencia.
G. No, nosotros/as no sólo deberíamos enseñar un método científico, sino que se debería propiciar que los/las estudiantes tengan la oportunidad para pensar y desarrollar sus propios métodos.
H. No, no existe algo llamado método científico.
I. No, profesores/as y estudiantes juntos deberían proponer diferentes métodos de investigación.
9. En las clases de ciencia de la escuela secundaria, cuando los/las estudiantes están observando el mismo evento, el profesor/a debería esperar que todos/as lleguen a las mismas conclusiones.
A. Sí, el profesor/a debe guiar a los/las estudiantes para llevar a cabo observaciones objetivas y así obtener resultados idénticos.
B. Sí, si los/las estudiantes son lo suficientemente cuidadosos/as, deben acceder a las mismas conclusiones.
C. Sí, los hechos experimentales no deben diferir entre personas, por lo tanto no importa quien hace la observación, el resultado siempre será el mismo.
D. No, la observación se verá afectada por las ideas previas de los/las estudiantes.
E. No, el profesor/a debe discutir con los/las estudiantes cómo la observación puede verse afectada por las ideas previas.
10. Los/las estudiantes deben entender que el conocimiento científico puede cambiar.
A. Sí, así se dan cuenta de la verdadera naturaleza de la ciencia.
B. Sí, así se dan cuenta de la razón por la que la ciencia avanza.
C. No, eso hará disminuir en los/las estudiantes el interés en el aprendizaje de la ciencia.
D. No, eso hará disminuir en los/las estudiantes la aceptación de la ciencia.
E. No, los/las estudiantes sólo necesitan aprender acerca de los fundamentos invariables de los conocimientos científicos.
11. Las siguientes son algunas de las muchas caracterizaciones vigentes del conocimiento científico. ¿Cuáles de ellas priorizaría para enseñar a sus estudiantes? Marque su grado de acuerdo o desacuerdo con cada una.

- A. Mediante la investigación científica, el conocimiento acerca del mundo real progresa y esto permite acercarnos cada vez más a la verdad.
- B. La construcción de teorías científicas se apoya en representaciones abstractas del mundo natural.
- C. El saber científico es objetivo y general.
- D. Las representaciones científicas del mundo natural funcionan a modo de "imágenes" de la realidad.
- E. Los científicos y científicas, al hacer ciencia, siguen un método sistemático.
- F. El conocimiento científico está teñido por las ideas, valores, expectativas y prejuicios de los científicos/as.
- G. Una ciencia es un conjunto de teorías establecidas.
- H. Una ciencia es un conjunto de modelos consensuados.

Por favor, lea atentamente la siguiente historia sobre dos científicos antes de contestar a las dos preguntas.

Es el año 2016. Alpha y Beta son investigadores en un centro de biotecnología, y están investigando la selección y la transferencia de genes. Si su proyecto tiene éxito, los seres humanos estarán libres de limitaciones congénitas. Además de la prevención total de las enfermedades hereditarias, las personas serán libres de elegir y transferir genes favorables. La humanidad nunca volverá a tener deficiencias congénitas hereditarias. La investigación ya está en el último paso, pero el público en general se opone a ello e incluso la propia institución tiene la intención de recortar el presupuesto. De hecho, Alpha ya está comenzando a cuestionar la continuación de la investigación. Alpha es una persona cristiana, que cree que Dios otorgó características diversas a todos los seres humanos. Así, aunque las personas nacen con diversas enfermedades y deficiencias, la diversidad y la imprevisibilidad de la humanidad es lo que ha hecho que sea como es. Alpha no cree que el desarrollo científico deba cambiar la esencia fundamental de un ser humano. Por lo tanto, cuando los valores socioculturales y las creencias de la ciencia están en conflicto, la elección debe hacerse con base en los valores socioculturales ya que los valores últimos de la ciencia se basan en la "persona" misma.

Sin embargo, Beta no piensa de esta manera. Beta cree que la naturaleza de la ciencia es absolutamente objetiva, y que los valores socioculturales son como las preferencias de la gente, siempre cambiando con el entorno social, y constituyen una representación muy subjetiva de los valores. En otras palabras, la investigación que es rechazada hoy por valores socioculturales, podría convertirse en una aspiración de mañana. Por lo tanto, es absurdo abandonar la objetividad constante de la naturaleza de la ciencia sólo por un valor subjetivo y fugaz. Beta y Alpha empezaron a luchar por esta temática. Finalmente, Alpha decide retirarse de la investigación y Beta opta por continuar su desarrollo. Puesto que Alpha reconoce que las técnicas de investigación que desarrolló en este tiempo son muy valiosas y no le parece que sea pertinente abandonarlas, Alpha cambia sus intereses de investigación a la selección de genes y su transferencia en plantas, en un intento para elegir un tema aceptado por los valores socioculturales dominantes. En ese marco, y a través de un desarrollo exitoso, transfiere los genes contra el cáncer de *Taxus mairei* al centeno, creando un centeno contra

el cáncer. Mirando atrás, Alpha no se arrepiente de haberse retirado del proyecto y considera que aunque la naturaleza de la ciencia pueda ser objetiva, la manifestación de los valores deberían volver a la esencia fundamental de los seres humanos.

Betta, continuando en el proyecto original, ha obtenido éxito en investigación animal, con el propósito de seguir la investigación en seres humanos. Betta no se arrepiente de la elección, incluso trabaja más intensamente en el proyecto porque cree que esta historia no termina aquí. La naturaleza y el valor de toda la investigación se revelará en el futuro. Piensa que hay que dejar que juzgue la historia, más allá de los valores socioculturales contemporáneos.

12. Desde la perspectiva de la educación científica, ¿qué podrían aprender los/las estudiantes de secundaria de estos dos científicos?

A. Alpha: Los científicos/as deben apelar a su conciencia al hacer investigación.

B. Alpha: Hay que tener en cuenta tanto la investigación científica y los valores sociales al mismo tiempo.

C. Alpha: La investigación científica no puede estar totalmente separada de los valores socioculturales.

D. Alpha: Hay que tener respeto por la diversidad de personas.

E. Betta: La investigación científica debe estar completamente separada de las creencias personales.

F. Betta: La investigación científica debe ser completamente independiente de los valores sociales subjetivos.

G. Ninguno de los dos es un buen ejemplo para aprender, porque en los cursos de ciencias no deberíamos ocuparnos de la cuestión de los valores.

13. Desde la perspectiva de la naturaleza de la ciencia, ¿Con qué aspectos del pensamiento de A y B está usted de acuerdo?

A. Alpha: Los científicos/as deberían apelar a su conciencia al hacer investigación.

B. Alpha: Hay que tener en cuenta tanto la investigación científica y los valores sociales al mismo tiempo.

C. Alpha: La investigación científica no puede estar totalmente separada de los valores socioculturales.

D. Alpha: Hay que tener respeto por la diversidad de personas.

E. Betta: La investigación científica debe estar completamente separada de las creencias personales.

F. Betta: La investigación científica debe ser completamente independiente de los valores sociales subjetivos.

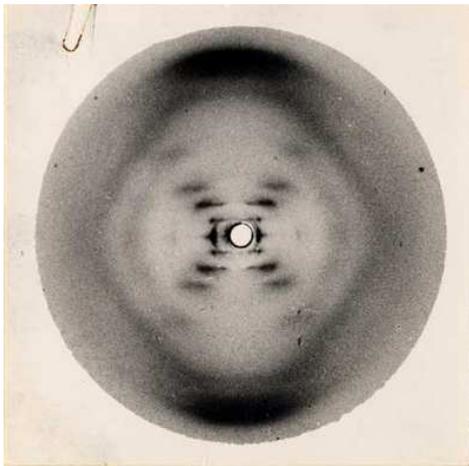
G. Betta: Hay que persistir en el valor más alto de la ciencia, que es la búsqueda de la verdad.

H. Ambos, ya que ambos tienen espíritu científico a pesar de que están influenciados por los valores

personales.

I. Ninguno, no son lo suficientemente objetivos, ya que están influenciados por sus creencias y valores personales.

14. En las asignaturas de Biología muchas veces nos toca enseñar el episodio histórico de la “fotografía 51” de difracción de rayos X (que aquí le mostramos), tomada por Rosalind Elsie Franklin (1920-1958), científica inglesa experta en cristalografía. Es común tener que discutir con nuestros/as estudiantes las contribuciones de esta científica a la “carrera por el descubrimiento de la estructura del ADN”, de la que participaban Watson, Crick, Wilkins y otros científicos.



Si alguna vez le tocó enseñar esta cuestión,

¿cuáles son las ideas más centrales que usted seleccionó para sus estudiantes? (Marque todas las opciones que le parezcan centrales y añada nuevas.)

Si todavía no ha enseñado el tema, pero le pidieran que lo enseñara,

¿cuáles serían las ideas más centrales que usted seleccionaría para sus estudiantes?

A. La imagen muestra la molécula de ADN.

B. La fotografía tomada por Rosalind Franklin resultó decisiva para la dilucidación de la estructura del ADN.

C. Esta técnica permitió a Watson y Crick descubrir la molécula de ADN.

D. Postular una estructura de doble hélice para el ADN da cuenta satisfactoriamente de los datos que se infieren de la foto.

E. La fotografía permitió por primera vez saber cómo era la verdadera estructura de la molécula de ADN.

F. El uso de la foto en la investigación de Watson y Crick fue éticamente cuestionable.

G. El caso es un buen ejemplo de la discriminación de la mujer en la historia de la ciencia.

H. A Rosalind Franklin no le dieron el Premio Nobel por ser mujer.

Acerca de las finalidades de la educación científica a jóvenes de contextos desfavorecidos

Las cuestiones 15 y 16 del COCE sirvieron para categorizar a las y los docentes en función de sus miradas deficitarias o democráticas respecto a la enseñanza de las ciencias dirigida a estudiantes provenientes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos. Las afirmaciones fueron discutidas con cinco investigadores e investigadoras en didáctica de las ciencias naturales, lo que permitió descartar dos de ellas en función de la ambigüedad que presentaban.

Igual que se hizo para las cuestiones relacionadas con las concepciones NOS y su enseñanza, a continuación se categorizan los acuerdos a las afirmaciones, según sean deficitarias o democráticas.

	Democrático/ Inclusora
	De déficit / Asistencialista

	Afirmaciones descartadas a partir de la triangulación con expertos
--	--

15. Es un hecho bastante reconocido que la mayoría de las y los estudiantes que acceden a la escuela provenientes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos no siguen estudios superiores, y generalmente esto se evidencia con fuerza en relación las carreras relacionadas con la ciencia. Es por ello que:

A. La ciencia que se les enseñe a estos/as jóvenes no debería contemplar la preparación para seguir estudios superiores.

B. Como se trata de jóvenes que están en desventaja en términos del capital cultural que la escuela legítima, habría que apuntar a enseñarles una ciencia más sencilla, más simplificada.

C. Se debería tratar de enseñarles sólo aquello que puedan entender, como para poder desempeñarse en la vida.

D. Sería mucho más productivo para ellos/as y para la sociedad que aprendieran un oficio.

E. Un profesor/a enseña los mismos contenidos a todos y todas, sin importar el tipo de escuela que se trate, ni la extracción socioeconómica de sus estudiantes.

F. Un profesor/a enseña de la misma forma a todos y todas, sin importar el tipo de escuela que se trate, ni la extracción socioeconómica de sus estudiantes.

16. Es bastante frecuente que sólo unos pocos alumnos/as se sientan atraídos/as por las clases de ciencias mientras que la mayoría se aburren, les resulta difícil y pierden el entusiasmo. Todo esto es aún más marcado en las escuelas secundarias de orientación no científica. Es por ello que:

A. En las escuelas de orientación no científica no debería tenerse en cuenta la preparación para estudios superiores en ciencias como finalidad.

B. Sí, tendría sentido preparar para estudios superiores en ciencias a los/las estudiantes que dentro de esos cursos sí manifiesten un interés genuino por la ciencia.

C. Como las escuelas de orientación no científica tienen una carga horaria mucho más baja en horas de ciencias, evidentemente no puede ser la misma calidad que la de la ciencia que se enseña en escuelas de orientación científica.

D. A las escuelas de orientación no científica suelen ir las/los estudiantes que ya, desde el vamos, o no les interesa la ciencia o son aquellos/as quienes afirman que la ciencia “no es para ellos/as” por su propia dificultad. Por tanto, tenemos que adaptar la ciencia que enseñamos, de manera de quedarnos con una ciencia escolar mucho más simplificada.

E. Así como una persona alfabetizada es aquella que ha logrado poder leer y escribir, una persona alfabetizada científicamente es aquella que puede llegar a entender los conceptos más básicos de la ciencia. Esta finalidad es la que debería prevalecer en las escuelas de orientación no científica.

Selección de seis docentes para la profundización de los análisis

A partir de los resultados de aplicación del COCE se categorizó a las profesoras y profesores en relación a sus concepciones declarativas sobre la NOS y sobre las finalidades de la educación científica. A priori se esperó que hubiera profesores y profesoras cuya imagen de ciencia declarativa se corresponda con miradas predominantemente contextualistas y democráticas, y en el otro extremo, docentes donde prevalezcan posturas declarativas de corte empiro-positivista y de déficit. En la selección de seis profesores y profesoras se procuró que estuvieran representados los dos extremos con dos docentes en cada caso Y otras/os dos que se encontraran en

posiciones intermedias, sin una marcada definición para cada lado. Dentro del total de 34 docentes se eligieron seis que cumplieran con estas condiciones y además, desde una perspectiva pragmática, aquellas y aquellos a las/los que se pudiera acceder más fácilmente desde el punto de vista de su ubicación geográfica, pensando en el acceso a ellas/os para las entrevistas y para las observaciones de clase. Se eligieron seudónimos para identificar a las/los seis docentes, de manera tal de preservar el anonimato. Los nombres asignados fueron: Adela, Belén, Carlos, Ignacio, Inés y Viviana.

3.3.2.2. LA SEGUNDA FASE

La entrevista

Una vez elegidas y elegidos las y los docentes con los que se continuó la investigación, se buscó elicitarse más profundamente las concepciones que en términos declarativos empezaron a delimitarse al responder cada una/o de ellas/os el cuestionario COCE. En este sentido se procuró ver la coherencia entre la imagen que surge del COCE y lo que emerge de la entrevista.

El diseño

En lo que respecta a la profundización en la indagación de las concepciones NOS que portan las y los docentes, se acudió a los campos teóricos estructurantes de la epistemología que, como se señaló en el marco teórico, se constituyen en el marco propicio para plantear cuestiones epistemológicas con sentido para el profesorado, permitiéndoles conectar sus respuestas con implicaciones directas en la enseñanza de las ciencias naturales.

A continuación se presenta cada uno de los ítems abordados en la entrevista, en relación a los campos aludidos:

I. *correspondencia y racionalidad*

1. Uno de los términos más utilizados en Biología es el de *especie*. Según tu posición, ¿existen las especies?, o más bien, ¿existe la categoría de especie en la realidad? Y en el caso del concepto gen: ¿considerarás que hay algo en la realidad que se le corresponde?
2. La estructura del ADN tal como la propusieron Watson y Crick ¿Existía en la realidad antes de que ellos la propusieran?
3. ¿Cómo y de dónde crees que surgen las hipótesis en la ciencia? ¿Podrías ejemplificarlo?

II. *evolución y juicio*

4. Si tuvieras que representarte de alguna manera cómo es que cambia la ciencia en el tiempo ¿elegirías alguna/s de estas imágenes o propondrías otra?
 - a. Un montículo de arena que se va haciendo cada vez más y más alto.
 - b. Un juego electrónico donde si hacés las cosas bien vas pasando de nivel.
 - c. Una montaña rusa
 - d. Un velero en alta mar
 - e. Un avezado explorador adentrándose en territorios desconocidos¿En qué sentidos te parece que esa imagen da idea de la ciencia? ¿En qué sentidos no sería comparable?

III. *estructura y demarcación*

5. ¿Cómo le explicás a tus estudiantes qué es lo que hace que la biología sea una disciplina científica y qué la diferencia de otras ramas del saber no científico? Esa explicación ¿coincide con tu propia interpretación de lo que es la biología o creés que al enseñar matizás de alguna manera esa apreciación?

IV. *contextos y valores*

6. Se suele decir que una herramienta como el martillo es intrínsecamente buena, en cuanto a sus finalidades, más allá de que después algunas veces pueda usarse para agredir y no para clavar un clavo. ¿Te parece que la “metáfora del martillo” serviría para caracterizar a la ciencia?
7. Si tuvieras que elaborar una especie de “Manual del buen científico”: ¿Qué valores elegirías? ¿cómo los priorizarías?

V. *intervención y metodologías*

8. Qué importancia le asignás a la experimentación en biología? En consonancia con lo anterior, ¿qué importancia le das a la actividad experimental a la hora de enseñar Biología?
9. Muchos libros de texto de diferentes niveles muestran versiones más o menos parecidas del método científico. Incluso muchos científicos y científicas afirman que los pasos que establece el método son la garantía de estar haciendo bien las cosas en ciencia. ¿Qué pensás al respecto? ¿Cuál sería la importancia de enseñar el método científico en clase?

Seguidamente se muestran los ítems de la entrevista enfocados a elicitare las concepciones acerca de la enseñanza de las ciencias y las finalidades de la educación científica.

11. ¿Para qué enseñás Biología en la escuela secundaria? ¿Creés que la respuesta a la pregunta anterior varía si se trata de una escuela de orientación no científica en vez de una escuela con orientación en ciencias?

12. Cuando hacés el recorte de temas a enseñar para una escuela y un curso determinados, ¿de qué depende tu decisión de incluir algunos temas y relegar otros?

13. En los currículos de Biología de la enseñanza secundaria, la unidad temática correspondiente a metabolismo celular suele implicar importantes dificultades para los estudiantes en términos de apropiarse significativamente de los contenidos. Conceptos tales como glucólisis, ciclo de Krebs, cadena respiratoria, NAD, FAD, ATP, fosforilación oxidativa y otros, constituyen un “dolor de cabeza” para los alumnos y alumnas.

Supongamos que te toca “dar” el tema en una escuela de reconocido nivel académico, donde concurren estudiantes de clase media, y en otra escuela, donde los alumnos y alumnas que concurren son de una condición socioeconómica muy desfavorecida y que acceden a la escuela en términos desventajosos respecto del capital cultural legitimado por la escuela. ¿Qué harías?

- a) ¿Excluirías este tema en la segunda situación? ¿Lo cambiarías por otro?
- b) ¿Harías una adaptación de los temas para cada contexto? ¿En qué consistiría esa adaptación?
- c) ¿Harías un mismo abordaje del tema en ambas situaciones? ¿qué tipo de abordaje?

14. A continuación, dos fragmentos del diseño curricular de “Introducción a la Biología”, del cuarto año de la Educación Secundaria Superior, de la Provincia de Buenos Aires:

“En la clase de Biología los alumnos/as tendrán que utilizar en diferentes momentos algunas de las teorías estudiadas en años anteriores (como las teorías de la evolución, la celular y la cromosómica de la herencia). Las teorías son las formas mediante las cuales los científicos construyen las interpretaciones de los fenómenos. Por ser construcciones humanas con fines explicativos y predictivos, las teorías no son un “espejo de la realidad” sino una manera de interpretarla. En toda teoría conviven componentes que son observables (por ejemplo, que unos organismos se alimentan de otros) con otros no observables, de carácter abstracto o teórico (la existencia de un ciclo de materia y un flujo de energía a través de los distintos niveles tróficos) Estas “ideas teóricas” no se desprenden exclusivamente de la observación o la experimentación sino que son, también, producto de la imaginación. Sin embargo, no se trata de invenciones arbitrarias sino de ideas que se construyen para dar cuenta de los fenómenos que se desean explicar.

Para un ciudadano alfabetizado científicamente, el conocimiento de las teorías científicas es incompleto si no se conoce y entiende la manera en que han sido construidas, en un diálogo permanente entre las observaciones y las ideas teóricas. Sin embargo, las relaciones entre los componentes observables y teóricos, dentro de una teoría, son complejas y casi nunca evidentes. La tarea del docente será ofrecer múltiples oportunidades para que estas relaciones se pongan en evidencia.”

Objetivos de aprendizaje

- Interpretar las reacciones involucradas en los procesos de nutrición en términos de un reordenamiento de átomos que involucra procesos de transferencia de la energía acumulada en las uniones químicas.
- Relacionar las reacciones de síntesis con procesos que requieren energía y las de descomposición como procesos que la liberan.
- Representar las transformaciones que ocurren durante la fotosíntesis y la respiración, mediante esquemas y modelos analógicos; e interpretar modelos dados.
- Relacionar la necesidad de la nutrición con la de incorporación de fuentes de materia y energía indispensables para mantener la estructura y las funciones de los seres vivos en tanto son sistemas abiertos.
- Establecer relaciones entre las funciones de nutrición en el nivel celular y las de las distintas estructuras a nivel de tejidos, órganos y sistemas de órganos que contribuyen a ella en los organismos pluricelulares.
- Interpretar gráficos que representan la evolución de un proceso metabólico (reacciones catalizadas y no catalizadas, variación de la intensidad de la fotosíntesis en función de la cantidad de luz; etc.) y apelar a ellos para realizar explicaciones sobre dichos procesos.
- Explicar a partir de modelos sencillos de la acción enzimática, el rol y funcionamiento de catalizadores biológicos y reguladores de la velocidad y dirección de las principales reacciones que participan en el metabolismo.
- Analizar y describir los principales procesos vinculados a la nutrición desde el punto de vista del balance de materia y energía involucrados.
- Comparar los procesos de fotosíntesis y respiración con los de quimiosíntesis y fermentación respecto de las materias primas, los productos y el rendimiento energético total.
- Explicar en base a ejemplos el valor del conocimiento de las vías metabólicas de algunos microorganismos para su utilización en procesos productivos.

A la luz de los párrafos antes expuestos, que reflejan la incorporación de la naturaleza de la ciencia al currículo de biología:

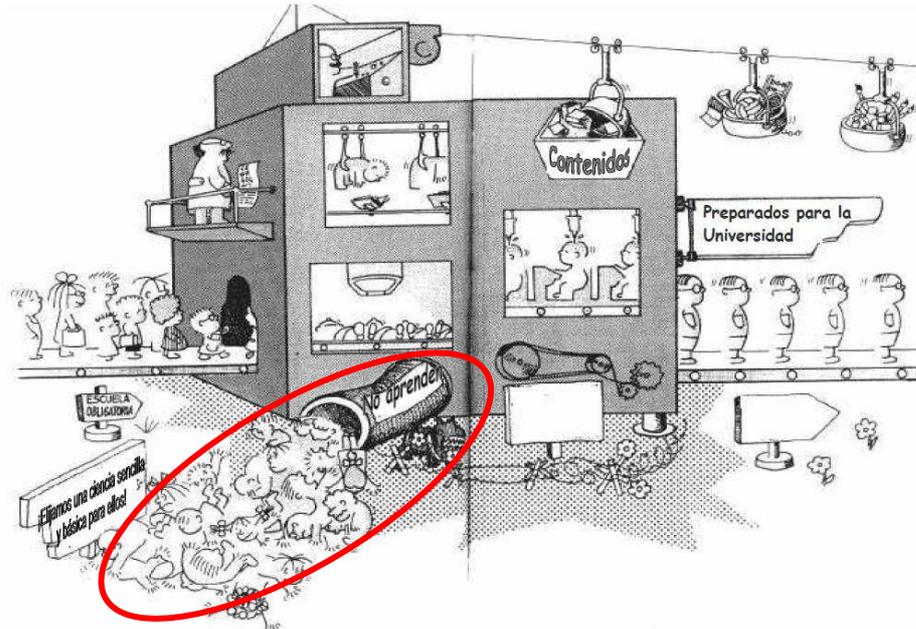
a. ¿Considera una perspectiva plausible el logro de algunos objetivos de aprendizaje que implican una serie de habilidades cognitivas y lingüísticas de alto nivel y ciertos prerrequisitos conceptuales, cuando se trata de chicos y chicas que llegan a la escuela secundaria superior en una desventaja importante por su extracción socioeconómica baja?

b. Una crítica bastante difundida respecto de los diseños curriculares es la elevada pretensión en cuanto a los temas y los enfoques que se sancionan en los mismos, como que no da lo mismo en cuanto a los diferentes tipos de escuela y los diferentes tipos de alumnos. ¿Cuáles son las evidencias que encuentra para sostener la crítica antes señalada?

15. A partir de la viñeta

Estos son los que no aprenden ciencia. ¿Qué cosas creés que no tienen o les falta? ¿Qué les impide aprender? Así como en la viñeta se ve el camino de los exitosos hacia carreras científicas ¿Qué destinos habría que priorizar para estos estudiantes? ¿De qué manera?

LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS



3.3.2.3. LA TERCERA FASE

Las observaciones de clase

Como etapa final del proceso de indagación, se procedió a observar las clases de las y los seis docentes a fin de elicitar la imagen de ciencia enactiva. La intención fue relevar todos aquellos aspectos que pudieran resultar significativos en relación con el posicionamiento explícito o implícito de las profesoras y profesores respecto a la ciencia y a las finalidades de la educación científica. Para ello se tomaron los siguientes registros:

- Grabación en audio de las clases, para registrar el discurso de la/el docente y las interacciones verbales entre docente y estudiantes.

- Registro escrito de las clases, para complementar los aspectos verbales del audio y para tomar nota de aspectos no verbales que puedan dar cuenta de las relaciones entabladas entre profesora o profesor y estudiantes en términos de imagen de ciencia, por ejemplo: tonos e inflexiones de voz, atenciones (y des-atenciones) diferenciadas a algunas/os alumnas/os en particular o grupos de alumnas/os, miradas o gestos que acompañan a algunas formas del lenguaje (ironías, sarcasmos, chistes, juegos de palabras).
- Recursos utilizados en las clases: Usos del pizarrón, dispositivos experimentales, textos utilizados con las/los estudiantes.
- Actividades planteadas a las/los estudiantes: Producidas por la/el docente o extraídas del libro de texto de referencia.

Paralelamente a los registros aludidos, se utilizó el Nature of Science Classroom Observation and Artifact Protocol (NOS-COP, Herman et al., 2011), un protocolo de observaciones de clase utilizado para dar cuenta del grado de implementación, implícita o explícita, de la NOS que las profesoras y profesores llevan adelante en sus clases, y de los enfoques utilizados a tal fin.

Tal como se describió en el apartado referido al planteamiento metodológico de esta investigación, los fragmentos de discurso y el resto de los elementos que se registraron (estos son, los datos) tomados a la luz del marco teórico, son los hechos reconstruidos que se constituyen en evidencia para el modelo. De tal manera, que el modelo está subdeterminado por la evidencia. Los datos en cuestión se transforman en evidencias, para poder así analizarlas y discutir las.

Obviamente, no todo lo registrado se transforma en evidencia para el modelo. Existe además un conjunto de información accesorio que no conforma imagen de ciencia, pero que al momento del análisis se constituye en condición de posibilidad para el desarrollo de alguna imagen de ciencia en particular, como ya se explicitará en el capítulo correspondiente.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS: PRESENTACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE LOS ANÁLISIS

4. 1. CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN DE DOCENTES ORIGINAL

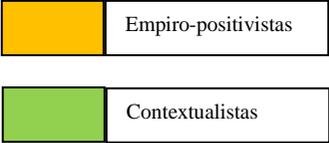
Las respuestas de las y los treinta y cuatro docentes al cuestionario COCE se incluyen en el Anexo. El análisis comprende, para todas las afirmaciones vinculadas a las dieciséis problemáticas planteadas por el instrumento, una reagrupación de las respuestas a la escala Likert de la siguiente forma: a) Acuerdo (que totaliza las respuestas “De Acuerdo” y “Totalmente de Acuerdo”), b) Desacuerdo (que acumula las respuestas “En Desacuerdo” y “Totalmente en Desacuerdo”) y c) Sin Comentarios. Se asume que las omisiones se corresponden también a una respuesta equiparable a ‘Sin Comentarios’, por lo cual se registran como tales. Las categorías de análisis para las respuestas a las dieciséis problemáticas planteadas son las originales que plantea Chen (2006) para su cuestionario VOSE, precursor del cuestionario que hemos aplicado aquí. En relación a las nuevas problemáticas que agregamos para constituir el cuestionario COCE (las problemáticas 11, 14, 15 y 16), la adecuación a las categorías de análisis se estableció a partir de un mecanismo de triangulación con investigadores/as idóneos/as en el campo de las vinculaciones entre la epistemología y la didáctica de las ciencias naturales.

4.1.1. El perfil de imagen de ciencia discursivo/declarativo de la población de docentes original

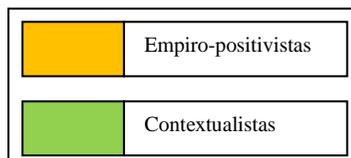
La tabla 4.1.1.a muestra la cantidad de docentes que manifiestan estar de acuerdo con las diferentes afirmaciones, agrupadas en función del aspecto NOS que abordan. Cada afirmación del COCE que allí se presenta se identifica con un número que hace referencia al número de problemática o cuestión donde se encuentra incluida (de las dieciséis que plantea el cuestionario), una letra mayúscula (de la A a la H, según el caso) que especifica a cuál de las afirmaciones asociadas a la cuestión se hace referencia, y, en algunos casos un superíndice “a” o “b” si se distingue un posicionamiento acerca de lo que la ciencia realmente es (“a”) o lo que debería ser (“b”)

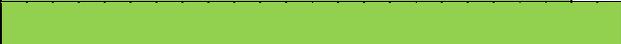
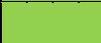
Tabla 4.1.1.a: Posicionamiento de la población de docentes original en relación a diferentes aspectos NOS

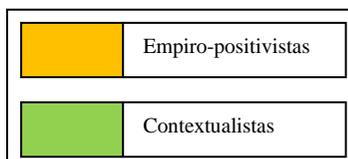
Posicionamiento de los/as docentes respecto de aspectos NOS				
Aspecto NOS	Posicionamiento			Nº de docentes de acuerdo (N= 34)
Provisionalidad	Revolucionario	4A	18	
	Acumulativo	4B	25	
		11A	26	
	Evolutivo	4C	26	
Naturaleza de la observación	Dependiente de Teoría	6A	15	
		6B	6	
		6E	24	
	Independiente de Teoría	6C	12	
		6D	18	
			18	
Correspondencia	Realismo metafísico	11D	21	
		14A	15	
		14C	24	
		14E	21	
	Realismo internalista	11B	18	
		14B	25	
		14D	18	
Representación	Teorías	11G	14	
	Modelos	11H	20	
		14D	18	
Método científico	Universal	7A	22	
		7B	26	
		7F	13	
		11E	21	
	Diversos	7C	12	
		7D	4	
		7E	20	



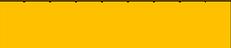
Posicionamiento de los/as docentes respecto de aspectos NOS				
Aspecto NOS	Posicionamiento			Nº de docentes de acuerdo (N= 34)
Naturaleza de las teorías	Descubiertas	5A	13	
		5B	21	
		14C	24	
	Inventadas	5D	14	
		5E	15	
		5F	15	
D. o I.	5C	25		
Uso de la imaginación	Sí	3A	20	
		3B	26	
	No	3C	7	
		3D	7	
		3E	10	
Validación del conocimiento científ.	Evidencia empírica	1A	25	
		1H	6	
	Paradigmas	1C	12	
		1F	6	
	Parsimonia	1D	1	
	Autoridad	1E	5	
	Intuición	1G	3	



Posicionamiento de los/as docentes respecto de aspectos NOS				
Aspecto NOS	Posicionamiento		Nº de docentes de acuerdo (N= 34)	
Subjetividad	Factores personales	1G ^a	3	
		6A ^a	15	
		11F ^a	22	
		13A ^b	24	
		13D ^b	23	
		14F	13	
		13H ^b	21	
	Infl. Sociocult.	2A ^a	18	
		2B ^a	17	
		13B ^b	22	
		13C ^b	30	
		14G	15	
	Imagin.	3A ^a	20	
		3B ^a	26	
Metod.	7D ^a	4		
Neutral		1B ^a	24	



Posicionamiento de los/as docentes respecto de aspectos NOS

Aspecto NOS	Posicionamiento		Nº de docentes de acuerdo (N= 34)	
Objetividad	No inf. Soc.	2C ^a	14	
		2D ^a	14	
		13F ^b	9	
	No imagin.	3C ^a	7	
		3E ^a	10	
	Bas.en hechos exp.	5B ^a	21	
		6D ^a	18	
	No infl. creenc.pers	6C ^a	12	
		13E ^b	7	
		13I ^b	6	
	Metod.	6E ^a	24	
		7A ^a	22	
		7B ^a	26	
	Por sobre todo	1A ^a	25	
1H ^a		6		
11C ^a		15		
13G ^b		28		

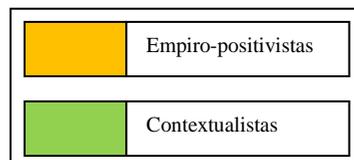
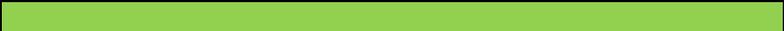
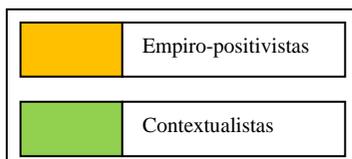
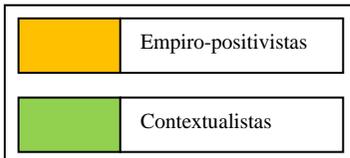


Tabla 4.1.1.b: Posicionamiento de la población de docentes original en relación a la enseñanza de aspectos NOS

Aspecto NOS	Actitud			Nº de docentes de acuerdo (N= 34)
Provisionalidad	Enseñar la provisionalidad del conocimiento científico	10A	31	
		10B	33	
	Evitar enseñar la provisionalidad del conocimiento científico	10C	0	
		10D	0	
		10E	1	
Naturaleza de las observaciones	Entrenar a los estudiantes a hacer observaciones objetivas	9A	9	
		9B	3	
		9C	1	
	Hacer notar que las observaciones están cargadas de teoría	9D	27	
		9E	27	
Métodos científicos	Enseñar el método científico universal	8A	28	
		8B	4	
		8C	16	
		8D	8	
		8E	26	
		8F	25	
	Promover la enseñanza de diferentes métodos	8G	20	
		8H	1	
		8I	16	



Aspecto NOS	Actitud			Nº de docentes de acuerdo (N= 34)
Subjetividad y objetividad	Enseñar la subjetividad			
	En cuanto a factores personales	12A	23	
		12D	30	
	En cuanto a influencias socioculturales	12B	25	
		12C	26	
	Énfasis en la objetividad			
	No influencia creencias personales	12E	7	
	No influencia factores socioculturales	12F	9	
No cuestión valores en aula ciencias	12G	2		



La tabla 4.1.1.b muestra la cantidad de docentes del total que manifiestan estar de acuerdo con determinados abordajes en la enseñanza de aspectos NOS.

La aplicación del COCE sirvió para categorizar a los/as profesores/as en función de sus posturas declarativas con respecto a la NOS y a la enseñanza. Lo que surge de esta etapa es lo que damos en llamar la *imagen de ciencia discursiva* del profesorado. En lo que respecta a las visiones acerca de la NOS, permitió encuadrar a los/as docentes en posturas *empiro-positivistas* (aquellas que pueden remitir al positivismo lógico, la concepción heredada o el racionalismo crítico) o *contextualistas* (las que se corresponden con la corriente denominada *nueva filosofía de la ciencia* y posteriores). En cuanto a los posicionamientos respecto de la enseñanza de las ciencias y las finalidades de la educación científica, sirvió para adscribir a los/as docentes a miradas de corte *democrático/incluidoras* o bien a miradas *de déficit/asistencialistas*.

Los resultados que se muestran en la tabla 4.1.1.c emergen del promedio de la cantidad de respuestas encuadrables en una u otra postura, dentro de las afirmaciones que corresponden a cada aspecto. El detalle de las mismas se muestra en la tabla 4.1.1.a. Por ejemplo, para el aspecto denominado “naturaleza de las teorías”, el cuestionario presenta siete afirmaciones: en tres de ellas, el acuerdo supone adscribir a una postura empiro-positivista, mientras que en las restantes cuatro, el acuerdo significa adscripción a una visión contextualista. Entonces, el valor tabulado para “empiro-positivistas” surge de promediar la cantidad de acuerdos con cada una de las tres afirmaciones antedichas, en tanto que el valor para “contextualistas” surge de hacer lo mismo con las otras cuatro afirmaciones. No han sido tomados en cuenta para este análisis los “no sabe” o “no contesta”.

Tabla 4.1.1.c: Promedio de respuestas encuadrables en cada postura, discriminadas por cada aspecto NOS abordado

Aspecto NOS	Promedio de respuestas	
	Empiropositivista	Contextualista
Provisionalidad	26	18
Naturaleza de la observación	15	15
Correspondencia	20	20
Representación	14	19
Método	27	12
Naturaleza de las teorías	19	17
Imaginación	8	23
Validación	16	5
Subjetividad / Objetividad	16	18
Promedio general	17,9	16,3

Los resultados que se exponen en la tabla 4.1.1.d se construyeron de la misma manera que los de la tabla 4.1.1.c, utilizando para ello los valores que arroja la tabla 4.1.1.b

Tabla 4.1.1.d: Promedio de respuestas encuadrables en cada postura, discriminadas en función de cómo interpretan que deba ser abordado cada aspecto NOS en la enseñanza de las ciencias naturales

Actitudes hacia la enseñanza de aspectos NOS	Promedio de respuestas	
	Empiropositivista	Contextualista
Provisionalidad	0	32
Naturaleza de la observación	4	27
Método científico	18	12
Subjetividad / Objetividad	6	25

4.1.2. La postura declarativa de la población de docentes original frente a la enseñanza de las ciencias y las finalidades de la educación científica para estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos

El COCE plantea en dos cuestiones (nº 15 y nº 16) el posicionamiento respecto de la enseñanza de las ciencias para estudiantes de contextos socialmente desfavorecidos y la enseñanza de las ciencias en escuelas de orientación no científica. En la tabla 4.1.2.a se muestra qué es lo que declaran en promedio los/as docentes cuando se categorizan sus

respuestas en una visión de déficit o en una visión democrática. Los promedios tabulados que se muestran en la tabla 4.1.2.b se obtuvieron de la manera que ha sido descrita para las tablas 4.1.1.c y 4.1.1.d.

Tabla 4.1.2.a: Posicionamiento de la población de docentes original respecto de la enseñanza de las ciencias para estudiantes de contextos socialmente desfavorecidos y respecto de la enseñanza de las ciencias en escuelas de orientación no científica

15. Es un hecho bastante reconocido que la mayoría de las y los estudiantes que acceden a la escuela provenientes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos no siguen estudios superiores, y generalmente esto se evidencia con fuerza en relación las carreras relacionadas con la ciencia. Es por ello que:			
	Desac	SC	Acuerdo
A. La ciencia que se les enseñe a estos/as jóvenes no debería contemplar la preparación para seguir estudios superiores.	29	0	3
B. Como se trata de jóvenes que están en desventaja en términos del capital cultural que la escuela legítima, habría que apuntar a enseñarles una ciencia más sencilla, más simplificada.	27	2	3
C. Se debería tratar de enseñarles sólo aquello que puedan entender, como para poder desempeñarse en la vida.	28	1	5
D. Sería mucho más productivo para ellos/as y para la sociedad que aprendieran un oficio.	28	3	2
E. Un profesor/a enseña los mismos contenidos a todos y todas, sin importar el tipo de escuela que se trate, ni la extracción socioeconómica de sus estudiantes.	14	1	19
F. Un profesor/a enseña de la misma forma a todos y todas, sin importar el tipo de escuela que se trate, ni la extracción socioeconómica de sus estudiantes.	15	4	14

	Democrático/ Inclusora
	De déficit / Asistencialista

	Afirmaciones no tenidas en cuenta en el análisis (a partir de los resultados de la triangulación)
--	--

16. Es bastante frecuente que sólo unos pocos alumnos/as se sientan atraídos/as por las clases de ciencias mientras que la mayoría se aburren, les resulta difícil y pierden el entusiasmo. Todo esto es aún más marcado en las escuelas secundarias de orientación no científica. Es por ello que:			
	Desac.	SC	Acuerdo
A. En las escuelas de orientación no científica no debería tenerse en cuenta la preparación para estudios superiores en ciencias como finalidad.	25	3	5
B. Sí, tendría sentido preparar para estudios superiores en ciencias a los/las estudiantes que dentro de esos cursos sí manifiesten un interés genuino por la ciencia.	8	3	22
C. Como las escuelas de orientación no científica tienen una carga horaria mucho más baja en horas de ciencias, evidentemente no puede ser la misma calidad que la de la ciencia que se enseña en escuelas de orientación científica.	13	4	16
D. A las escuelas de orientación no científica suelen ir las/los estudiantes que ya, desde el vamos, o no les interesa la ciencia o son aquellos/as quienes afirman que la ciencia “no es para ellos/as” por su propia dificultad. Por tanto, tenemos que adaptar la ciencia que enseñamos, de manera de quedarnos con una ciencia escolar mucho más simplificada.	22	2	9
E. Así como una persona alfabetizada es aquella que ha logrado poder leer y escribir, una persona alfabetizada científicamente es aquella que puede llegar a entender los conceptos más básicos de la ciencia. Esta finalidad es la que debería prevalecer en las escuelas de orientación no científica.	8	2	24

	Democrático/ Inclusora
	De déficit / Asistencialista

	Afirmaciones no tenidas en cuenta en el análisis (a partir de los resultados de la triangulación)
--	--

Tabla 4.1.2.b: Promedio de respuestas encuadrables en cada postura, discriminadas en función de la enseñanza de las ciencias destinada a estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos u a estudiantes que asisten a escuelas de orientación no científica

Postura frente a la enseñanza de las ciencias y las finalidades de la educación científica	Promedio de respuestas	
	Visión de déficit/asistencialista	Visión democrático/inclusora
Respecto de jóvenes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos	5,4	26,2
Respecto de las escuelas de orientación no científica	9,5	21,0

4. 2. CARACTERIZACIÓN DE LAS Y LOS DOCENTES SELECCIONADOS/AS PARA PROFUNDIZAR EL ANÁLISIS: LA IMAGEN DE CIENCIA DECLARATIVA

Tal como se señalara en el capítulo 3 de esta investigación, se eligió una muestra de seis docentes del total de treinta y cuatro. Para ello se procuró que fuesen representativos de los diferentes cruces categoriales surgidos (empiro-positivista / contextualista x deficitaria / democrática). A partir de aquí se hará referencia a ellas y ellos a través de sus seudónimos: Adela, Belén, Carlos, Ignacio, Inés y Viviana.

4.2.1. El perfil de imagen de ciencia discursivo/declarativo de los/as docentes seleccionados/as

En la tabla 4.2.1.a se muestra la categorización de las respuestas al COCE de los/las profesores/as como empirio-positivistas o contextualistas, en un detalle personalizado de lo que se abordó globalmente en el ítem 4.1.1. Dichas respuestas acumuladas para cada docente se muestran en la tabla 4.2.1.b y en el gráfico 4.2.1.b.

Tabla 4.2.1.a: Posicionamiento de los/as seis docentes en relación a diferentes aspectos NOS

Posicionamiento de los docentes seleccionados respecto de aspectos NOS								
Aspecto NOS	Posicionamiento		ADELA	BELÉN	CARLOS	IGNACIO	INÉS	VIVIANA
Provisionalidad	Revol.	4A						
	Acumul.	4B						
		11A						
	Evol	4C						
Naturaleza de la observación	dep.T	6A						
		6B						
		6E						
	indep. T	6C						
		6D						
Correspondencia	Realismo metafísico	11D						
		14A						
		14C						
		14E						
	Realismo internalista	11B						
		14B						
		14D						
Representación	Teorías	11G						
	Modelos	11H						
		14D						
Método científico	Universal	7A						
		7B						
		7F						
		11E						
	Diversos	7C						
		7D						
		7E						

	Empiro-positivistas
	Contextualistas
	No sabe / No contesta

Posicionamiento de los docentes seleccionados respecto de aspectos NOS

Aspecto NOS	Posicionamiento		ADELA	BELÉN	CARLOS	IGNACIO	INÉS	VIVIANA
Naturaleza de las teorías	Descub.	5A						
		5B						
	Invent.	5D						
		5E						
		5F						
	D. o I.	5C						
Uso de la imaginación	Sí	3A						
		3B						
	No	3C						
		3D						
		3E						
Validación del conoc. científ.	Evid.emp	1A						
		1H						
	Paradig.	1C						
		1F						
	Parsim.	1D						
	Autorid.	1E						
	Intuic.	1G						

	Empírico-nosotivistas
	Contextualistas
	No sabe / No contesta

Posicionamiento de los docentes seleccionados respecto de aspectos NOS

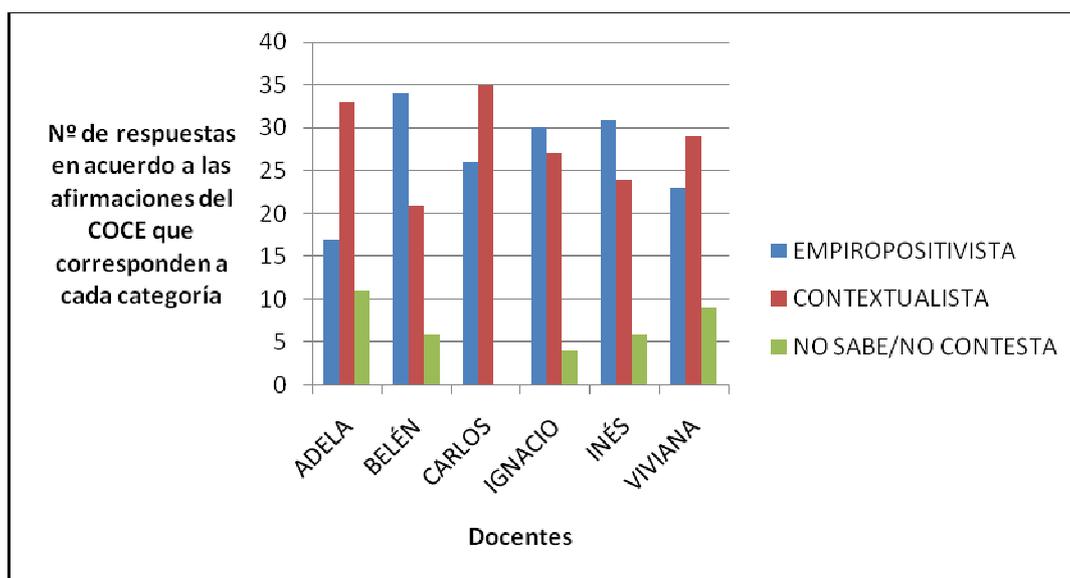
Aspecto NOS	Posicionamiento		ADELA	BELÉN	CARLOS	IGNACIO	INÉS	VIVIANA
Subjetividad	Factores personales	1G ^a						
		6A ^a						
		11F						
		13A ^b						
		13D ^b						
		14F						
		13H ^b						
	Infl. Sociocult.	2A ^a						
		2B ^a						
		13B ^b						
		13C ^b						
		14G						
	Imagin.	3A ^a						
		3B ^a						
Metod.	7D ^a							
Neutral		1B ^a						
Objetividad	No inf. Soc.	2C ^a						
		2D ^a						
		13F ^b						
	No imagin.	3C ^a						
		3E ^a						
	Bas.en hechos exp.	5B ^a						
		6D ^a						
	No infl. creenc.pers	6C ^a						
		13E ^b						
		13I ^b						
	Metod.	6E ^a						
		7A ^a						
		7B ^a						
	Por sobre todo	1A ^a						
		1H ^a						
		11C ^b						
13G ^b								

	Empiro-positivistas
	Contextualistas
	No sabe / No contesta

Tabla 4.2.1.b: Perfiles NOS de los/as docentes seleccionados/as a partir del acumulado de respuestas para cada categoría

DOCENTE	Posicionamiento NOS		
	Empiropos.	Contex.	NS/NC
ADELA	17	33	11
BELÉN	34	21	6
CARLOS	26	35	0
IGNACIO	30	27	4
INÉS	31	24	6
VIVIANA	23	29	9

Gráfico 4.2.1.b: Perfiles NOS de los/as docentes seleccionados/as



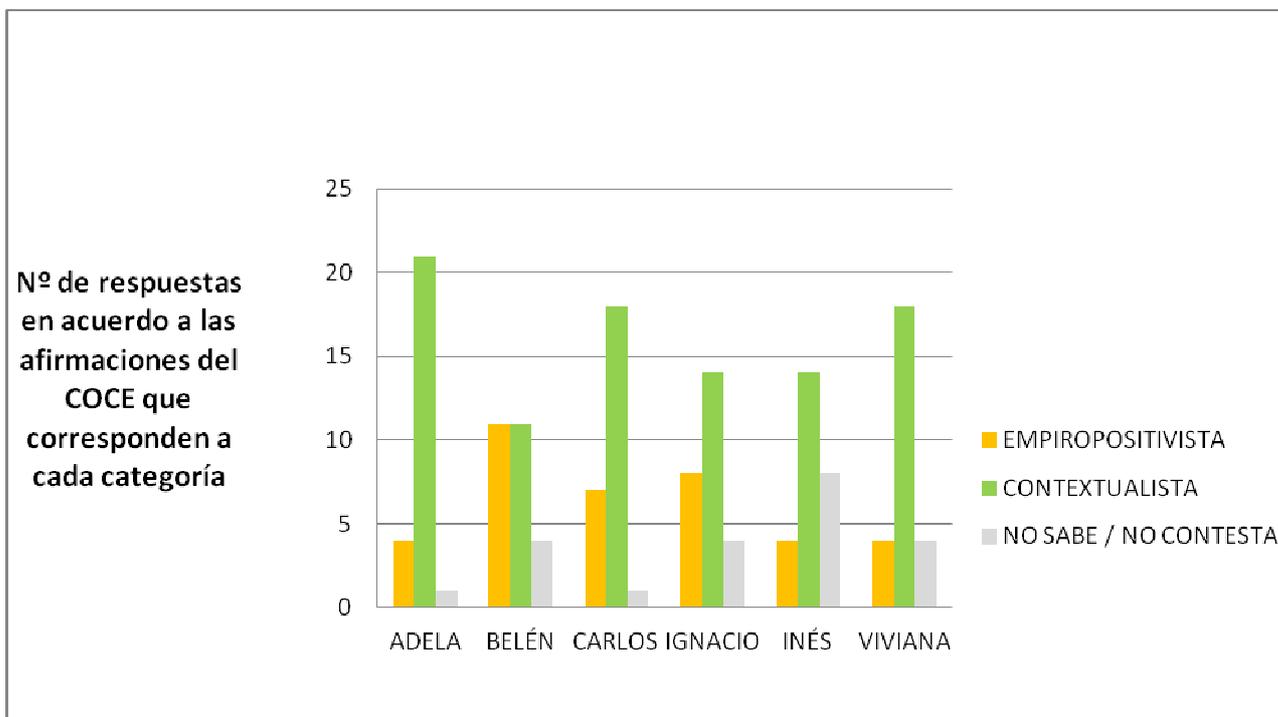
La tabla 4.2.1.c presenta el detalle de las respuestas de los/as docentes seleccionados/as respecto a su postura sobre la enseñanza de aspectos NOS. El gráfico 4.2.1.c muestra esas mismas respuestas acumuladas para cada docente por categoría.

Tabla 4.2.1.c: Posicionamiento de los/as seis docentes en relación a la enseñanza de aspectos NOS

Actitudes hacia la enseñanza de aspectos NOS en los docentes seleccionados								
Aspecto NOS	Actitud		ADELA	BELÉN	CARLOS	IGNACIO	INÉS	VIVIANA
Provisionalidad	Enseñar la provisionalidad del conocimiento científico	10A						
		10B						
	Evitar enseñar la provisionalidad del conocimiento científico	10C						
		10D						
		10E						
Naturaleza de las observaciones	Entrenar a los estudiantes a hacer observaciones objetivas	9A						
		9B						
		9C						
	Hacer notar que las observaciones están cargadas de teoría	9D						
		9E						
Métodos científicos	Enseñar el método científico universal	8A						
		8B						
		8C						
		8D						
		8E						
		8F						
	Promover la enseñanza de diferentes métodos	8G						
		8H						
		8I						
Subjetividad y objetividad	Enseñar la subjetividad							
	En cuanto a factores personales	12A						
		12D						
	En cuanto a influencias socioculturales	12B						
		12C						
	Énfasis en la objetividad							
	No influencia creencias personales	12E						
	No influencia factores socioculturales	12F						
No cuestión valores en aula ciencias	12G							

	Empiro-positivistas
	Contextualistas
	No sabe / No contesta

Gráfico 4.2.1.c: Perfiles de los/as docentes seleccionados/as sobre la enseñanza de aspectos NOS



4.2.2. La postura declarativa de los/as docentes seleccionados/as frente a la enseñanza de las ciencias y las finalidades de la educación científica para estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos

Las tablas 4.2.2.a y 4.2.2.b muestran en detalle el acuerdo o desacuerdo de cada docente seleccionado/a respecto a las afirmaciones presentes en las cuestiones nº 15 y nº 16 del COCE, sobre la enseñanza de las ciencias para estudiantes de contextos socialmente desfavorecidos y la enseñanza de las ciencias en escuelas de orientación no científica, respectivamente. En los gráficos 4.2.2.a y 4.2.2.b se presentan los perfiles declarativos de cada docente respecto de estas cuestiones a partir del acumulado de respuestas en cada categoría.

Tabla 4.2.2.a: Postura declarativa de los/as docentes seleccionados/as frente a la enseñanza de las ciencias destinada a estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos

Respecto de jóvenes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos	ADELA	BELÉN	CARLOS	IGNACIO	INÉS	VIVIANA
A. La ciencia que se les enseñe a estos/as jóvenes no debería contemplar la preparación para seguir estudios superiores.	DESAC.	DESAC.	DESAC.	DESAC.	NS / NC	DESAC.
B. Como se trata de jóvenes que están en desventaja en términos del capital cultural que la escuela legítima, habría que apuntar a enseñarles una ciencia más sencilla, más simplificada.	NS / NC	DESAC.	DESAC.	DESAC.	DESAC.	DESAC.
C. Se debería tratar de enseñarles sólo aquello que puedan entender, como para poder desempeñarse en la vida.	DESAC.	DESAC.	DESAC.	DESAC.	DESAC.	DESAC.
D. Sería mucho más productivo para ellos/as y para la sociedad que aprendieran un oficio.	DESAC.	DESAC.	DESAC.	DESAC.	DESAC.	DESAC.
E. Un profesor/a enseña los mismos contenidos a todos y todas, sin importar el tipo de escuela que se trate, ni la extracción socioeconómica de sus estudiantes.	AC.	DESAC.	AC.	AC.	AC.	DESAC.
F. Un profesor/a enseña de la misma forma a todos y todas, sin importar el tipo de escuela que se trate, ni la extracción socioeconómica de sus estudiantes.	DESAC.	DESAC.	DESAC.	AC.	DESAC.	DESAC.

Tabla 4.2.2.b: Postura declarativa de los/as docentes seleccionados/as frente a la enseñanza de las ciencias en escuelas de orientación no científica

Respecto de las escuelas de orientación no científica	ADELA	BELÉN	CARLOS	IGNACIO	INÉS	VIVIANA
A. En las escuelas de orientación no científica no debería tenerse en cuenta la preparación para estudios superiores en ciencias como finalidad.	DESAC.	DESAC.	DESAC.	DESAC.	NS / NC	DESAC.
B. Sí, tendría sentido preparar para estudios superiores en ciencias a los/las estudiantes que dentro de esos cursos sí manifiesten un interés genuino por la ciencia.	DESAC.	AC.	AC.	NS / NC	AC.	AC.
C. Como las escuelas de orientación no científica tienen una carga horaria mucho más baja en horas de ciencias, evidentemente no puede ser la misma calidad que la de la ciencia que se enseña en escuelas de orientación científica.	DESAC.	AC.	DESAC.	DESAC.	AC.	AC.
D. A las escuelas de orientación no científica suelen ir las/los estudiantes que ya, desde el vamos, o no les interesa la ciencia o son aquellos/as quienes afirman que la ciencia “no es para ellos/as” por su propia dificultad. Por tanto, tenemos que adaptar la ciencia que enseñamos, de manera de quedarnos con una ciencia escolar mucho más simplificada.	DESAC.	AC.	DESAC.	DESAC.	AC.	DESAC.
E. Así como una persona alfabetizada es aquella que ha logrado poder leer y escribir, una persona alfabetizada científicamente es aquella que puede llegar a entender los conceptos más básicos de la ciencia. Esta finalidad es la que debería prevalecer en las escuelas de orientación no científica.	AC.	AC.	AC.	NS / NC	AC.	DESAC.

	Democrático/ Inclusora
	De déficit / Asistencialista

	Afirmaciones no tenidas en cuenta en el análisis (a partir de los resultados de la triangulación)
--	--

Gráfico 4.2.2.a: Postura declarativa de las/os docentes seleccionados respecto de la enseñanza a jóvenes de contextos desfavorecidos.

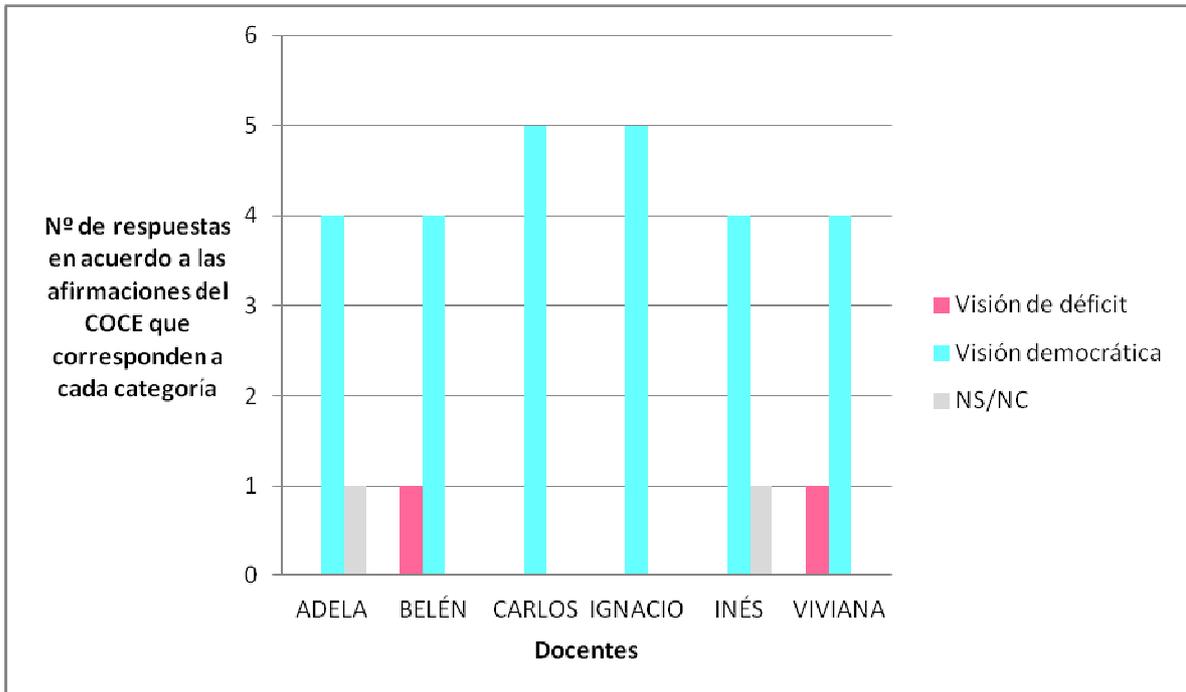
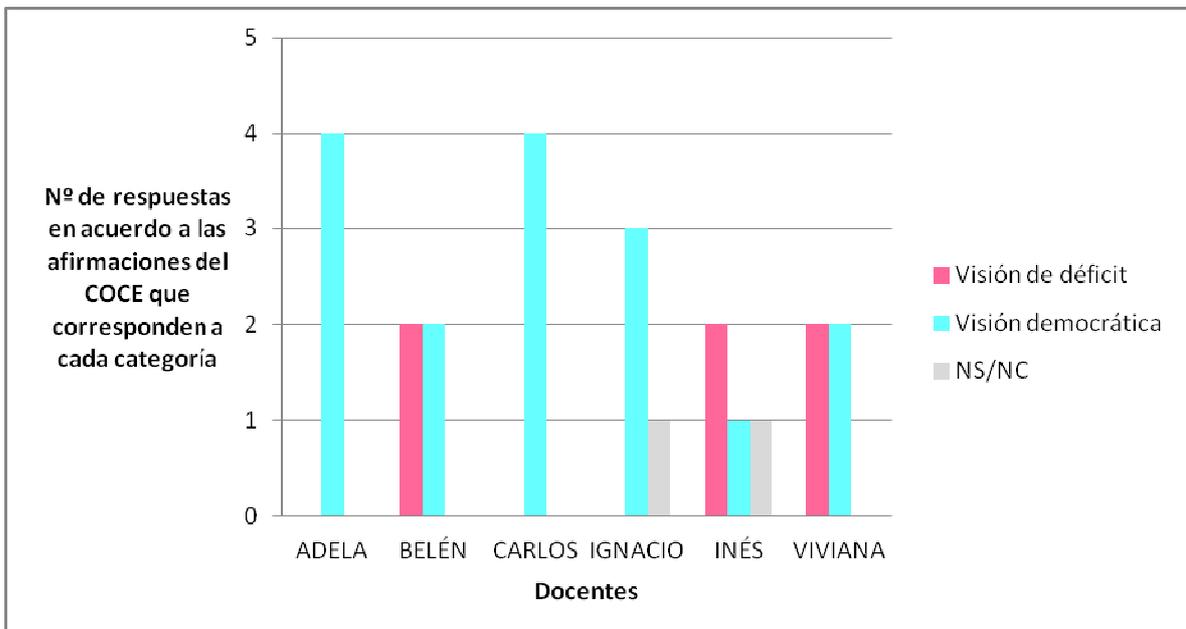


Gráfico 4.2.2.b: Postura declarativa de las/os docentes seleccionados respecto de la enseñanza de las ciencias en escuelas de orientación no científica.



4.3. PROFUNDIZANDO EL ANÁLISIS: LA IMAGEN DE CIENCIA DECLARATIVA QUE SURGE DE LAS ENTREVISTAS

Esta etapa se constituye como instancia de elicitación más profunda de la imagen de ciencia sustentada desde el discurso por las y los docentes seleccionadas/os en tanto que surge de las entrevistas semiestructuradas efectuadas en torno a los campos teóricos estructurantes de la epistemología y a la enseñanza de las ciencias a estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos. Como se señaló en el capítulo anterior, varias de las cuestiones abordadas en las entrevistas se plantean a partir de incidentes críticos diseñados ad-hoc, que intentan suscitar la reflexión docente desde la evocación de situaciones de aula. Las transcripciones de las seis entrevistas se incluyen en el anexo.

El instrumento de análisis utilizado: Las redes sistémicas

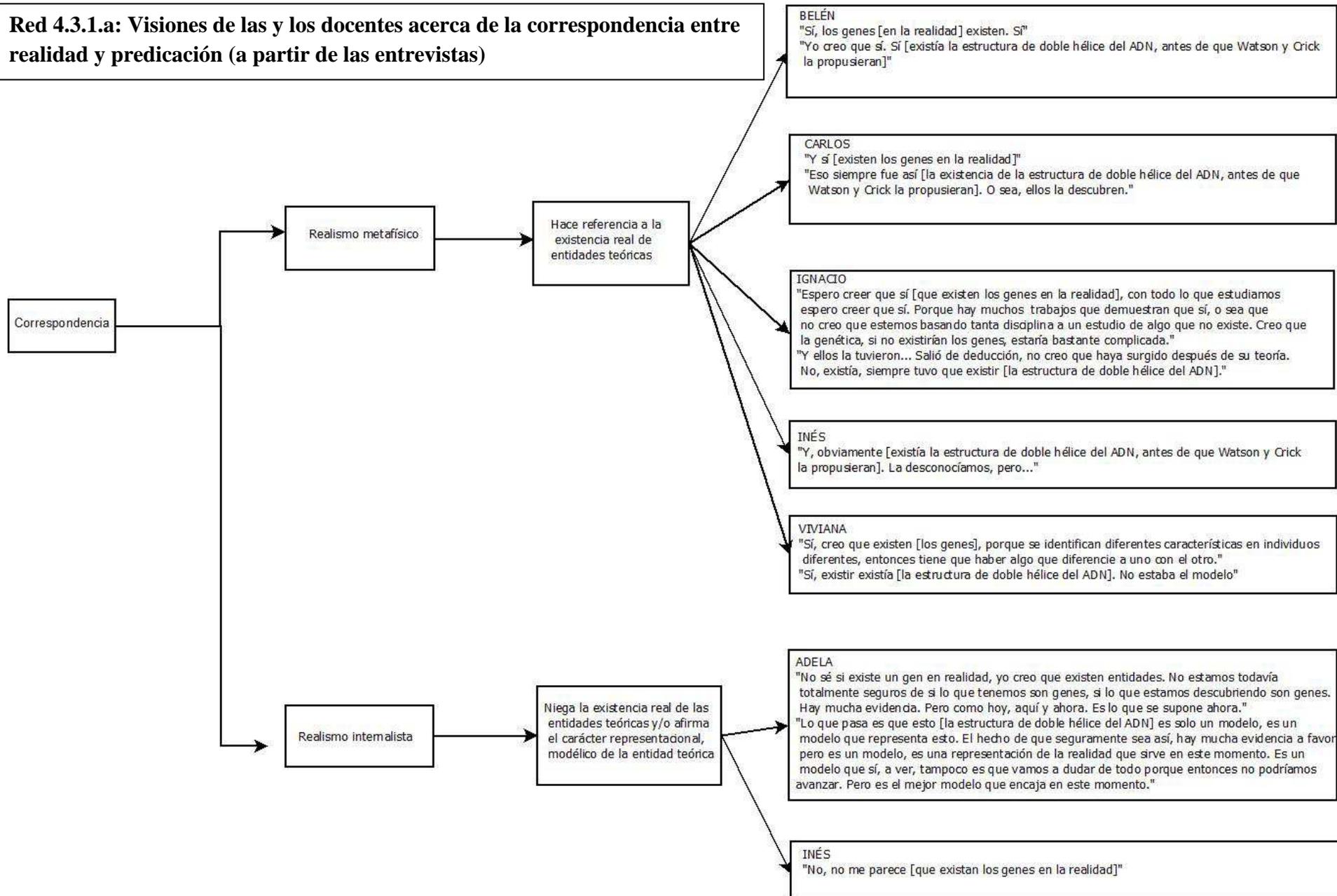
Las redes sistémicas son recursos semióticos que permiten conectar las diferentes descripciones de los datos con sus interpretaciones posibles, estructurando esos datos a partir de una categorización establecida a priori por el investigador. (Bliss et al., 1979; Bliss et al., 1983). Dicha categorización surge de los objetivos de la investigación, los cuales quedan definidos en términos de racionalidad hipotética. Estas redes permiten establecer relaciones entre los significados. En la misma los datos se constituyen en evidencias cuando se los reconstruye a la luz de los modelos teóricos del investigador. Son esos modelos los que le otorgan sentido a los indicios “crudos”, en este caso los fragmentos del discurso de las y los docentes. Estas redes se van ajustando y se hacen más precisas a medida que se van leyendo estos fragmentos de discurso a la luz de la teoría.

4.3.1. Las percepciones de las y los docentes acerca de la naturaleza de la ciencia, desde los campos teóricos estructurantes de la epistemología

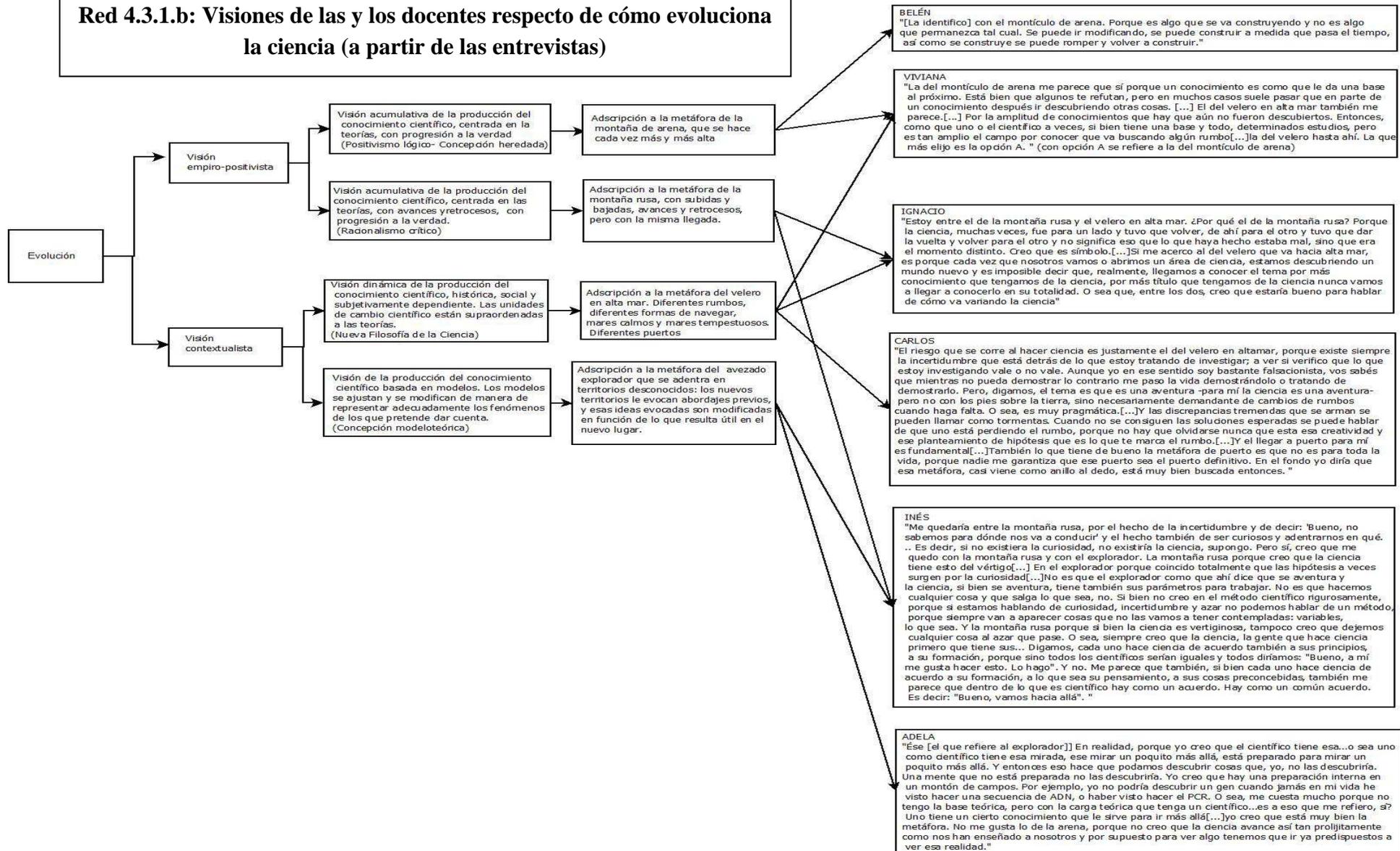
Las redes 4.3.1.a. y 4.3.1.b. analizan el discurso docente presente en las entrevistas en función de dar cuenta de las concepciones acerca de la *correspondencia entre realidad y predicación*, en el primer caso, y de la *evolución científica*, es decir, cómo cambia la ciencia a lo largo del tiempo. En cada red, la columna de la derecha está constituida por la transcripción literal de los fragmentos de discurso. Las categorías principales se

encuentran a la izquierda de la red. Leyendo las redes de izquierda a derecha se encuentran las variables (y subvariables según el caso) aumentando el nivel de detalle.

Red 4.3.1.a: Visiones de las y los docentes acerca de la correspondencia entre realidad y predicación (a partir de las entrevistas)



Red 4.3.1.b: Visiones de las y los docentes respecto de cómo evoluciona la ciencia (a partir de las entrevistas)

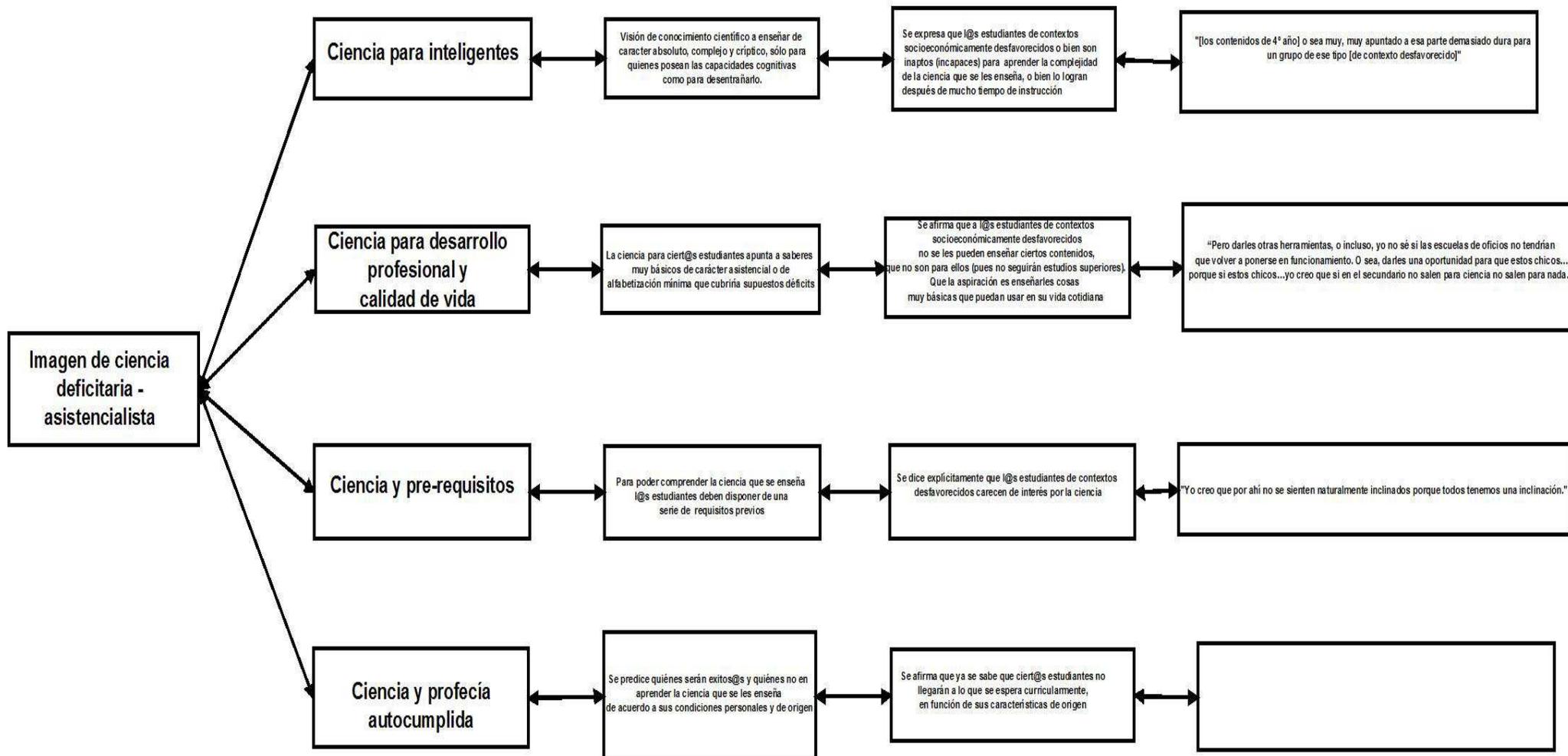


4.4. LA IMAGEN DEFICITARIA / ASISTENCIALISTA EN LAS ENTREVISTAS A LAS Y LOS DOCENTES SELECCIONADAS/OS

Las redes 4.4.1 a 4.4.6 analizan los elementos de discurso presentes en las respuestas de las profesoras y profesores a las entrevistas. Dichos elementos nos llevan a postular adscripciones a diferentes categorías en las cuales se manifiesta una imagen de ciencia deficitaria/asistencialista. En cada red, la columna de la derecha está constituida por la transcripción literal de los fragmentos de discurso. Las categorías principales se encuentran a la izquierda de la red. Leyendo las redes de izquierda a derecha se encuentran las variables (y subvariables según el caso) aumentando el nivel de detalle.

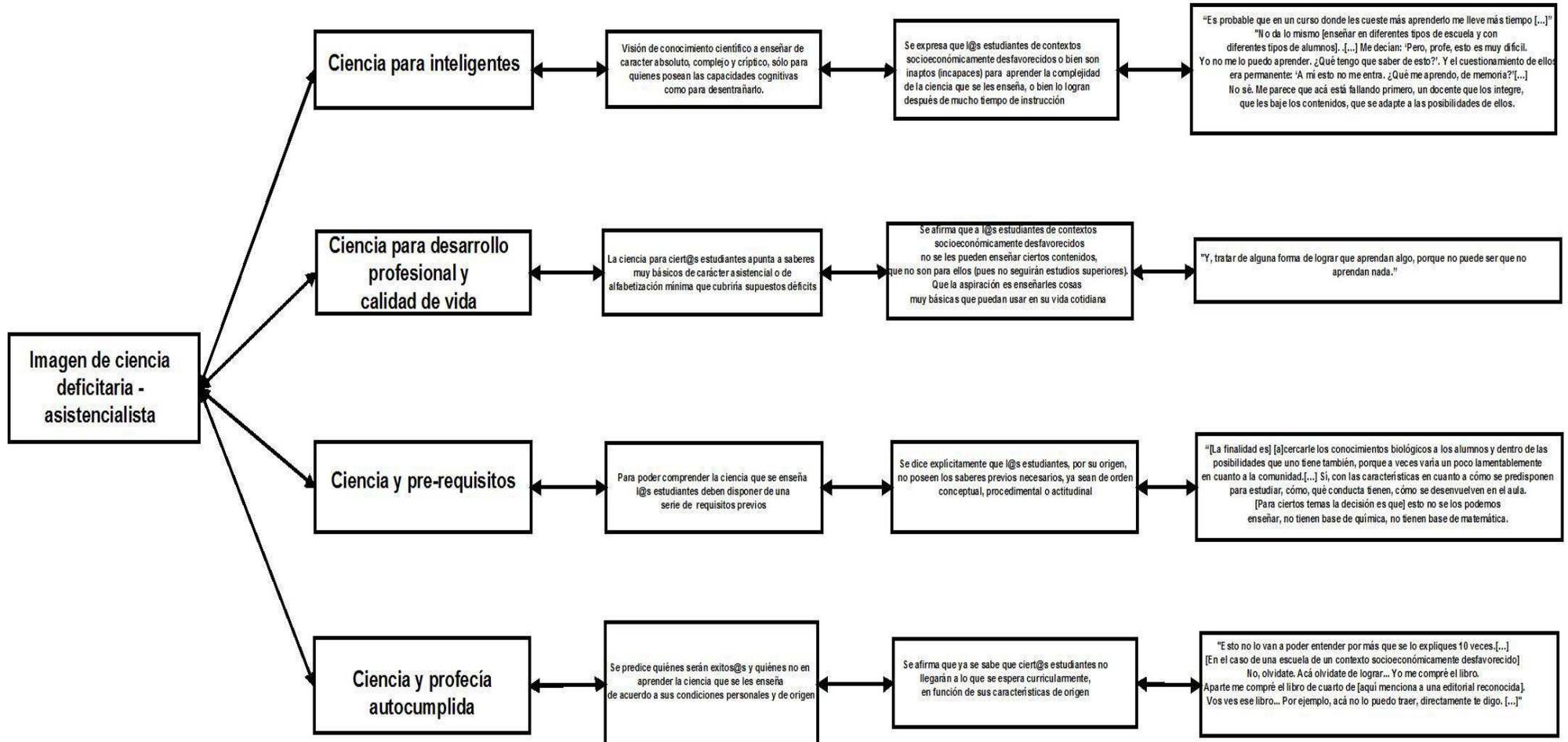
Red 4.4.1. Indicios de imagen deficitaria/asistencialista en la entrevista a la profesora Adela

Entrevista Profesora Adela



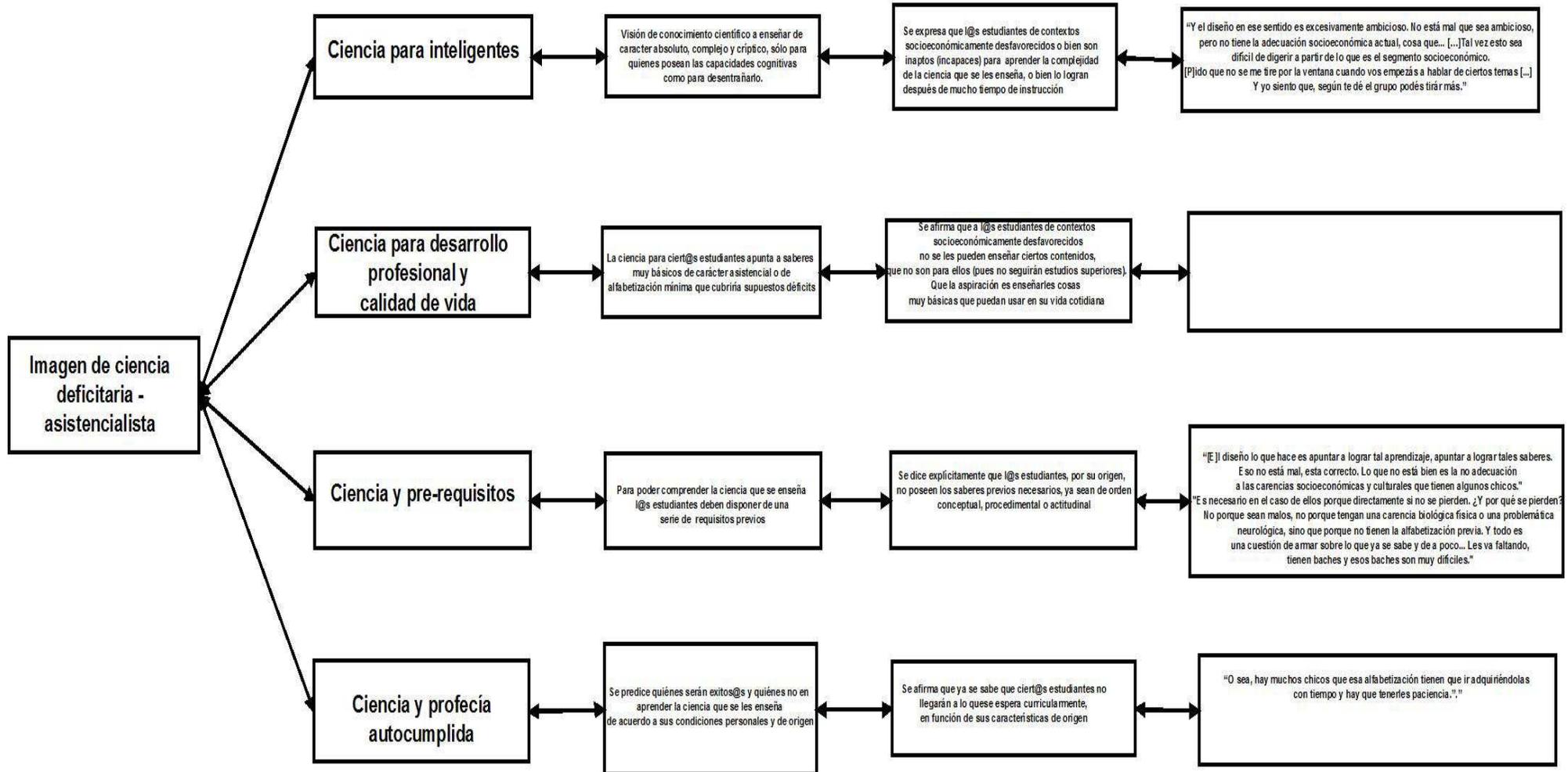
Red 4.4.2. Indicios de imagen deficitaria/asistencialista en la entrevista a la profesora Belén

Entrevista Profesora Belén

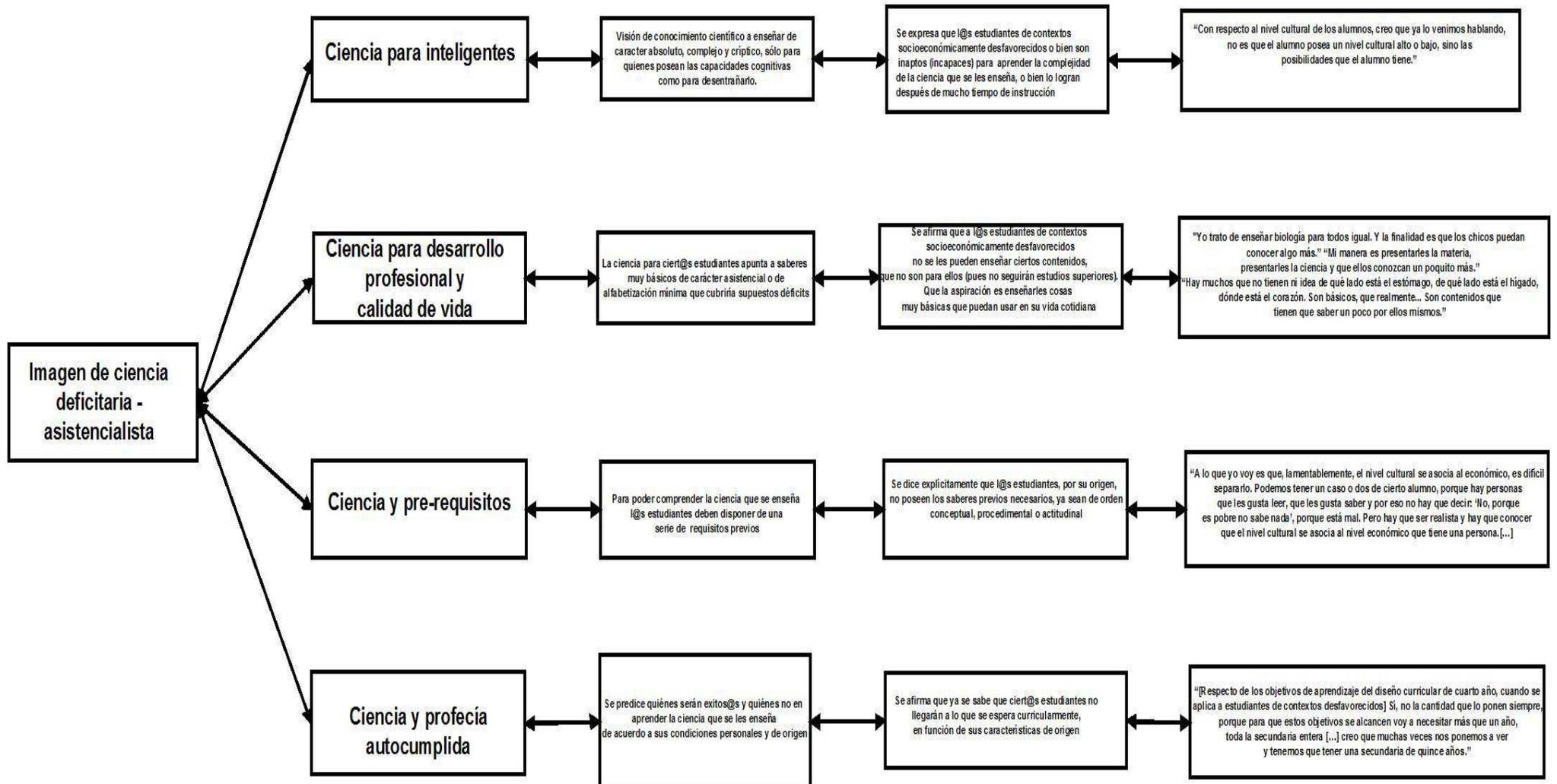


Red 4.4.3. Indicios de imagen deficitaria/asistencialista en la entrevista al profesor Carlos

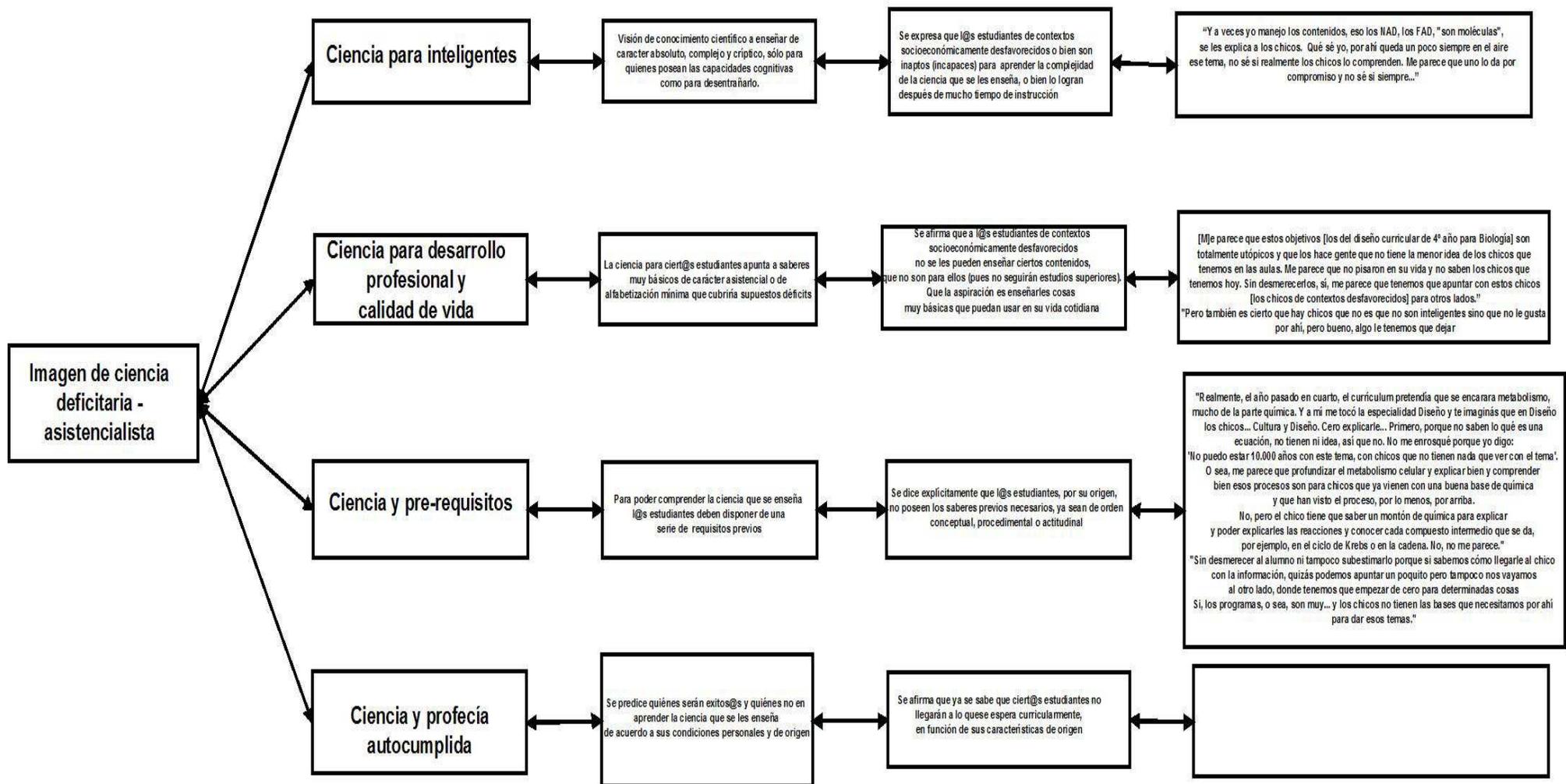
Entrevista Profesor Carlos



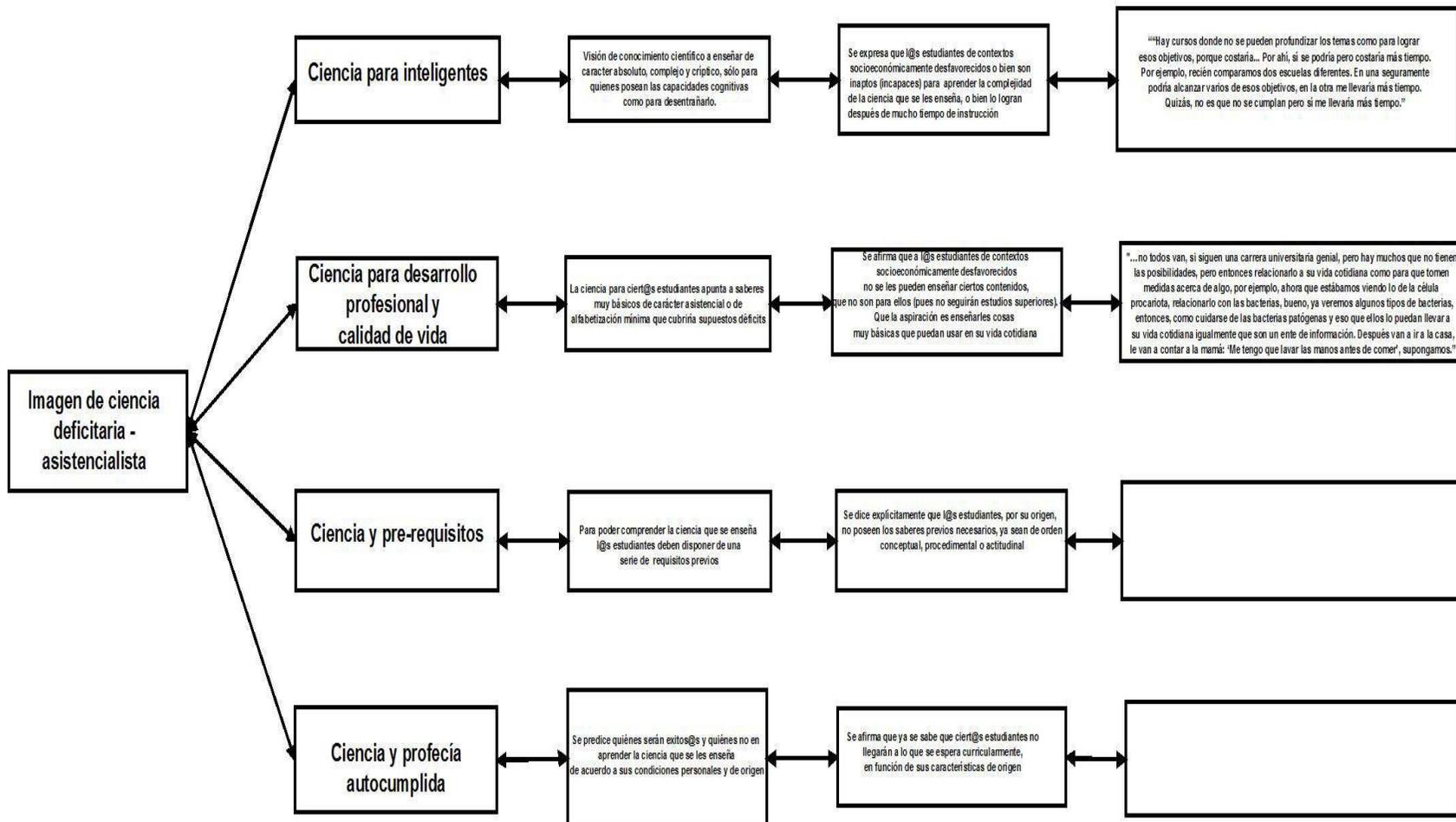
Red 4.4.4. Indicios de imagen deficitaria/asistencialista en la entrevista al profesor Ignacio



Red 4.4.5. Indicios de imagen deficitaria/asistencialista en la entrevista a la profesora Inés



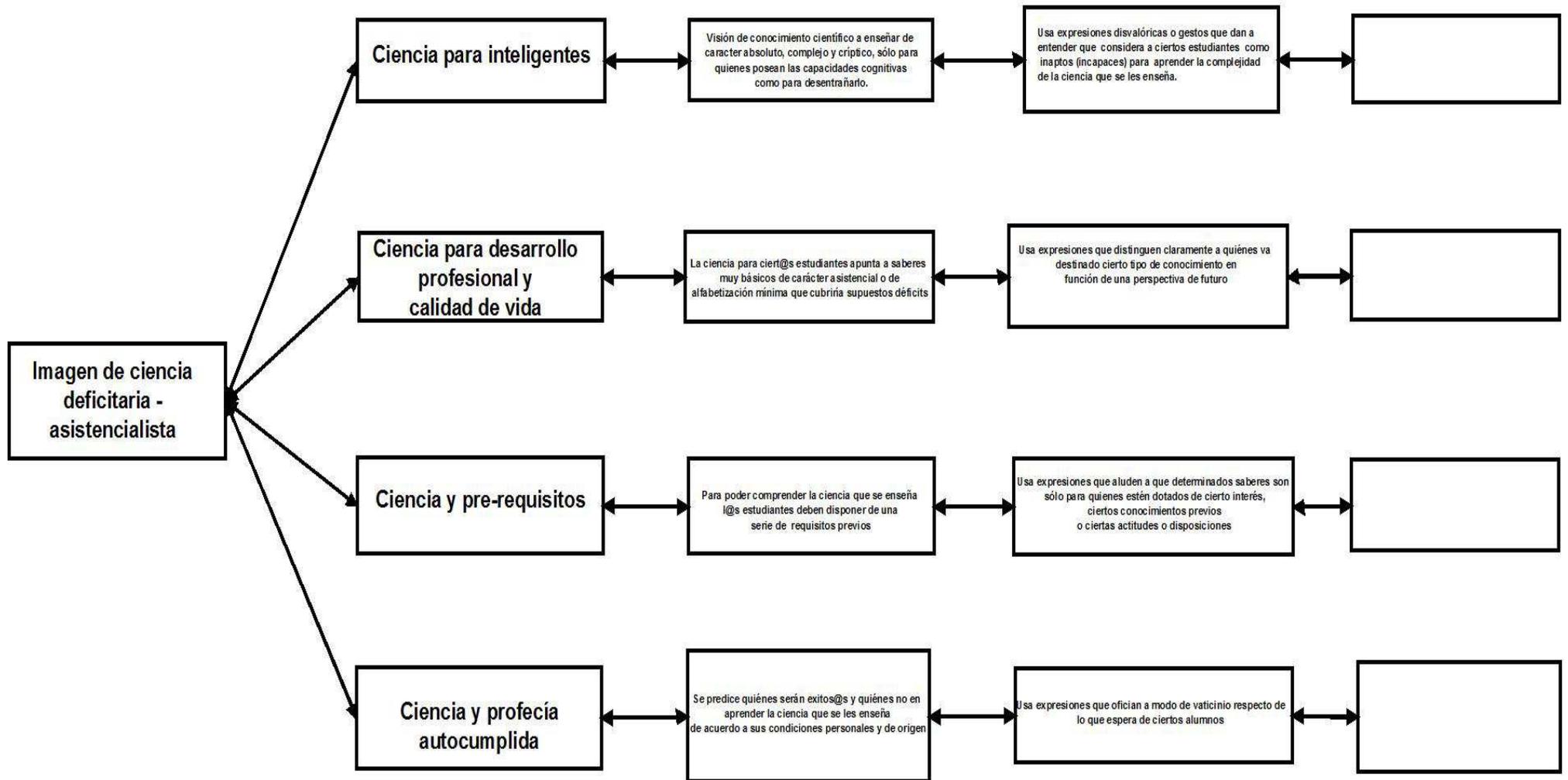
Red 4.4.6. Indicios de imagen deficitaria/asistencialista en la entrevista a la profesora Viviana



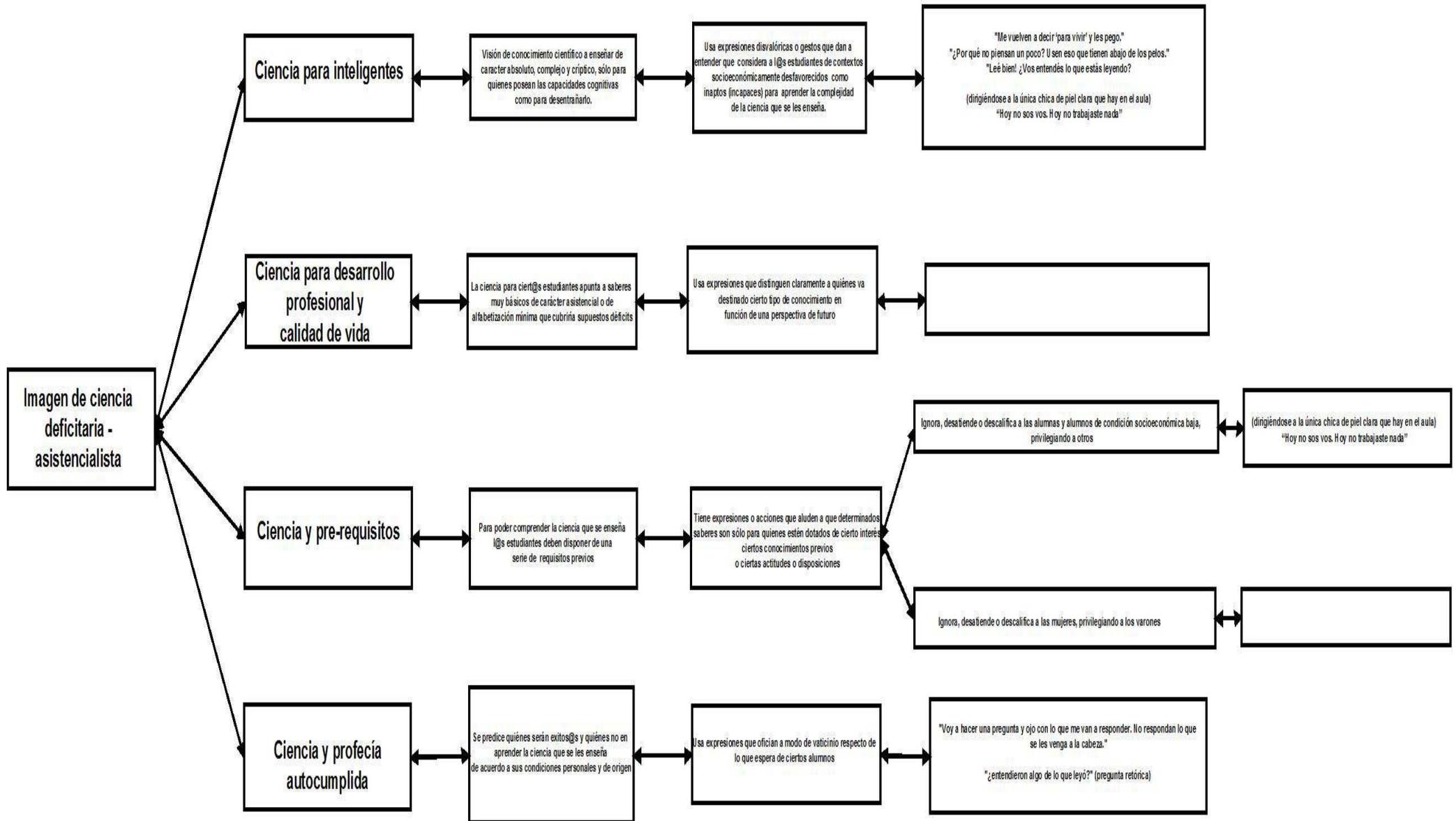
4.5. LA IMAGEN DEFICITARIA / ASISTENCIALISTA EN LAS CLASES DE LAS Y LOS DOCENTES SELECCIONADAS/OS

Las redes 4.5.1 a 4.5.6 analizan aquellos elementos emergentes de las clases dictadas por cada una/o de las profesoras/es que resultan indicios de una imagen de ciencia enactiva deficitaria/asistencialista. Tales elementos son fragmentos del discurso docente a lo largo de la clase, cuando se dirige al grupo clase, a subgrupos dentro de la clase o a estudiantes en particular. Además del discurso se han tenido en cuenta otros aspectos comportamentales de la/el docente que se presentan como sugerentes de esta imagen puesta en acto, como lo son las atenciones particulares dispensadas a determinados estudiantes o grupos de estudiantes y no a otros, los tonos e inflexiones de la voz y algunos modos del lenguaje que puedan dar cuenta de algún tipo de tratamiento especial con las/los estudiantes, como pueden ser el uso de ironías, sarcasmos. Al igual que se comentara para las redes surgidas de las entrevistas aquí también los elementos tomados de las clases nos llevan a postular adscripciones a diferentes categorías en las cuales se manifiesta una imagen de ciencia deficitaria/asistencialista. En cada red, la columna de la derecha está constituida por la transcripción literal de los fragmentos de discurso, o bien la descripción de la situación acontecida en términos de los elementos relevantes. Las categorías principales se encuentran a la izquierda de la red. Leyendo las redes de izquierda a derecha se encuentran las variables (y subvariables según el caso) aumentando el nivel de detalle.

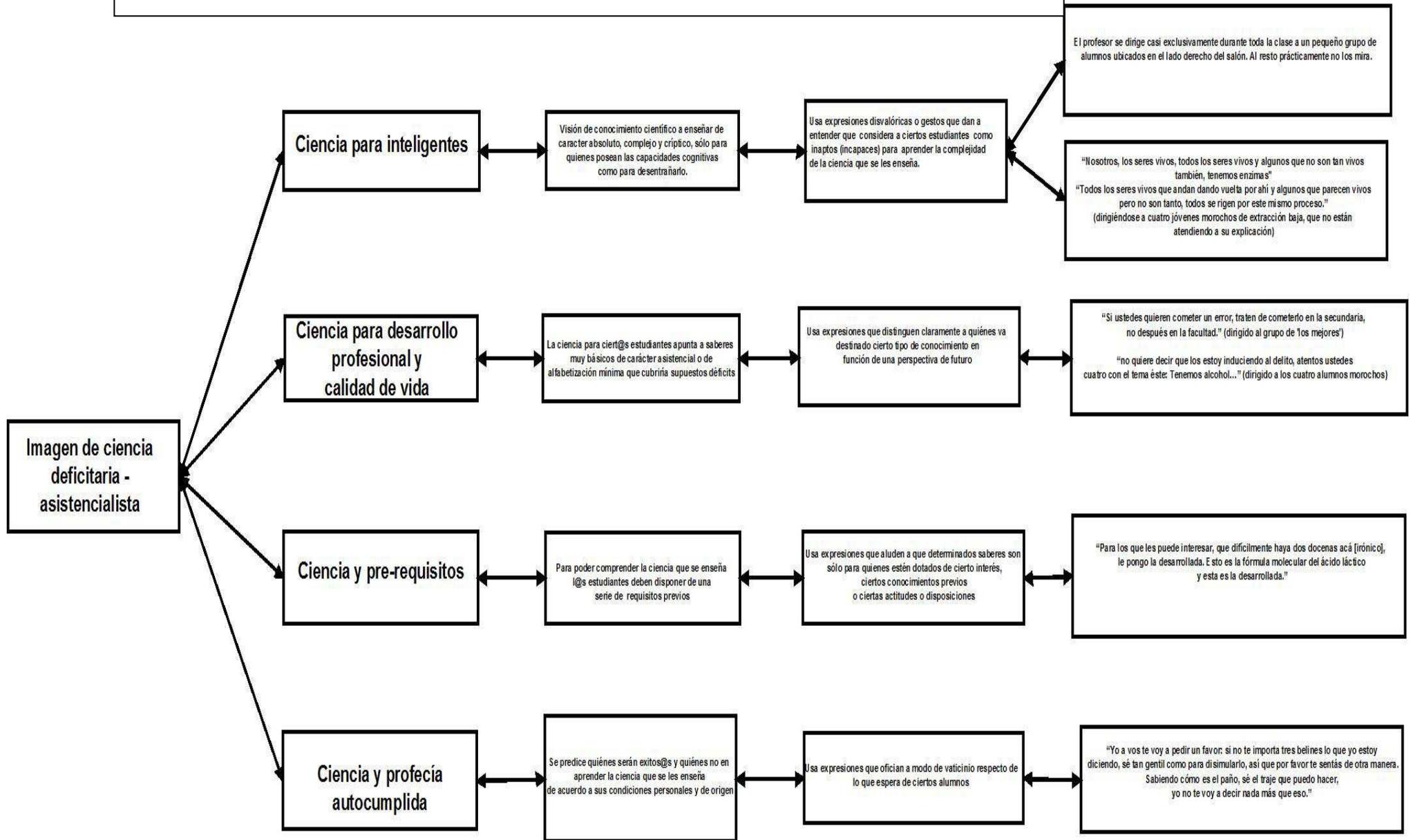
Red 4.5.1. Indicios de imagen deficitaria/asistencialista en la clase de la profesora Adela



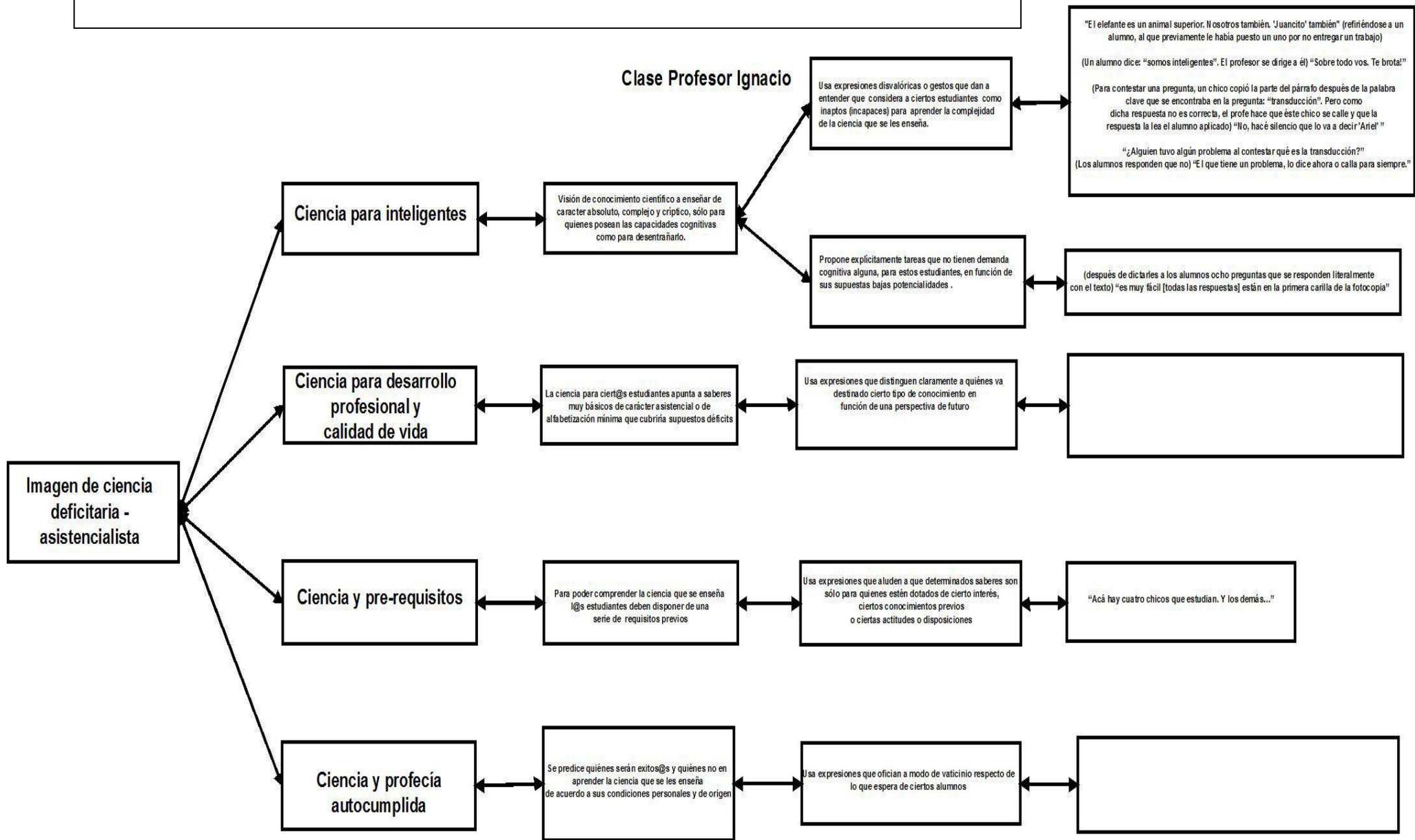
Red 4.5.2. Indicios de imagen deficitaria/asistencialista en la clase de la profesora Belén



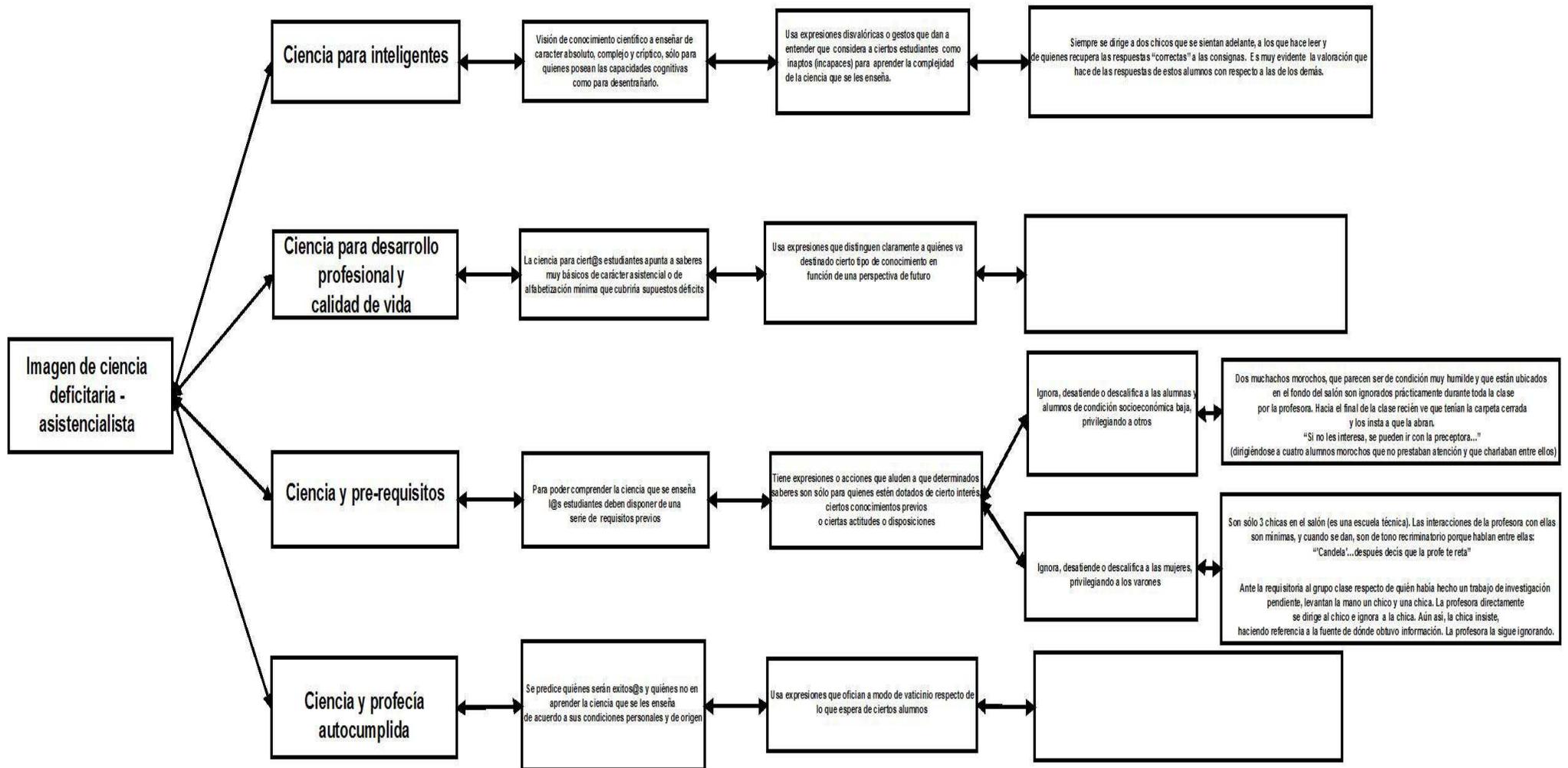
Red 4.5.3. Indicios de imagen deficitaria/asistencialista en la clase del profesor Carlos



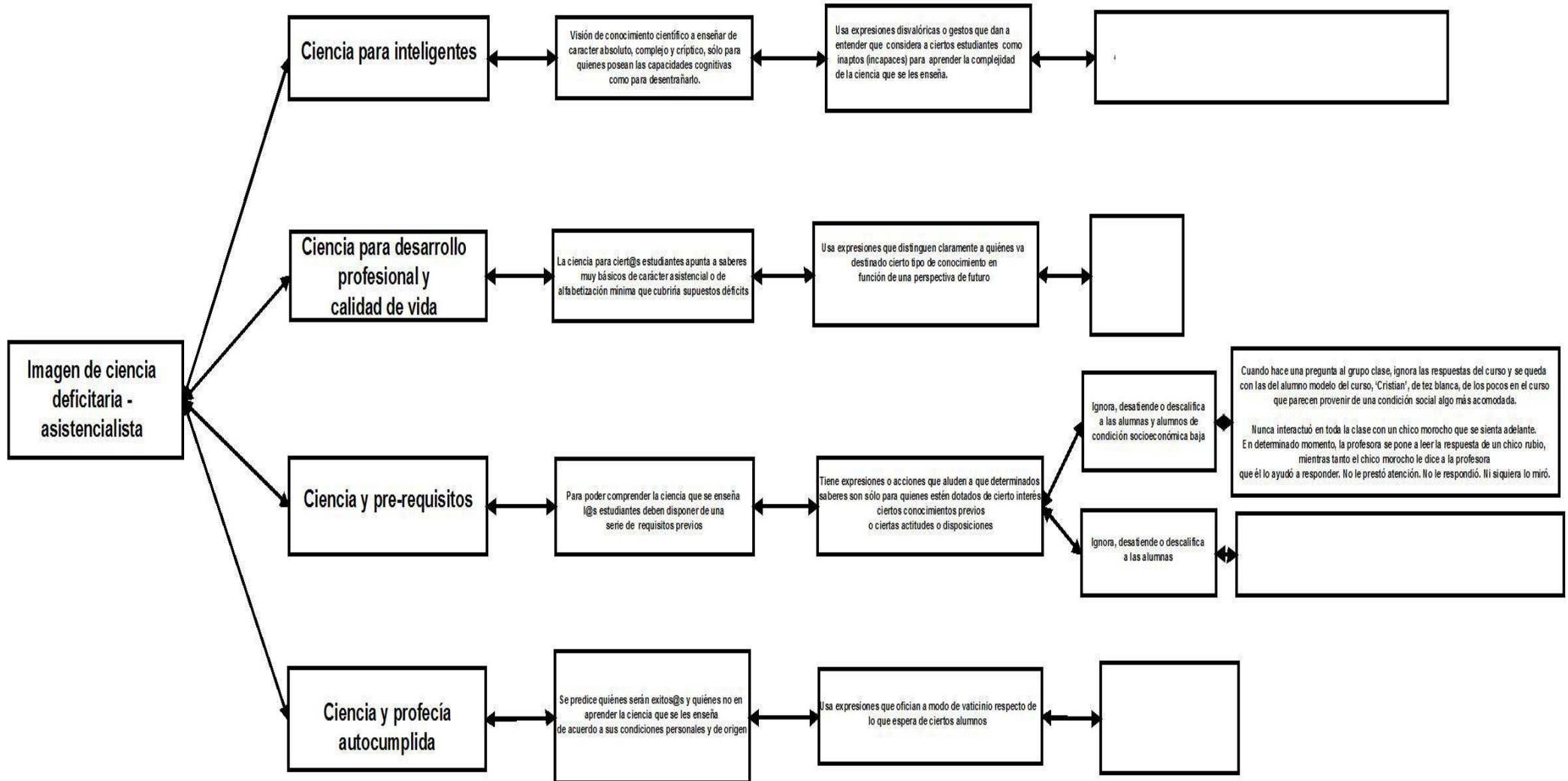
Red 4.5.4. Indicios de imagen deficitaria/asistencialista en la clase del profesor Ignacio



Red 4.5.5. Indicios de imagen deficitaria/asistencialista en la clase de la profesora Inés



Red 4.5.6. Indicios de imagen deficitaria/asistencialista en la clase de la profesora Viviana



CAPÍTULO 5. RESULTADOS: INTERPRETACIÓN

5. 1. CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN DE DOCENTES ORIGINAL

5.1.1. EL PERFIL DE IMAGEN DE CIENCIA DISCURSIVO/DECLARATIVO DE LA POBLACIÓN DE DOCENTES ORIGINAL

A partir de la tabla 4.1.1.c. se puede advertir en el colectivo de docentes original una imagen de ciencia discursiva/declarativa que podría caracterizarse en términos generales como híbrida entre una visión tradicional de carácter empiro-positivista y una visión actualizada de corte más contextualista. Una primera mirada a los valores permite apreciar un promedio general de 17,9 respuestas encuadrables en una visión empiro-positivista, mientras que para la visión contextualista dicho promedio general se sitúa en 16,3. Con lo cual, si bien prevalecen las respuestas de corte empiro-positivista, la diferencia con las contextualistas no son tan marcadas. Para poder dar cuenta con más profundidad de las características del perfil docente medio del cuerpo de docentes consideramos necesario desagregar el análisis en los diferentes aspectos de la naturaleza de la ciencia que aborda el cuestionario:

a) *Provisionalidad*: Hay una manifiesta tendencia a considerar que si bien el conocimiento científico es provisional, existe una progresión de carácter acumulativo hacia la verdad.

b) *Naturaleza de la observación*: Se da un equilibrio muy significativo entre quienes sostienen que la observación es independiente de las teorías con quienes sostienen lo contrario.

c) *Correspondencia*: También hay una manifiesta paridad entre quienes sostienen que la ciencia habla de cosas que existen independientemente de nuestro conocimiento y por tanto que existe una única descripción verdadera y completa del mundo (*realismo metafísico*) con aquellos que piensan que los objetos existen en función de la aplicación de nuestros esquemas conceptuales, sin los cuales no podríamos conocerlos, lo que implica que no existe una única descripción del mundo (*realismo internalista*) (Adúriz-Bravo et al., 2011).

d) *Representación*: Respecto de este aspecto hay una prevalencia de una mirada más actual de la ciencia como conjunto de modelos consensuados frente a la posibilidad de considerarla como un conjunto de teorías establecidas.

e) *Método*: La dimensión del método es la que aparece como más notoriamente volcada a una perspectiva empiro-positivista. La idea de un único método como garantía de validez para la producción de conocimiento científico resulta ampliamente mayoritaria en la población de docentes.

f) *Naturaleza de las teorías*: Hay un equilibrio entre las posturas que sostienen que las teorías son descubiertas por los científicos con aquellas que involucran a la invención como origen de las mismas, aunque hay una cierta prevalencia de la idea de descubrimiento.

g) *Imaginación*: Respecto de este aspecto, una amplia mayoría de la población de docentes se inclina a pensar que la imaginación juega un papel preponderante en la construcción de conocimiento científico.

h) *Validación*: Existe un posicionamiento mayoritario que asume que el mayor peso en la validación del conocimiento científico está dado por la evidencia empírica frente a otros condicionantes contextuales como el paradigma vigente, el principio de autoridad, la noción de parsimonia o la intuición.

i) *Subjetividad / Objetividad*: Hay una evidente paridad entre las posturas que consideran relevantes los aspectos subjetivos y las que se inclinan por resaltar la objetividad como premisa fundamental de la investigación científica.

Coincidimos con muchas investigaciones realizadas en este sentido en el carácter tradicional y conservador del perfil de concepciones epistemológicas sustentado por el profesorado en ejercicio (Ravanal & Quintanilla, 2010) como se puede ver reflejado en los aspectos atinentes a las dimensiones de *método* y de *validación*. No obstante, sostenemos que trasciende en el colectivo una *visión híbrida* que recupera aspectos de una imagen de ciencia contextualista, afianzada en una perspectiva que podríamos catalogar como '*informada*'. Esto es, se trata de un conjunto de profesores y profesoras de biología que están cursando una licenciatura en enseñanza de la biología como carrera de posgrado a su titulación de base, lo que permite suponer genuinas intenciones de desarrollo profesional y motivaciones tanto intrínsecas como extrínsecas para realizar

dicho recorrido académico. Al momento de desarrollarse esta indagación las y los docentes ya han cursado las siguientes materias de la licenciatura: Diseño de Sistemas de Enseñanza-Aprendizaje; Metodología de la Investigación; Procesos Cognitivos y Epistemología General, que son de carácter introductorio y constituyen el denominado ‘Ciclo Propedéutico’, común a varias licenciaturas. Es decir, cuentan con un bagaje de saberes que circulan en la comunidad de enseñantes que se constituyen en lemas compartidos sobre los que ya casi nadie discute, y que por analogía se trasvasan o transfieren al campo de las ideas sobre ciencia. De esa manera, es entendible la buena cantidad de respuestas que aluden a la existencia de la carga teórica de la observación y al rol que juegan los aspectos subjetivos, valóricos y contextuales en la producción del conocimiento científico (por ejemplo la importancia de la imaginación y la creatividad a la hora de trabajar en ciencias) en tanto que son compatibles con las nociones de raigambre constructivista, ampliamente extendidas y aceptadas, que aluden a la importancia de tener en cuenta las ideas previas del alumnado, sus saberes, intereses y motivaciones. Estos mismos trasvases a los que aludimos cabrían también para la prevalencia de la noción de modelo sobre la de teoría, en tanto el primero remite, incluso intuitivamente, a la naturaleza representacional de las ideas sobre el mundo, que tiene su evidente correlato en buena parte de las corrientes constructivistas sobre el aprendizaje acerca de qué carácter tienen y cómo se estructuran las ideas de los aprendices.

Lo señalado en este último tramo de nuestro análisis resulta respaldado en forma bastante contundente si se atiende a las respuestas de las y los docentes a las cuestiones que aluden a su interpretación de cómo debe ser abordado cada aspecto NOS en la enseñanza de las ciencias naturales (tablas 4.1.1.b. y 4.1.1.d). Lo que surge de allí es una postura declarativa categóricamente contextualista (en los aspectos referidos a provisionalidad, naturaleza de la observación y subjetividad/objetividad), con una sola excepción, que es la relativa a la dimensión de método, donde hay una mayoría que adscribe a la necesidad de enseñar el método científico en clase.

5.1.2. La postura declarativa de la población de docentes original frente a la enseñanza de las ciencias y las finalidades de la educación científica para estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos

La tabla 4.1.2.a resume las respuestas de las y los 34 docentes a las cuestiones n° 15 y n° 16 del COCE. A título informativo se han mantenido las respuestas a las afirmaciones 15F y 16B, aunque no fueron contempladas en el análisis, en función de la coincidencia de juicio de los expertos que colaboraron en la triangulación de estas cuestiones, en considerar el carácter ambiguo de las mismas.

La tabla 4.1.2.b categoriza las respuestas en visiones *de déficit/asistencialistas* o *democrático/inclusoras*. Los resultados arrojan una preeminencia muy importante de estas últimas sobre las primeras, con lo cual en primera instancia no podría decirse demasiado respecto de la existencia de una correlación entre el perfil de imagen de ciencia declarativa que surge de las respuestas de las/los docentes a los diferentes aspectos NOS y su postura frente a la enseñanza de las ciencias destinada a estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos. La gran mayoría comparte la idea global de una educación científica para todos y todas. Parece una adhesión casi unánime a los lemas de la alfabetización científica. Con todo, consideramos que puede haber defectos en la construcción de las afirmaciones en el sentido de su potencia para detectar matices en la noción de alfabetización científica con la que acuerdan las y los docentes. Por ejemplo, acordar con las afirmaciones A, B, C y D que corresponden a la cuestión n° 15 – ver tabla 4.1.2.a – implicaría una mirada netamente discriminadora y antidemocrática con la que casi nadie querría verse identificado, por lo cual la amplísima mayoría está en desacuerdo. Por más que esas respuestas, en algunos casos, tomen el cariz de “lo que se debe decir”, más que lo que se piensa honestamente en lo profundo de las convicciones. En este sentido, compartimos el criterio de Carlos Elías Pérez al afirmar que “[...] muchas veces en las encuestas, sobre todo las que implican juicios de valor, se responde lo que el ciudadano considera que es ‘políticamente correcto’ aunque no tenga que corresponder con su realidad.” (Pérez, 2006). En cambio la afirmación 15E: “*Un profesor/a enseña los mismos contenidos a todos y todas, sin importar el tipo de escuela que se trate, ni la extracción socioeconómica de sus estudiantes*” no tiene respuestas tan categóricas mayoritariamente por acuerdo o desacuerdo: hubo 14 respuestas en desacuerdo contra 19 que acordaron, siendo esta última la alternativa considerada como democrático/inclusora. Este es un caso, a nuestro juicio, de defecto de construcción de la afirmación, en tanto que no queda claro a qué se considera ‘enseñar los mismos contenidos’. Algún/a profesor/a en desacuerdo podría argumentar correctamente que es lícito diferenciar diferentes aspectos del contenido a

enseñar de acuerdo a determinadas audiencias atendiendo a finalidades contexto-dependientes. Y en ese sentido sería atinado considerarlo como democrático/inclusor. Y también vale lo contrario: podría argüirse que alguien que considere enseñar los mismos aspectos de los mismos contenidos a todos, independientemente de audiencias y contextos, podría estar situado en una concepción monolítica y única del conocimiento científico que en definitiva resulta funcional sólo para determinados sectores, marginando a quienes no encuadren en el ‘target’. Por ejemplo, el/la docente que enseña en función de que su alumnado supere las pruebas de selectividad a las que debería someterse, llegado el caso, para seguir estudios superiores. Cabe un análisis similar para las respuestas a la cuestión nº 16: Acordar con las afirmaciones A y D implicaría tener una mirada netamente discriminadora, por lo cual la gran mayoría de las/los docentes declara estar en desacuerdo. En cambio, para la afirmación 16C: *“Como las escuelas de orientación no científica tienen una carga horaria mucho más baja en horas de ciencias, evidentemente no puede ser la misma calidad que la de la ciencia que se enseña en escuelas de orientación científica.”*, los desacuerdos y acuerdos están mucho más repartidos (13 contra 16, respectivamente). Si bien entendemos aquí que las respuestas mayoritarias se condicen con una postura que adheriría a la idea de que la cantidad de horas no implica necesariamente calidad de enseñanza, podría comprenderse que algunos y algunas docentes bien intencionados desde una perspectiva inclusora interpretarían que sí. Finalmente, en el caso de la afirmación 16E: *“Así como una persona alfabetizada es aquella que ha logrado poder leer y escribir, una persona alfabetizada científicamente es aquella que puede llegar a entender los conceptos más básicos de la ciencia. Esta finalidad es la que debería prevalecer en las escuelas de orientación no científica.”*, interpretamos el acuerdo – que aquí resulta ampliamente mayoritario – como una postura encuadrable en la perspectiva democrático/inclusora. No obstante, cabe en la interpretación que haga el lector de dicha afirmación el alcance que le dará al concepto de alfabetización científica. De hecho, este concepto ha sido objeto de críticas desde el momento que ha asumido diferentes definiciones, todas ellas muy amplias, genéricas, por lo cual terminan siendo vagas e imprecisas (DeBoer, 2000). Incluso, podría llegar a advertirse en algunos alcances de la definición una cierta impronta del modelo de déficit, que asume carencias a ser suplidas, análogamente al proceso de alfabetización propiamente dicho y de donde toma su nombre. Así como alfabetizar implica enseñar a leer y escribir, alfabetizar científicamente sería justamente aprender los conceptos básicos de la ciencia, sin más. Presumimos que un/una docente

que interpretase de esta manera a la alfabetización científica podría no acordar con la afirmación antedicha desde una perspectiva democrático/inclusora.

5. 2. CARACTERIZACIÓN DE LAS Y LOS DOCENTES SELECCIONADAS/OS PARA PROFUNDIZAR EL ANÁLISIS: LA IMAGEN DE CIENCIA DECLARATIVA

5.2.1. LOS PERFILES DE IMAGEN DE CIENCIA DECLARATIVA

En base a las respuestas al cuestionario COCE para cada docente seleccionado/a y a la profundización correspondiente a partir de las entrevistas se construyen los perfiles de imagen de ciencia declarativa. A continuación se describe cada uno de ellos.

5.2.1.1. EL CASO DE LA PROFESORA ADELA

Adela es una profesora de Biología que contaba con 56 años de edad y 27 años de antigüedad en la profesión al momento de este estudio, desempeñándose entonces solamente en el nivel secundario.

El perfil NOS que surge del COCE

Como surge de la tabla 4.2.1.b, Adela cuenta con 17 respuestas al cuestionario COCE que pueden ser encuadradas como empiro-positivistas y otras 33 respuestas categorizables como contextualistas, mientras que en 11 afirmaciones no ha tomado posición.

a) *Provisionalidad*: Mantiene una postura muy tradicional, de raigambre empiro-positivista, muy frecuente en la mayoría de las/los docentes encuestados, que se asienta sobre la creencia de que, si bien el conocimiento científico tiene carácter provisional, el progreso científico se da por acumulación de datos. En ese sentido señala que “[p]uede suceder que alguna teoría sea descartada totalmente pero en otros casos persiste por acumulación de datos a su favor mientras no sea refutada, en todo caso podremos decir que por ahora está corroborada.”

b) *Naturaleza de la observación*: La mayoría de sus respuestas a afirmaciones que se relacionan con este aspecto, la posicionan como adherente a la idea de que la observación es dependiente de la teoría. De hecho, así lo afirma cuando señala que “[l]as observaciones siempre tienen una carga teórica y depende de la percepción de

cada científico.”. No obstante, creemos que su postura responde quizás a la apropiación de un lema más que a una respuesta convencida, en tanto que se muestra de acuerdo con la afirmación 6D: “Las observaciones serán las mismas, ya que una observación es exactamente lo que vemos y nada más. Los hechos son los hechos. Las interpretaciones pueden ser diferentes de una persona a otra, pero las observaciones deben ser las mismas.”. Esto puede interpretarse como una mirada realista metafísica ingenua, lo cual coincide con lo hallado para el aspecto que se describe a continuación.

c) *Correspondencia*: Las respuestas de Adela a afirmaciones que tienen que ver con la relación realidad/predicación parecen indicar una preeminencia de una postura encuadrable en un realismo metafísico o ingenuo, frente a las que se inclinan por una postura de realismo internalista (4 contra 3, de un total de 7 afirmaciones). Con todo, no se puede concluir categóricamente dicha adscripción, tanto por las mínimas diferencias que de aquí se desprenden como por lo que surge en un aspecto íntimamente relacionado con éste, el de *naturaleza de las teorías*, donde, como se verá, parecería abonar la postura contraria.

d) *Representación*: Para este aspecto la paridad es absoluta entre una visión centrada en la teorías contra una centrada en modelos. Por un lado, acuerda con la afirmación 11H que expresa que una ciencia es un conjunto de modelos consensuados y no se define sobre la 11G que dice que una ciencia es un conjunto de teorías establecidas. Por otro, refiriéndose a la cuestión 14, que toma como tema central la fotografía 51 y la estructura del ADN, Adela desacuerda con la afirmación 14D que dice “Postular una estructura de doble hélice para el ADN da cuenta satisfactoriamente de los datos que se infieren de la foto”, afirmación para la cual el desacuerdo se podría interpretar con una mirada más centrada en las teorías que en los modelos. No obstante lo dicho, podríamos pensar que la no toma de partido por la afirmación 11G puede corresponderse con que no quede suficientemente claro el alcance del significado de ‘teorías establecidas’. Que quizás lo de ‘establecidas’ haya sido interpretado en la tercera acepción del verbo establecer: **3.** tr. Dejar demostrado y firme un principio, una teoría, una idea, etc. (RAE). Y por tanto, como no se acuerda con una noción monolítica de las teorías pero tampoco se desacuerda con la corroboración de las mismas (como se vio en los dichos de la propia Adela acerca de la provisionalidad del conocimiento científico), la opción “Sin comentarios” aparece como la más viable para no decidirse por una u otra. Es quizás aquí donde pueda evidenciarse un problema en la construcción de la afirmación para el

cuestionario. Por otra parte, también podría matizarse el desacuerdo con la afirmación 14D, en tanto lo que comenta Adela respecto del episodio de la fotografía 51: “*No sé si la historia que se cuenta es real.*” Parecería en realidad que duda que hubiera existido tal fotografía y por tanto, que surja de allí la postulación de la estructura de doble hélice. Si fuese así, es razonable que rechace la afirmación 14D aun habiendo acordado con la 11H previamente.

e) *Método*: Respecto de la cuestión del método científico, la postura de Adela parece quedar clara en su comentario: “*No existe un método científico único, cada científico emplea su propio método pero sí tienen en cuenta algunos de sus procedimientos.*” Sin embargo, de las siete afirmaciones que presenta el cuestionario COCE relacionadas al método, en tres de ellas refleja una posición contradictoria: acuerda con la afirmación 7B: “La mayoría utiliza el método científico, ya que es un procedimiento lógico”; desacuerda con la 7D: “No hay algo llamado método científico. Los científicos/as usan cualquier método para obtener resultados” y está de acuerdo con la 7F: “No importa cómo se obtienen los resultados, los científicos/as usan el método científico para comprobarlo”. Este posicionamiento un tanto ambiguo podría atenuarse a favor de una postura más acorde con lo que ella misma declara si nos detenemos en su desacuerdo con la afirmación 7D. Es bastante probable que Adela haya respondido así por desacordar con la primera parte de la afirmación y no con la segunda, en el sentido de que sí existe una construcción de carácter escolar que ha sido (y lo sigue siendo aún) plasmada en los libros de texto, más allá de su real aplicación o no en la construcción del conocimiento científico.

f) *Naturaleza de las teorías*: En relación a este aspecto la postura de Adela es muy clara en el sentido de otorgar prevalencia a la invención frente al descubrimiento como origen de las teorías, como se evidencia en seis afirmaciones sobre un total de siete que abordan este tópico y en su propio comentario al respecto: “*Una teoría puede ser creada o elaborada por un científico a partir de datos empíricos verificables.*”

g) *Imaginación*: La cuestión 3 del COCE es la que aborda en cinco afirmaciones el papel de la imaginación en la producción del conocimiento científico. Adela desacuerda con la afirmación 3A que dice que la imaginación es la principal fuente de innovación pero está de acuerdo con la 3B que sostiene que los científicos usan relativamente su imaginación en la investigación. Al mismo tiempo, le parece que la imaginación puede

ser coherente con los principios lógicos de la ciencia (3C) y prefiere no omitir opinión en cuanto que pueda ser un mecanismo de los científicos para probar su punto a toda costa (3D) y en cuanto a que la imaginación carezca de fiabilidad (3E). En un comentario acerca de esta cuestión, Adela señala lo siguiente: *“La imaginación puede ayudar a crear representaciones mentales del fenómeno, pero esto no quiere decir que el saber científico es imaginario.”*

h) *Validación*: De las siete afirmaciones que se refieren a la cuestión de la validación del conocimiento científico, en cuatro ocasiones las elecciones de Adela son contextualistas. El comentario que realiza al respecto la posiciona también en esta perspectiva: *“Toda teoría es provisoria, no existe una verdad absoluta, se acepta provisionalmente una u otra teoría.”* Como en los aspectos abordados anteriormente, no emerge una postura pura, sino que hay elementos que remiten a una mirada más rígida, como por ejemplo, el no acuerdo con criterios que tengan en cuenta la intuición a la hora de validar teorías o decisiones en función de la parsimonia.

i) *Subjetividad / Objetividad*: Si bien en este aspecto tampoco Adela refleja univocidad absoluta (hay a lo largo del cuestionario indicios de rescate de una cierta noción de objetividad deseable), está netamente orientada hacia la consideración de la influencia de las cuestiones personales, los valores y los aspectos socioculturales en los modos de producción del conocimiento científico. Afirma que: *“Ser objetivo no implica no tener valores éticos y morales que son fundamentales para un verdadero científico.”*

En relación a la enseñanza de aspectos NOS

- *Provisionalidad y Naturaleza de las observaciones*: En relación a estos dos aspectos de la NOS a ser enseñados, la postura de la profesora Adela es absolutamente contextualista. Sin embargo, lo que surgía del anterior análisis la mostraba como portadora de una visión híbrida en relación a estos tópicos. Consideramos que al momento de pensar en la enseñabilidad de un contenido NOS emergen posicionamientos ‘informados’ desde lo que circula en la formación del profesorado, donde quizás las fuentes provengan más de los saberes pedagógico-didácticos asumidos por la comunidad que de visiones metacientíficas más recientes: es muy poco probable que un/a docente declare adscribir a una postura monolítica acerca de la ciencia a ser enseñada al estudiantado, lo mismo que sería muy difícil encontrar a docentes que declaren que son irrelevantes las ideas previas de las alumnas y alumnos.

- *Métodos científicos*: De un total de 9 afirmaciones en relación a la enseñanza del método científico, Adela nuevamente aparece mostrando una posición híbrida, en consonancia con lo visto anteriormente: en 4 afirmaciones sus respuestas pueden ser encuadradas como contextualistas y en otras 4 como empiro-positivistas, quedando en una de las afirmaciones sin tomar partido. Al respecto declara en su comentario: “*No deben aprender lo que se conoce como ‘pasos de método científico’ porque esto no es así, no son ‘pasos’ tan estructurados pero sí deben conocer la lógica de los procedimientos científicos poniéndolos en práctica como herramienta en resolución de problemas*”. De sus dichos podría inferirse claramente que adscribe a la lógica propia del método, como inherente al proceder científico. Nuevamente creemos que la adscripción contextualista a afirmaciones como la 8G: “No, nosotros/as no sólo deberíamos enseñar un método científico, sino que se debería propiciar que los/las estudiantes tengan la oportunidad para pensar y desarrollar sus propios métodos.” y la 8I: “No, profesores/as y estudiantes juntos deberían proponer diferentes métodos de investigación.”, se explicaría a partir de los trasvases de saberes aceptados en términos pedagógico-didácticos, como por ejemplo la necesaria atención a la diversidad, a las inteligencias múltiples y el corrimiento del lugar tradicional del profesor como depositario del saber hacia el modelo del profesor tutor/guía/orientador. Lo mismo cuando desacuerda con la afirmación 8 B. “[Los alumnos deberían aprender el método científico] Sí, porque son aún incapaces de dar con métodos más apropiados.”

- *Subjetividad y objetividad*: Si en el análisis previo sobre la imagen NOS de Adela respecto de este tópico aparecía una predominancia contextualista pero con cierta presencia empiro-positivista en algunas afirmaciones y en otras sin manifestar posición, ahora en relación con la enseñanza de aspectos NOS aparece como totalmente contextualista. Análogamente a lo que argumentamos en los dos aspectos anteriores, creemos que es más aceptable el rol que juegan la subjetividad, los valores y las cuestiones socioculturales en el contexto educativo que en los ámbitos de producción de conocimiento científico, de allí los posibles trasvases hacia la enseñanza de la NOS.

En relación a la enseñanza de las ciencias y las finalidades de la educación científica para estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos

En lo que respecta a las respuestas de Adela a las cuestiones 15 y 16 todas son encuadrables en una postura democrático-inclusora. Incluso en su no-definición ante la

afirmación 15B: “Como se trata de jóvenes que están en desventaja en términos del capital cultural que la escuela legitima, habría que apuntar a enseñarles una ciencia más sencilla, más simplificada”, queda lo suficientemente clara su posición cuando se define en los comentarios que realiza: “*No cambiaría los contenidos sino el modo de abordarlos que no necesariamente significa “simplificar”. Todos los alumnos merecen y deben tener la oportunidad de seguir una carrera universitaria.*”(Comentario a la cuestión 15). “*Todos los alumnos deben tener igualdad de oportunidades para seguir una carrera universitaria. La calidad de la enseñanza no es una cuestión de cantidad de horas sino justamente es de calidad de enseñanza.*” (Comentario a la cuestión 16).

Lo que surge de la entrevista

En función de los campos teóricos estructurantes

- Correspondencia entre realidad y predicación: Las afirmaciones de Adela se encuadran en el denominado *realismo internalista* en tanto adscribe al carácter representacional, modélico de las entidades teóricas: “*Lo que pasa es que esto [la estructura de doble hélice del ADN] es solo un modelo, es un modelo que representa esto. El hecho de que seguramente sea así, hay mucha evidencia a favor pero es un modelo, es una representación de la realidad que sirve en este momento. Es un modelo que sí, a ver, tampoco es que vamos a dudar de todo porque entonces no podríamos avanzar. Pero es el mejor modelo que encaja en este momento.*” (Red 4.3.1.a). Estos dichos parecen abonar más la faceta de realismo internalista de la profesora frente al acuerdo con algunas afirmaciones del COCE que se corresponderían con el realismo ingenuo, según se vio en el análisis anterior.

- Evolución: En relación a la dinámica científica, la postura de Adela se inscribiría en una visión contextualista de la ciencia, particularmente en una perspectiva modeloteórica, como puede interpretarse dada su adscripción a la metáfora del explorador que se guía por sus representaciones previas del territorio (Red 4.3.1.b). Es explícita al rechazar la metáfora del montículo de arena, que hace alusión al progreso acumulativo de la ciencia: “*No me gusta lo de la arena porque no creo que la ciencia avance así tan prolijamente como nos han enseñado a nosotros [...]*”. Sin embargo, al remitirnos a lo que surge de los ítems “Provisionalidad” y “Validación” del COCE, los matices de carácter empiro-positivista se hacen evidentes, con lo cual se abona la visión

híbrida de las imágenes de ciencia declarativas del profesorado que hemos sostenido anteriormente en este capítulo.

Indicios de una imagen de ciencia deficitaria/asistencialista en la entrevista

En la red 4.4.1. se recogen fragmentos de discurso que funcionan como indicadores de diversas facetas de una imagen deficitaria/asistencialista. Denota una imagen de ciencia para inteligentes cuando afirma: "*[los contenidos de 4º año] o sea muy, muy apuntado a esa parte demasiado dura para un grupo de ese tipo [de contexto desfavorecido]*". Al mismo tiempo, sugiere una imagen de ciencia empobrecida para desempeñarse en el mundo del trabajo y en la vida cotidiana en función de las características de esos/as estudiantes, en tanto no tendría sentido alfabetizarlos/as científicamente: "*Pero darles otras herramientas, o incluso, yo no sé si las escuelas de oficios no tendrían que volver a ponerse en funcionamiento. O sea, darles una oportunidad para que estos chicos...porque si estos chicos...yo creo que si en el secundario no salen para ciencia no salen para nada.*". Y que debe existir un interés previo por la ciencia como requisito, y hay estudiantes que directamente no lo tienen: "*Yo creo que por ahí no se sienten naturalmente inclinados porque todos tenemos una inclinación.*"

En el análisis anterior sobre la postura declarativa de Adela frente a la enseñanza de las ciencias y las finalidades de la educación científica para estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos, surgida del COCE, los resultados daban una imagen de ciencia absolutamente democrático/inclusora. Lo que podemos ver ahora que con la profundización lograda en la entrevista surgen aspectos de carácter deficitario/asistencialista que antes estaban ocultos.

5.2.1.2. EL CASO DE LA PROFESORA BELÉN

Belén es una profesora de Biología que contaba con 42 años de edad y 3 años de antigüedad en la profesión al momento de este estudio, desempeñándose tanto en el nivel secundario como en el nivel terciario.

El perfil NOS que surge del COCE

Como surge de la tabla 4.2.1.b, Belén cuenta con 34 respuestas al cuestionario COCE encuadrables como empiro-positivistas y otras 21 respuestas categorizables como contextualistas, mientras que en 6 afirmaciones no ha tomado posición.

a) *Provisionalidad*: de acuerdo a las respuestas a las afirmaciones relacionadas con el carácter provisional del conocimiento científico, la postura de Belén estaría en equilibrio entre posturas empiro-positivistas y contextualistas.

b) *Naturaleza de la observación*: De seis afirmaciones que plantea el COCE relacionadas con este tópico, la profesora Belén se encuadra en posturas empiro-positivistas en cinco de ellas, en desacuerdo con la noción de “carga teórica de la observación” (Cuestión 6 del COCE).

c) *Correspondencia*: De las respuestas de Belén a afirmaciones vinculadas a la relación realidad/predicación se infiere una leve prevalencia de una postura encuadrable en un realismo internalista (contextualista) frente a las que se inclinan por una postura de realismo metafísico o ingenuo (empiro-positivista) (4 contra 3, de un total de 7 afirmaciones).

d) *Representación*: En relación a las afirmaciones que se refieren a la cuestión de la representación, la profesora Belén responde contextualistamente a las 11G y 11H, al desacordar con que la ciencia es “un conjunto de teorías establecidas” y acordar con que es “un conjunto de modelos consensuados”. Aquí cabría nuevamente la reflexión suscitada para este tópico que hiciéramos para la profesora Adela, en el sentido del rechazo a la 11G por una interpretación de “establecidas como “inamovibles”. Pero responde en desacuerdo con la 14D: “Postular una estructura de doble hélice para el ADN da cuenta satisfactoriamente de los datos que se infieren de la foto”. Que justamente es una afirmación de base modélica, con lo cual estaría respondiendo a una mirada de corte empiro-positivista.

e) *Método*: Para las siete afirmaciones del COCE en relación al método, en 4 de ellas responde empiro-positivísticamente, en otras 2, de manera contextualista y en un caso no se define.

f) *Naturaleza de las teorías*: De las 6 afirmaciones del COCE en relación a este tópico, Belén no se define en 2 de ellas y en las otras 4 se divide equitativamente en posturas empiro-positivistas y contextualistas. No hace comentarios que permitan definir su perfil al respecto en una u otra perspectiva.

g) *Imaginación*: A este respecto, sobre 5 afirmaciones, Belén se define netamente con un perfil empiro-positivista, ya que responde en esa línea en 4 de ellas, en contra de

considerar a la imaginación como una componente relevante a la hora de producir conocimiento científico. Sólo en una afirmación omite tomar partido.

h) *Validación*: La profesora Belén adscribe a criterios de validación del conocimiento científico de carácter empiro-positivista, como se infiere de 6 respuestas en este sentido sobre un total de 7 planteadas.

i) *Subjetividad / Objetividad*: Sobre un total de 33 afirmaciones que aluden a este tópico, en 19 de ellas la profesora Belén toma posturas encuadrables en el empiro-positivismo y solamente en 8 adscribe a posicionamientos de corte contextualista y sin tomar partido o emitir opinión en 6 afirmaciones. En sus respuestas hay una fuerte impronta de la consideración de la objetividad como valor supremo de la empresa científica.

En relación a la enseñanza de aspectos NOS

- *Provisionalidad y Naturaleza de las observaciones*: Tal como ocurre en el caso de la profesora Adela, la postura de la profesora Belén es ampliamente contextualista: asume esta posición en 9 de las 10 afirmaciones. Solamente en la afirmación 9B no toma partido. Al remitirnos al análisis de su perfil NOS se evidenciaba un perfil híbrido respecto de la *provisionalidad del conocimiento científico*, que ahora en función de su enseñanza la hace inclinarse a posturas netamente contextualistas. Más contundente aún es la diferencia que se expresa respecto de la *naturaleza de las observaciones*: mientras que su perfil NOS revela un desacuerdo casi total con la noción de *carga teórica de la observación*, cuando se pasa al plano de la enseñanza de aspectos NOS es exactamente lo opuesto: hay un acuerdo casi absoluto acerca de la importancia de enseñar en consonancia con esta idea. Nuevamente aquí sostenemos, (como en el caso de la profesora Adela, pero aquí con sesgos más marcados) que emergerían posicionamientos ‘informados’ o “lemas” desde lo que circula en la formación del profesorado, con mayor anclaje en los saberes pedagógico-didácticos asumidos por la comunidad, que de posturas epistemológicas kuhnianas o postkuhnianas.

- *Métodos científicos*: Del total de 9 afirmaciones en relación a la enseñanza del método científico, Belén asume un posicionamiento empiro-positivista en 6 de ellas, no expidiéndose en las 3 restantes. En este sentido, mantiene la coherencia con la parte de

su perfil NOS que alude a este tópico e incluso acentúa su carácter empiro-positivista, al considerar la importancia de enseñar “el método científico”.

- *Subjetividad y objetividad*: Como se reflejara en su perfil NOS, aquí también aparece como mayoritario el posicionamiento de la profesora Belén a favor de la objetividad y en detrimento de la consideración del papel que les puede tocar la cuestión de los valores, a los que considera que deben quedar afuera del aula de ciencias, lo mismo que para desestimar la influencia de los factores personales, las creencias y las cuestiones socioculturales.

En relación a la enseñanza de las ciencias y las finalidades de la educación científica para estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos

Lo que surge de las respuestas de Belén a las cuestiones 15 y 16 del COCE se reparte entre posturas de corte democrático-inclusor y de corte deficitario-asistencialista. En el caso de la cuestión 15 (Tabla 4.2.2.a.), todas las respuestas han sido interpretadas como democrático-inclusoras, con la excepción de la respuesta a la afirmación 15 E: “Un profesor/a enseña los mismos contenidos a todos y todas, sin importar el tipo de escuela que se trate, ni la extracción socioeconómica de sus estudiantes.”, con la que Belén se manifiesta en desacuerdo. Al respecto comenta lo siguiente: *“Si bien los contenidos curriculares son los mismos me toca enseñar en escuelas privadas con un muy buen nivel y en escuelas estatales donde la heterogeneidad es mayor en cuanto a recibir información, en mi caso en particular los contenidos son los mismos pero enseñados con distintos enfoques y recursos”*. Esta aclaración por parte de la profesora parece contradecir su desacuerdo con la afirmación, con lo cual pasaría a ser una respuesta de carácter democrático-inclusor. En relación a la cuestión 16 (Tabla 4.2.2.b.), la profesora acuerda con dos afirmaciones de carácter deficitario-asistencialista: la 16 C: “Como las escuelas de orientación no científica tienen una carga horaria mucho más baja en horas de ciencias, evidentemente no puede ser la misma calidad que la de la ciencia que se enseña en escuelas de orientación científica” y la 16D: “A las escuelas de orientación no científica suelen ir las/los estudiantes que ya, desde el vamos, o no les interesa la ciencia o son aquellos/as quienes afirman que la ciencia “no es para ellos/as” por su propia dificultad. Por tanto, tenemos que adaptar la ciencia que enseñamos, de manera de quedarnos con una ciencia escolar mucho más simplificada.”

Lo que surge de la entrevista

En función de los campos teóricos estructurantes

- Correspondencia entre realidad y predicación: Cuando en la entrevista la profesora Belén es consultada respecto de la existencia de los genes en la realidad, responde “*Si, los genes existen. Sí.*”. Y cuando se le pregunta si considera que la estructura de doble hélice del ADN existía antes que Watson y Crick la propusieran su respuesta es “*Yo creo que sí. Sí.*”. Tales respuestas serían encuadrables dentro del denominado *realismo metafísico* o realismo ingenuo, en el sentido de pensar en una realidad externa independiente de los sujetos cognoscentes. Este tipo de realismo se halla en las formulaciones del empiro-positivismo, en tanto refiere a “una correspondencia casi *icónica* (pictórica) de las ideas científicas con el mundo de los hechos.” (Adúriz-Bravo et al., 2006). Esta declaración de la profesora lleva a inferir que, dentro de la visión híbrida que se manifestara en el COCE respecto de este tópico tendría más peso la concepción de un realismo metafísico.

- Evolución: En relación a la idea de cómo cambia la ciencia a lo largo del tiempo (Red 4.3.1.b), la profesora Belén declara identificarse más con la metáfora del montículo de arena. En sus palabras: “*[La identifico] con el montículo de arena. Porque es algo que se va construyendo y no es algo que permanezca tal cual. Se puede ir modificando, se puede construir a medida que pasa el tiempo, así como se construye se puede romper y volver a construir.*” Esta adscripción puede interpretarse como una visión acumulativa de la producción de conocimiento científico, con progresión a la verdad. En este sentido, guarda coherencia con los aspectos que empiezan a definirse como híbridos en el COCE para *Provisionalidad* pero que categóricamente resultan de corte empiro-positivista para *Validación*.

Indicios de una imagen de ciencia deficitaria/asistencialista en la entrevista

Como se señalara anteriormente, en la red 4.4.1. se recogen fragmentos de discurso que funcionan como indicadores de diversas facetas de una imagen deficitaria / asistencialista. A continuación se reseñan las categorías y los fragmentos de discurso como hechos reconstruidos a partir de la teoría:

- Ciencia para inteligentes: “*Es probable que en un curso donde les cueste más aprenderlo me lleve más tiempo [...]*” “*No da lo mismo [enseñar en diferentes tipos de escuela y con diferentes tipos de alumnos] ... [...]* Me decían: ‘*Pero, profe, esto es muy*

difícil. Yo no me lo puedo aprender. ¿Qué tengo que saber de esto?'. Y el cuestionamiento de ellos era permanente: 'A mí esto no me entra. ¿Qué me aprendo, de memoria?'[...]No sé. Me parece que acá está fallando primero, un docente que los integre, que les baje los contenidos, que se adapte a las posibilidades de ellos."

- Ciencia para desarrollo profesional y calidad de vida: *"Y, tratar de alguna forma de lograr que aprendan algo, porque no puede ser que no aprendan nada."*

- Ciencia y prerrequisitos: *"[La finalidad es] [a]cercarle los conocimientos biológicos a los alumnos y dentro de las posibilidades que uno tiene también, porque a veces varía un poco lamentablemente en cuanto a la comunidad.[...] Sí, con las características en cuanto a cómo se predisponen para estudiar, cómo, qué conducta tienen, cómo se desenvuelven en el aula. [Para ciertos temas la decisión es que] esto no se los podemos enseñar, no tienen base de química, no tienen base de matemática"*.

- Ciencia y profecía autocumplida: *"Esto no lo van a poder entender por más que se lo expliques 10 veces.[...] [En el caso de una escuela de un contexto socioeconómicamente desfavorecido] No, olvidate. Acá olvidate de lograr... Yo me compré el libro. Aparte me compré el libro de cuarto de [aquí menciona a una editorial reconocida]. Vos ves ese libro... Por ejemplo, acá no lo puedo traer, directamente te digo. [...]"*

5.2.1.3. EL CASO DEL PROFESOR CARLOS

Carlos es un profesor de Biología que contaba con 62 años de edad y 43 años de antigüedad en la profesión al momento de este estudio, desempeñándose entonces solamente en el nivel secundario.

El perfil NOS que surge del COCE

Como puede verse en la tabla 4.2.1.b, Carlos cuenta con 26 respuestas al cuestionario COCE que pueden ser encuadradas como empiro-positivistas y otras 35 respuestas categorizables como contextualistas. No dejó de tomar partido por ninguna afirmación.

a) *Provisionalidad*: Mantiene una postura híbrida en relación a este tópico. Según sus palabras *"debemos cuidar no caer en la posición del inductivismo que considera que la ciencia nace de la observación y así genera conocimiento, la acumulación de información puede ser de casos particulares y llevar a ningún lado aunque no sea*

refutada por no haberse dado el caso que la falsee o demuestre errada.” A partir de sus dichos se evidencia un posicionamiento cercano con el racionalismo crítico popperiano.

b) *Naturaleza de la observación*: De 5 afirmaciones que abordan este tópico, en 4 de ellas asume una postura contextualista, ligada a la noción de la *carga teórica de la observación*. Justamente, desacuerda con la afirmación 6B: “Las observaciones serán las mismas, porque los científicos/as formados en el mismo campo tienen ideas similares.”, con lo cual parecería no reconocer el peso de la mirada que un paradigma lleva consigo. En sus palabras: “*Cada observador es siempre influenciado por sus saberes y vivencias previas así como por sus expectativas y ‘lo que está buscando’*”. Sin embargo, parece no reconocer en ese ‘lo que está buscando’ la impronta de la formación en un paradigma particular.

c) *Correspondencia*: Con respecto a la relación realidad/predicación, el profesor Carlos parece encuadrarse mayoritariamente en un realismo metafísico o ingenuo con 5 afirmaciones de un total de 7. Las dos restantes son la afirmación 14B: “La fotografía tomada por Rosalind Franklin resultó decisiva para la dilucidación de la estructura del ADN.” y la afirmación 14D: “Postular una estructura de doble hélice para el ADN da cuenta satisfactoriamente de los datos que se infieren de la foto.” Carlos acuerda con ambas afirmaciones, que se corresponden más bien con un realismo metafísico, en el sentido que suponen una relación entre los datos y el modelo en cuestión y no entre el modelo y la realidad. Aunque en el caso de la 14B, el acuerdo con la afirmación pueda interpretarse como un solo acuerdo con lo “decisiva” que resultó la fotografía y no con el aspecto dilucidatorio, con lo cual abonaría más la postura realista ingenua. Finalmente, comenta algo referido a la afirmación 14H: “A Rosalind Franklin no le dieron el Premio Nobel por ser mujer”. Dice Carlos al respecto: “*Falleció antes de que se cristalice el descubrimiento definitivo y no existe el Nobel post mortem.*” Aquí muestra estar informado acerca del episodio, sin embargo recurre nuevamente a la idea de “descubrimiento” y de “definitivo”, más afines a un realismo metafísico de carácter empiro-positivista.

d) *Representación*: Aquí el profesor Carlos responde de manera tal que pueden interpretarse sus respuestas desde la perspectiva de una visión híbrida, con indicios de contradicción interna. Desacuerda tanto con la afirmación 11H que expresa que una ciencia es un conjunto de modelos consensuados como con la 11G que dice que una

ciencia es un conjunto de teorías establecidas. Y acuerda con la afirmación 14D que dice “Postular una estructura de doble hélice para el ADN da cuenta satisfactoriamente de los datos que se infieren de la foto”. Que se puede interpretar con una mirada más centrada en los modelos que en las teorías.

e) *Método*: De las 7 afirmaciones que abordan en el COCE la cuestión del método científico, el profesor Carlos asume en tres de ellas una postura encuadrable en el empiro-positivismo, mostrándose como contextualista en las 4 restantes. Esta visión híbrida contiene elementos contradictorios bastante evidentes. Por ejemplo, acuerda con la afirmación 7A: “El método científico asegura de forma válida, clara, lógica y precisa los resultados. Por lo tanto, la mayoría de los científicos/as siguen el método universal en la investigación”. Pero desacuerda con la 11E: “Los científicos y científicas, al hacer ciencia, siguen un método sistemático.” En su comentario al tema, parece inclinarse más por un posicionamiento tradicional, empiro-positivista: *“El método científico es un instrumento de trabajo que permite un orden a seguir y que lo único que asegura es eso, un orden específico, no es de ninguna manera un instrumento o medio para acceder a fines volitivos”*.

f) *Naturaleza de las teorías*: De 6 afirmaciones, en 5 de ellas Carlos toma partido por la noción contextualista de la invención, frente a una sola, de corte empiro-positivista, la afirmación 5D que dice: “ [la teoría científica es] Inventada, ya que una teoría es una interpretación de hechos experimentales, y los hechos experimentales son descubiertos por los científicos”. En este sentido, puede que haya interpretado la afirmación en el sentido de no poder acordar con ella en la última parte, en relación a que los hechos experimentales sean descubiertos por los científicos. En su comentario al respecto de este tópico, Carlos afirma: *“si bien hay descubrimientos, son descubrimientos de causas de fenómenos, esas causas dan lugar a la elucubración de las teorías que son exclusivamente producto de la elaboración mental del hombre y requieren de otras teorías y saberes para poder ser desarrolladas (inventadas)”*.

g) *Imaginación*: En la totalidad de las cinco afirmaciones que tratan la cuestión de la imaginación en la producción del conocimiento científico, las respuestas de Carlos son encuadrables como contextualistas. Al respecto comenta: *“La imaginación es fuente de creatividad y eso lleva a que el científico pueda ser buen diseñador de métodos de trabajo y de sistemas de apreciación y ver variables desde enfoque diferentes al resto.”*

h) *Validación*: Para este aspecto es especialmente destacable el posicionamiento de Carlos en el sentido opuesto asumido en el punto anterior. Aquí toma partido por posturas empiro-positivistas en las siete afirmaciones que se ocupan del tema. Y se hace explícito su encuadramiento popperiano en el comentario que realiza: “*Los científicos tienen todos y cada uno su posición personal con respecto a ciertas cuestiones, aunque lo más importante es cuán amplia y falsable es la teoría propuesta y cuál su soporte científico, debemos recordar que en el fondo, toda teoría aceptada lo es por ahora y hasta tanto deje de ser aceptable por haberse demostrado lo contrario.*”

i) *Subjetividad / Objetividad*: En relación a la consideración de estos aspectos, Carlos se manifiesta mayoritariamente contextualista (sobre 33 afirmaciones tiene 21 adscripciones en ese sentido). Sin embargo, se expresa empiro-positivista cuando se hace referencia a la objetividad inherente a la cuestión del método (afirmaciones 7A y 7B) y en aquellas expresiones que aluden a la objetividad como un valor científico que debería preservarse por sobre todo lo demás (afirmaciones 1A, 1H, 11C y 13G).

En relación a la enseñanza de aspectos NOS

- *Provisionalidad y Naturaleza de las observaciones*: Como hicieramos referencia para los casos de las dos profesoras anteriores, también en Carlos hay una toma de partido absolutamente contextualista en el sentido de considerar importante enseñar la provisionalidad del conocimiento científico y en consonancia con la noción de *carga teórica de la observación*. Si bien en este último sentido evidencia coherencia con su postura NOS al respecto, los aspectos relacionados con la provisionalidad aquí se profundizan, abandonando ese posicionamiento híbrido con el que se identificaba.

- *Métodos científicos*: Del total de 9 afirmaciones en relación a la enseñanza del método científico, Carlos aquí profundiza el posicionamiento híbrido y levemente contextualista que reflejara en el análisis anterior a favor de una postura empiro-positivista en 5 de ellas. De hecho, en su comentario refleja su pobre convencimiento en que los estudiantes puedan dar con métodos alternativos o superiores: “*Los estudiantes pueden llegar a generar o crear métodos mejores que los de sus maestros, pero depende de qué estudiantes y de qué maestros. Recordemos a Niels Bohr...*”

- *Subjetividad y objetividad*: Comparado con el análisis del perfil NOS en relación a estos aspectos, aquí si bien se posiciona contextualistamente en relación a enseñar la

subjetividad inherente a la producción del conocimiento científico, particularmente en lo que hace a la consideración de los factores personales, las influencias socioculturales y los valores (afirmaciones 12A, 12B, 12C, 12D y 12G), luego termina adscribiendo en forma contradictoria a otras afirmaciones (12E: “La investigación científica debe estar completamente separada de las creencias personales” y 12F: “La investigación científica debe ser completamente independiente de los valores sociales subjetivos”). En el comentario que introduce al final de la cuestión, sobre qué podrían aprender los estudiantes de los científicos propuestos en el relato (el “subjetivista” y el “objetivista”) desde la perspectiva de la educación científica, Carlos afirma: “*Ambos están trabajando en lo mismo y más cercanos uno al otro de lo que se dan cuenta. Lo que los separa es sólo un paquete de prejuicios, no sus valores ya que ambos buscan como fin último el bien común.*”. Llama la atención que a los valores que sí se ponen en juego en el relato, Carlos los refiere como “paquete de prejuicios”.

En relación a la enseñanza de las ciencias y las finalidades de la educación científica para estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos

Las respuestas de Carlos a las cuestiones 15 y 16 todas son encuadrables en una postura democrático-inclusora. Así se expresa también en sus comentarios: “*La oferta pedagógica debe ser igual en todos los casos, lo que se puede o conviene hacer en caso de existir limitaciones producto de carencias socio-económicas es efectuar adecuaciones pedagógicas que permitan acceder a los mismos logros por otros caminos metodológicos.*” (Comentario a la cuestión 15); “*Me remito a Gerard Fourez en ‘Alfabetización Científico Tecnológica’ y su posición: es imprescindible la cultura científica independientemente de la especialización final del hombre.*” (Comentario a la cuestión 16).

Lo que surge de la entrevista

En función de los campos teóricos estructurantes

- Correspondencia entre realidad y predicación: Las afirmaciones de Carlos se encuadran en el denominado *realismo metafísico* o realismo ingenuo, en el sentido de pensar en la existencia de una realidad externa que aguarda a ser descubierta, pero que precede per se a la actividad del descubridor: “*Y sí [existen los genes en la realidad]”* “*Eso siempre fue así [la existencia de la estructura de doble hélice del ADN, antes de*

que Watson y Crick la propusieran]. O sea, ellos la descubren."(Red 4.3.1.a). Esta postura es coincidente con lo que surge como prevaleciente en el análisis anterior.

- Evolución: En relación a la dinámica científica, Carlos se inscribiría en una visión contextualista de la ciencia, con matices que permitirían asociarla a la Nueva Filosofía de la Ciencia, en tanto adscribe a la metáfora del velero (Red 4.3.1.b) aunque él mismo se reconoce como falsacionista: *"El riesgo que se corre al hacer ciencia es justamente el del velero en altamar, porque existe siempre la incertidumbre que está detrás de lo que estoy tratando de investigar; a ver si verifico que lo que estoy investigando vale o no vale. Aunque yo en ese sentido soy bastante falsacionista, vos sabés que mientras no pueda demostrar lo contrario me paso la vida demostrándolo o tratando de demostrarlo. Pero, digamos, el tema es que es una aventura -para mí la ciencia es una aventura- pero no con los pies sobre la tierra, sino necesariamente demandante de cambios de rumbos cuando haga falta. O sea, es muy pragmática.[...] Y las discrepancias tremendas que se arman se pueden llamar como tormentas. Cuando no se consiguen las soluciones esperadas se puede hablar de que uno está perdiendo el rumbo, porque no hay que olvidarse nunca que está esa creatividad y ese planteamiento de hipótesis que es lo que te marca el rumbo.[...] Y el llegar a puerto para mí es fundamental[...] También lo que tiene de bueno la metáfora de puerto es que no es para toda la vida, porque nadie me garantiza que ese puerto sea el puerto definitivo. En el fondo yo diría que esa metáfora, casi viene como anillo al dedo, está muy bien buscada entonces "*.

Indicios de una imagen de ciencia deficitaria/asistencialista en la entrevista

A continuación se reseñan los fragmentos del discurso de Carlos en la entrevista que funcionan como indicadores de algunas categorías de imagen deficitaria/asistencialista. (Red 4.4.1.):

- Ciencia para inteligentes: *"Y el diseño en ese sentido es excesivamente ambicioso. No está mal que sea ambicioso, pero no tiene la adecuación socioeconómica actual, cosa que... [...] Tal vez esto sea difícil de digerir a partir de lo que es el segmento socioeconómico. [P]ido que no se me tire por la ventana cuando vos empezás a hablar de ciertos temas [...] Y yo siento que, según te dé el grupo podés tirar más."*

- Ciencia y pre-requisitos: “[E]l diseño lo que hace es apuntar a lograr tal aprendizaje, apuntar a lograr tales saberes. Eso no está mal, está correcto. Lo que no está bien es la no adecuación a las carencias socioeconómicas y culturales que tienen algunos chicos”. “Es necesario en el caso de ellos porque directamente si no se pierden. ¿Y por qué se pierden? No porque sean malos, no porque tengan una carencia biológica física o una problemática neurológica, sino que porque no tienen la alfabetización previa. Y todo es una cuestión de armar sobre lo que ya se sabe y de a poco... Les va faltando, tienen baches y esos baches son muy difíciles”.

- Ciencia y profecía autocumplida: “O sea, hay muchos chicos que esa alfabetización tienen que ir adquiriéndolas con tiempo y hay que tenerles paciencia”.

5.2.1.4. EL CASO DEL PROFESOR IGNACIO

Ignacio es un profesor que al momento de realizarse este estudio contaba con 25 años de edad y con un desempeño de 2 años en la educación secundaria.

El perfil NOS que surge del COCE

Como surge de la tabla 4.2.1.b., Ignacio responde empiro-positivista a 30 afirmaciones y contextualista a otras 27, no manifestando posición definida en 4 de ellas.

a) *Provisionalidad*: En relación a las respuestas a las afirmaciones relacionadas con el carácter provisional del conocimiento científico, el posicionamiento de Ignacio es categorizable como híbrido, en equilibrio entre posturas empiro-positivistas y contextualistas.

b) *Naturaleza de la observación*: Con respecto a este tópico, Ignacio otra vez manifiesta una postura de carácter híbrido: de 5 afirmaciones, en 3 asume respuestas de corte empiro-positivista y en 2 de carácter contextualista. En todos los casos asume que las observaciones serán siempre las mismas, o deberían serlo en función de dejar de lado la subjetividad en la medida de lo posible.

c) *Correspondencia*: Aquí también la postura es de carácter híbrido: sobre un total de 7 afirmaciones, en 4 de ellas asume posicionamientos vinculados con un realismo metafísico o ingenuo y en las otras 3 relacionadas con visiones realistas internalistas. De hecho, asume acuerdo con afirmaciones contradictorias, como la 11B: “La construcción

de teorías científicas se apoya en representaciones abstractas del mundo natural” y la 11D: “Las representaciones científicas del mundo natural funcionan a modo de ‘imágenes’ de la realidad”.

d) *Representación*: De 3 afirmaciones, en 2 de ellas parece acordar con una postura modeloteórica y en una en una visión basada en teorías. Acuerda tanto con la expresión 11G: “Una ciencia es un conjunto de teorías establecidas” como con la 11H: “Una ciencia es un conjunto de modelos consensuados”. La tercera afirmación en cuestión con la que acuerda es la 14D: “Postular una estructura de doble hélice para el ADN da cuenta satisfactoriamente de los datos que se infieren de la foto”, en la que subyace una postura modélica.

e) *Método*: Aquí la postura de Ignacio es netamente empiro-positivista: de 7 afirmaciones, responde empiropositivísticamente a 6 de ellas y en una no toma posición.

f) *Naturaleza de las teorías*: En relación a este aspecto también la postura de Ignacio es empiro-positivista. De 6 afirmaciones, responde en 5 de ellas acordando con la idea de descubrimiento.

g) *Imaginación*: En las 5 afirmaciones que abordan la cuestión de la imaginación, Ignacio acuerda en todas ellas con posturas contextualistas. En sus palabras afirma: “*La imaginación es la fuente promotora de toda investigación, de allí se realizará la capacidad de desarrollar una investigación.*”

h) *Validación*: Nuevamente en este tópico, la postura de Ignacio es híbrida. De 7 afirmaciones, en 4 toma posturas contextualistas, en 2 empiro-positivistas y en un caso no toma posición.

i) *Subjetividad / Objetividad*: De 33 afirmaciones relacionadas con este aspecto, Ignacio responde contextualísticamente a 19 de ellas, en 12 en forma empiro-positivista y en 2 ocasiones no toma postura. Esta visión híbrida tiene sus componentes más tradicionales ligados a la cuestión del método y a la objetividad como valor fundamental a perseguir.

En relación a la enseñanza de aspectos NOS

- *Provisionalidad y Naturaleza de las observaciones*: Como se relatara para los casos anteriores, todas las afirmaciones al respecto son contestadas por Ignacio de forma contextualista, esto es, si bien no queda una posición definida en cuanto al propio perfil

NOS relacionado con estos aspectos (híbrido en ambos casos) se lo considera de especial importancia cuando se trata de enseñar aspectos NOS

- *Métodos científicos:* Así como el perfil NOS de Ignacio respecto de la cuestión del método es fuertemente empiro-positivista, cuando esto se traslada a la dimensión de lo que se cree que debería enseñarse en las aulas, sus respuestas denotan también una marcada prevalencia de estas ideas: sobre un total de 9 afirmaciones, Ignacio responde a 5 de ellas empiro-positivístamente y sólo a una en forma contextualista. Lo interesante es que en 3 afirmaciones prefiere abstenerse de tomar partido, concretamente en las afirmaciones 8D: “Sí [debería enseñarse el método científico], porque el método científico es el mejor método que los científicos/as han desarrollado hasta ahora”, 8G: “No, nosotros/as no sólo deberíamos enseñar un método científico, sino que se debería propiciar que los/las estudiantes tengan la oportunidad para pensar y desarrollar sus propios métodos” y 8I: “No, profesores/as y estudiantes juntos deberían proponer diferentes métodos de investigación”. Lo señalado parecería indicar al menos una tendencia a dudar respecto del “dogma” del método expresado anteriormente, cuando se trata de ponerlo en juego o no como contenido a enseñar en las clases de ciencias.

- *Subjetividad y objetividad:* Aquí también se refleja una visión híbrida: de 7 afirmaciones que tratan el tema, en 3 de ellas Ignacio contesta contextualistamente, en otras 3 en forma empiro-positivista y en una no toma posición. Manifiesta contradicciones, en la cuestión 12 se le pide que elija cuáles afirmaciones provenientes de dos científicos hipotéticos tendría en cuenta a la hora de llevarlas al aula, allí desacuerda totalmente con la 12C. “Alpha: La investigación científica no puede estar totalmente separada de los valores socioculturales”, pero al mismo tiempo está totalmente de acuerdo con la 12F. “Beta: La investigación científica debe ser completamente independiente de los valores sociales subjetivos”. Se infiere un mayor énfasis en la pretendida objetividad y neutralidad de la ciencia a la hora de pensarla en relación con la enseñanza que lo que surgía de su perfil NOS.

En relación a la enseñanza de las ciencias y las finalidades de la educación científica para estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos

Todas las respuestas de Ignacio a las cuestiones 15 y 16 del COCE lo muestran como democrático-incluyente. Solamente no toma partido en la afirmación 16E. “Así como una persona alfabetizada es aquella que ha logrado poder leer y escribir, una persona

alfabetizada científicamente es aquella que puede llegar a entender los conceptos más básicos de la ciencia. Esta finalidad es la que debería prevalecer en las escuelas de orientación no científica.” En su comentario a la cuestión 15, Ignacio dice: “*En mi caso, toda mi secundaria trabajé[sic] hasta los fines de semana para poder comer, vestirme, etc. Fui a una escuela pública [sic] y hoy en día sigo estudiando, es verdad que no son las mismas posibilidades pero el camino se lo hace uno. El esfuerzo y llas [sic] ganas de llegar lo son todo.*”

Lo que surge de la entrevista

En función de los campos teóricos estructurantes

- Correspondencia entre realidad y predicación: Las afirmaciones de Ignacio se corresponden, como en los casos de Belén y de Carlos en un *realismo metafísico* o realismo de corte ingenuo, en el sentido de pensar en la existencia de una realidad externa previa a lo que la ciencia dice, y que es coincidente con esto que la ciencia enuncia. “*Espero creer que sí [que existen los genes en la realidad], con todo lo que estudiamos espero creer que sí. Porque hay muchos trabajos que demuestran que sí, o sea que no creo que estemos basando tanta disciplina a un estudio de algo que no existe. Creo que la genética, si no existirían [sic] los genes, estaría bastante complicada*”. “*Y ellos la tuvieron... Salió de deducción, no creo que haya surgido después de su teoría. No, existía, siempre tuvo que existir [la estructura de doble hélice del ADN]*”.

- Evolución: A partir de la adscripción que hace Ignacio a la metáfora de la montaña rusa y a la del velero en alta mar, podría inferirse una percepción del cambio científico un poco al estilo racionalista crítico (por esto de “tener que volver”) y otro poco a la usanza de la Nueva Filosofía de la Ciencia (“descubriendo un mundo nuevo”). “*Estoy entre el de la montaña rusa y el velero en alta mar. ¿Por qué el de la montaña rusa? Porque la ciencia, muchas veces, fue para un lado y tuvo que volver, de ahí para el otro y tuvo que dar la vuelta y volver para el otro y no significa eso que lo que haya hecho estaba mal, sino que era el momento distinto. Creo que es símbolo.[...] Si me acerco al del velero que va hacia alta mar, es porque cada vez que nosotros vamos o abrimos un área de ciencia, estamos descubriendo un mundo nuevo y es imposible decir que, realmente, llegamos a conocer el tema por más conocimiento que tengamos de la ciencia, por más título que tengamos de la ciencia nunca vamos a llegar a conocerlo en*

su totalidad. O sea que, entre los dos, creo que estaría bueno para hablar de cómo va variando la ciencia"

Indicios de una imagen de ciencia deficitaria/asistencialista en la entrevista

A continuación se señalan fragmentos de la entrevista a Ignacio que funcionan como indicadores de algunas categorías de imagen deficitaria/asistencialista. (Red 4.4.1.):

- Ciencia para inteligentes: *"Con respecto al nivel cultural de los alumnos, creo que ya lo venimos hablando, no es que el alumno posea un nivel cultural alto o bajo, sino las posibilidades que el alumno tiene".*

- Ciencia para desarrollo profesional y calidad de vida: *"Yo trato de enseñar biología para todos igual. Y la finalidad es que los chicos puedan conocer algo más." "Mi manera es presentarles la materia, presentarles la ciencia y que ellos conozcan un poquito más". "Hay muchos que no tienen ni idea de qué lado está el estómago, de qué lado está el hígado, dónde está el corazón. Son básicos, que realmente... Son contenidos que tienen que saber un poco por ellos mismos."*

- Ciencia y pre-requisitos: *"A lo que yo voy es que, lamentablemente, el nivel cultural se asocia al económico, es difícil separarlo. Podemos tener un caso o dos de cierto alumno, porque hay personas que les gusta leer, que les gusta saber y por eso no hay que decir: 'No, porque es pobre no sabe nada', porque está mal. Pero hay que ser realista y hay que conocer que el nivel cultural se asocia al nivel económico que tiene una persona. [...]"*

- Ciencia y profecía autocumplida: *"[Respecto de los objetivos de aprendizaje del diseño curricular de cuarto año, cuando se aplica a estudiantes de contextos desfavorecidos] Sí, no la cantidad que lo ponen siempre, porque para que estos objetivos se alcancen voy a necesitar más que un año, toda la secundaria entera [...] creo que muchas veces nos ponemos a ver y tenemos que tener una secundaria de quince años."*

5.2.1.5. EL CASO DE LA PROFESORA INÉS

Inés es una profesora que contaba con 35 años de edad al momento de esta indagación y acreditaba 5 años de antigüedad en el ejercicio de la docencia en el nivel secundario.

El perfil NOS que surge del COCE

Como se señala en la Tabla 4.2.1.b., la profesora Inés cuenta con 31 respuestas al cuestionario catalogables como empiro-positivistas, 24 contextualistas, mientras que en 6 ocasiones no ha definido su posición.

a) *Provisionalidad*: De 4 afirmaciones del COCE relativas a este tópico, Inés responde empiro-positivísticamente a 3 de ellas y de modo contextualista a la restante. En ese sentido, comenta lo siguiente: “una teoría siempre tiene que poder ser refutable y contrastable, no porque se investigue tiene que ser descartada y reemplazada, puede ser que cuanto más se investiga mas se afiance esa teoría”. Tal aseveración lleva a pensar en que la profesora mantiene una idea bastante arraigada acerca de la progresión acumulativa hacia la verdad, como lo confirma su acuerdo con la afirmación 11A: “Mediante la investigación científica, el conocimiento acerca del mundo real progresa y esto permite acercarnos cada vez más a la verdad”.

b) *Naturaleza de la observación*: Las respuestas de Inés a las afirmaciones del COCE sobre este tema parecerían indicar que no cuenta con una posición asumida al respecto: si bien acuerda con que diferentes creencias se traducen en expectativas diferentes y por tanto, observaciones diferentes, no acuerda con que la formación de científicos en el mismo campo pueda llegar a promover observaciones similares. De 5 afirmaciones en total para este tópico, Inés responde contextualísticamente a 2 de ellas, empiro-positivísticamente a una y en otras dos no emite opinión.

c) *Correspondencia*: De 7 afirmaciones que abordan este tema, en 4 de ellas las respuestas de Inés se enmarcan en el *realismo metafísico* o ingenuo. Mientras que en 2 asume posturas más relacionadas con un realismo de carácter internalista y en una no toma partido.

d) *Representación*: Aquí, las respuestas de Inés a las 4 afirmaciones que se ocupan de la cuestión de la representación asumen una perspectiva basada en modelos y no en teorías. Aunque estas respuestas deberían leerse a la luz de lo que ha respondido en otros ítems, como los que surgen del c), desde lo cual no parecería haber coherencia interna.

e) *Método*: Respecto de la cuestión del método, las respuestas de Inés son marcadamente empiro-positivistas, 6 de 7 afirmaciones se encuadran en esta mirada y sólo en un caso responde contextualistamente.

f) *Naturaleza de las teorías*: Al igual que Ignacio la postura de Inés respecto de este tópico es empiro-positivista. En 5 de un total de 6 afirmaciones, toma partido por el descubrimiento frente a la invención.

g) *Imaginación*: Respecto de este tópico, las respuestas de Inés son todas contextualistas. Le otorga un papel relevante a la imaginación en los procesos de producción de conocimiento científico.

h) *Validación*: De 7 afirmaciones que se ocupan de la cuestión de validación del conocimiento científico, Inés responde dándole un peso preeminente a la evidencia empírica, con 5 respuestas de corte empiro-positivista, sólo una respuesta contextualista y una en la que no toma partido. Su comentario al respecto es el siguiente: *“por lo general cuando enseñamos teorías, o tratamos de que los alumnos las comprendan, tratamos de utilizar las mas aceptadas o las que mayor evidencias poseen”*.

i) *Subjetividad / Objetividad*: A partir de las 33 afirmaciones del COCE que aluden a esta cuestión, se revela un perfil híbrido, dado que en 16 oportunidades Inés responde contextualistamente, en 12 ocasiones de forma empiro-inductivista y en 5 afirmaciones no toma partido.

En relación a la enseñanza de aspectos NOS

- *Provisionalidad y Naturaleza de las observaciones*: Coincidentemente con el resto de las y los docentes seleccionados, todas las respuestas de Inés a las afirmaciones que aluden a la enseñanza de estos aspectos NOS son contextualistas. En su caso particular, es de destacar las diferencias con lo que refleja su propio perfil NOS, donde para la cuestión de provisionalidad se manifiesta predominantemente empiro-positivista. En un comentario al respecto señala: *“Es importante detenerse en las observaciones y conclusiones a las que arriban nuestros estudiantes ya que esto no da las pautas para saber si estamos haciendo bien la práctica o debemos mejorar alguno concepto de nuestra planificación”*. Tal comentario de parte de Inés llevaría a pensar que si bien espera que las observaciones de las y los estudiantes sean diferentes, como lo indica en

sus respuestas a las afirmaciones de este tópico, éste sería un efecto no deseado que de ocurrir la haría replantear algunas cuestiones de su práctica.

- *Métodos científicos*: En 9 afirmaciones que aluden a la enseñanza del método, en 3 ocasiones las respuestas de Inés son empiro-positivistas, en 2 son contextualistas y en 4 ocasiones no toma partido. Comparado con su perfil NOS sobre este tema, ampliamente empiro-positivista, este resultado lleva a pensar que entrarían en juego algunas variables no tenidas en cuenta previamente, cuando la situación es enmarcada en el contexto de la enseñanza. La importante aparición de afirmaciones donde explícitamente no toma partido sería un indicio de ello, y donde la postura empiro-positivista monolítica original empieza a tener matices (al menos en el nivel declarativo).

- *Subjetividad y objetividad*: De las 7 afirmaciones en relación a este tópico, resulta notorio que en 4 de ellas Inés no tome partido. En 2 responde contextualistamente y en una de forma empiro-positivista. De alguna forma, mantiene coherencia con su perfil NOS y a la luz de las ‘abstenciones’ en las dos oportunidades, se podría inferir un cierto desconocimiento genuino como para expedirse en el tema, quizás en relación al ‘deber ser’ o a lo ‘políticamente correcto’ en este sentido. En su comentario señala: “*Se me hace muy difícil responder qué debo enseñar a mis alumnos, cuando yo misma dudo de mis convicciones, creo que los científicos dejan de lado sus concepciones, pero no debe ser lo mismo transferir genes a una planta que a un humano. No sé qué pensaría en esa situación. Por otro lado cada alumno tiene sus propias creencias*”.

En relación a la enseñanza de las ciencias y las finalidades de la educación científica para estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos

En relación a las afirmaciones que aluden a la enseñanza de las ciencias destinada a estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos (Cuestión 15 del COCE), Inés responde de manera democrático-inclusora a 4 de un total de 5. Solamente omite tomar posición en la afirmación 15 A: “La ciencia que se les enseñe a estos/as jóvenes no debería contemplar la preparación para seguir estudios superiores”. Por otra parte, con respecto a las 4 afirmaciones que se refieren a la enseñanza de las ciencias en escuelas de orientación no científica (Cuestión 16 del COCE), Inés responde de manera deficitaria-asistencialista cuando acuerda con la afirmación 16 C: “Como las escuelas de orientación no científica tienen una carga horaria mucho más baja en horas de ciencias, evidentemente no puede ser la misma calidad que la de la ciencia que se enseña en

escuelas de orientación científica” y con la afirmación 16D: “A las escuelas de orientación no científica suelen ir las/los estudiantes que ya, desde el vamos, o no les interesa la ciencia o son aquellos/as quienes afirman que la ciencia ‘no es para ellos/as’ por su propia dificultad. Por tanto, tenemos que adaptar la ciencia que enseñamos, de manera de quedarnos con una ciencia escolar mucho más simplificada”. En las restantes dos afirmaciones de esta cuestión, en una de ellas omite tomar partido (la 16A que hace referencia a no tener en cuenta la formación para estudios superiores en ciencias en escuelas de orientación no científica) mientras que en la restante (16E) adopta una postura democrático-inclusora al acordar con el enunciado de la misma: “Así como una persona alfabetizada es aquella que ha logrado poder leer y escribir, una persona alfabetizada científicamente es aquella que puede llegar a entender los conceptos más básicos de la ciencia. Esta finalidad es la que debería prevalecer en las escuelas de orientación no científica.”

Lo que surge de la entrevista

En función de los campos teóricos estructurantes

- Correspondencia entre realidad y predicación: No parece quedar del todo claro el tipo de realismo al que adscribe Inés: Cuando se le pregunta acerca de la estructura del ADN responde lo siguiente: *"Y, obviamente [existía la estructura de doble hélice del ADN, antes de que Watson y Crick la propusieran]. La desconocíamos, pero..."*, con lo cual parecería abonar una postura cercana al realismo metafísico. Sin embargo, cuando es indagada respecto de la existencia de los genes, responde lo siguiente: *"No, no me parece [que existan los genes en la realidad]"*, que parece corresponderse con un realismo de tipo internalista. Esta dualidad coincide con el perfil híbrido que emerge del COCE.

- Evolución: Dentro de las metáforas que se sugieren en la entrevista, para que se elija aquella (o aquellas) que parezcan analogables con el cambio científico, Inés elige la de la montaña rusa y la del avezado explorador que se adentra en territorios desconocidos: *"Me quedaría entre la montaña rusa, por el hecho de la incertidumbre y de decir: 'Bueno, no sabemos para dónde nos va a conducir' y el hecho también de ser curiosos y adentrarnos en qué... Es decir, si no existiera la curiosidad, no existiría la ciencia, supongo. Pero sí, creo que me quedo con la montaña rusa y con el explorador. La montaña rusa porque creo que la ciencia tiene esto del vértigo[...]. En el explorador*

porque coincido totalmente que las hipótesis a veces surgen por la curiosidad[...]No es que el explorador como que ahí dice que se aventura y la ciencia, si bien se aventura, tiene también sus parámetros para trabajar. No es que hacemos cualquier cosa y que salga lo que sea, no. Si bien no creo en el método científico rigurosamente, porque si estamos hablando de curiosidad, incertidumbre y azar no podemos hablar de un método, porque siempre van a aparecer cosas que no las vamos a tener contempladas: variables, lo que sea. Y la montaña rusa porque si bien la ciencia es vertiginosa, tampoco creo que dejemos cualquier cosa al azar que pase. O sea, siempre creo que la ciencia, la gente que hace ciencia primero que tiene sus... Digamos, cada uno hace ciencia de acuerdo también a sus principios, a su formación, porque sino todos los científicos serían iguales y todos diríamos: 'Bueno, a mí me gusta hacer esto. Lo hago'. Y no. Me parece que también, si bien cada uno hace ciencia de acuerdo a su formación, a lo que sea su pensamiento, a sus cosas preconcebidas, también me parece que dentro de lo que es científico hay como un acuerdo. Hay como un común acuerdo. Es decir: 'Bueno, vamos hacia allá'". Si bien originalmente las metáforas propuestas en la entrevista tienen la intención de elicitar algunas cuestiones empáticas respecto de cómo se piensa el cambio científico, queda en la libertad del entrevistado la expresión de aquellos vínculos que cree reconocer entre la imagen que se les propone y su idea de cómo evoluciona la ciencia. En este caso, Inés asocia a la montaña rusa y la ciencia en lo vertiginoso y la curiosidad, y añade el no saber "para dónde nos va a conducir". Cuando hace referencia a la imagen del explorador, retoma la cuestión de la curiosidad, pero deja bien en claro finalmente de parámetros a seguir, de acuerdos. Esta interpretación que hace de las metáforas, llevaría a pensar una noción de cambio más vinculada con el racionalismo crítico y quizás con la Nueva Filosofía de la Ciencia, que con una visión basada en modelos, como la que originalmente pensamos que evocaría la metáfora del explorador.

Indicios de una imagen de ciencia deficitaria/asistencialista en la entrevista

A continuación se señalan fragmentos de la entrevista a Inés que funcionan como indicadores de algunas categorías de imagen deficitaria/asistencialista. (Red 4.4.1.):

- Ciencia para inteligentes: "Y a veces yo manejo los contenidos, eso los NAD, los FAD, 'son moléculas', se les explica a los chicos. Qué sé yo, por ahí queda un poco siempre

en el aire ese tema, no sé si realmente los chicos lo comprenden. Me parece que uno lo da por compromiso y no sé si siempre...”

- Ciencia para desarrollo profesional y calidad de vida: “[M]e parece que estos objetivos [los del diseño curricular de 4º año para Biología] son totalmente utópicos y que los hace gente que no tiene la menor idea de los chicos que tenemos en las aulas. Me parece que no pisaron en su vida y no saben los chicos que tenemos hoy. Sin desmerecerlos, sí, me parece que tenemos que apuntar con estos chicos [los chicos de contextos desfavorecidos] para otros lados.” “Pero también es cierto que hay chicos que no es que no son inteligentes sino que no le gusta por ahí, pero bueno, algo le tenemos que dejar.”

- Ciencia y pre-requisitos: “Realmente, el año pasado en cuarto, el currículum pretendía que se encarara metabolismo, mucho de la parte química. Y a mí me tocó la especialidad Diseño y te imaginás que en Diseño los chicos... Cultura y Diseño. Cero explicarle... Primero, porque no saben lo que es una ecuación, no tienen ni idea, así que no. No me enrosqué porque yo digo: 'No puedo estar 10.000 años con este tema, con chicos que no tienen nada que ver con el tema'. O sea, me parece que profundizar el metabolismo celular y explicar bien y comprender bien esos procesos son para chicos que ya vienen con una buena base de química y que han visto el proceso, por lo menos, por arriba. No, pero el chico tiene que saber un montón de química para explicar y poder explicarles las reacciones y conocer cada compuesto intermedio que se da, por ejemplo, en el ciclo de Krebs o en la cadena. No, no me parece.”. “Sin desmerecer al alumno ni tampoco subestimarlos porque si sabemos cómo llegarle al chico con la información, quizás podemos apuntar un poquito pero tampoco nos vayamos al otro lado, donde tenemos que empezar de cero para determinadas cosas. Si, los programas, o sea, son muy... y los chicos no tienen las bases que necesitamos por ahí para dar esos temas.”

5.2.1.6. EL CASO DE LA PROFESORA VIVIANA

Viviana es una profesora que al momento de realizarse este estudio contaba con 25 años de edad y 3 años de antigüedad en la docencia en el nivel secundario.

El perfil NOS que surge del COCE

Según surge de la Tabla 4.2.1.b., la profesora Viviana ha respondido a 23 afirmaciones de manera empiro-positivista y contextualistamente a otras 29, mientras que en 9 ocasiones no ha definido su postura.

a) *Provisionalidad*: De 4 afirmaciones que abordan la cuestión, en dos ocasiones Viviana asume una posición empiro-positivista, y en las dos afirmaciones restantes, responde contextualistamente a una de ellas y omite posicionarse en la otra. En su comentario al respecto: “*La vieja teoría será comprobada o refutada según surjan datos que lo hagan o no a través del tiempo*”, se evidencia más claramente su postura tradicional, de progresión acumulativa hacia la verdad (coincidiendo con su acuerdo a la afirmación 11A).

b) *Naturaleza de la observación*: Emerge de sus respuestas un sesgo netamente objetivista, alejado de la noción de *carga teórica de la observación*.

c) *Correspondencia*: De las 7 afirmaciones del COCE que se ocupan del tema, emerge una visión híbrida acerca del realismo, con 3 respuestas encuadrables en cada una de las versiones del mismo (metafísico e internalista), mientras que en una afirmación no toma posición.

d) *Representación*: Al respecto, las respuestas de Viviana se corresponden con una visión basada en modelos, por sobre la de las teorías.

e) *Método*: Las respuestas de Viviana a las 7 afirmaciones del COCE que se ocupan de la cuestión del método parecen indicar un posicionamiento contextualista, contrario a la creencia en un método único y universal (4 respuestas en este sentido contra 2 de corte tradicional y una en la cual no manifiesta posición). En su comentario al respecto se evidencia su adhesión a una variante del método, donde los pasos son los mismos, pero cuyo orden puede variar: “*los científicos usan dicho método a modo de guía pero no significa que todos los pasos y de la forma dispuesta. Dichos pasos pueden alterarse en el orden o ser modificado y lograr lo deseado de la misma forma*”.

f) *Naturaleza de las teorías*: Aquí se revela un perfil híbrido, en tanto Viviana responde en forma equitativa a favor del descubrimiento y a favor de la invención.

g) *Imaginación*: La postura de Viviana es casi totalmente favorable a considerar el rol de la imaginación en la producción de conocimiento científico. Solamente discrepa con la afirmación 3A: “Sí, la imaginación es la principal fuente de innovación.”

h) *Validación*: En este caso, el perfil de Viviana vuelve a ser tradicional, apegado a la evidencia empírica como forma de validación. Solamente asume una posición contextualista cuando se manifiesta totalmente en desacuerdo con la afirmación 1H: “No, porque sólo hay una verdad, los científicos/as no aceptarán ninguna teoría antes de distinguir cuál es la mejor”. No toma partido por la afirmación 1C: “No, porque los científicos/as tienden a aceptar la teoría con la cual están más familiarizados”.

i) *Subjetividad / Objetividad*: De un total de 33 afirmaciones, en 11 ocasiones Viviana responde empiro-positivísticamente y en 17 en forma contextualista, quedando sin emitir opinión en 5 ocasiones, revelando una vez más el carácter híbrido de su perfil.

En relación a la enseñanza de aspectos NOS

- *Provisionalidad y Naturaleza de las observaciones*: Como en varios de los casos anteriores, Viviana se manifiesta totalmente a favor de enseñar el carácter provisional del conocimiento científico y la idea de que las observaciones están cargadas de teoría, siendo aquí muy evidente la discrepancia con lo que emergía de su perfil NOS (5.2.1.6.1.1. a y b).

- *Métodos científicos*: Mientras que en el apartado referido a su perfil NOS en lo que atañe a método, Viviana aparecía como inclinada a descreer en una visión única y monolítica del método (5.2.1.6.1.1. e), lo que surge al ponerse en cuestión qué es lo que sería conveniente enseñar en el aula al respecto es una postura mucho menos definida: 3 respuestas contextualistas, 3 empiro-positivistas y 3 sin tomar partido por una u otra opción. De hecho, lo expresa literalmente en su comentario: “*sería interesante implementar nuevas metodologías, tanto el alumnado solo como con los docentes pero eso no implica dejar de enseñar el método científico ya que es una orientación para la investigación. Debería establecerse como base pero mencionando a los alumnos que no es siempre de la misma manera en que se implementa y que los pasos y orden de los mismos puede ser modificado, es decir, plantear su flexibilidad.*”

- *Subjetividad y objetividad*: De 7 afirmaciones que abordan estos tópicos en el contexto de la enseñanza de las ciencias, en 5 ocasiones Viviana responde contextualistamente a

favor de enseñar la subjetividad en la producción de conocimiento científico. Sólo en un caso responde a favor de la objetividad y en una ocasión no emite opinión al respecto. En el comentario que realiza, hace explícita su posición: *“Aunque enseñemos ciencia en la escuela, como educadores los valores siempre deben estar presentes en el aula. No me parece que un modelo sea mejor que el otro para enseñar ciencia, ambos nos dejan diferentes puntos de vista. Pero... ¿qué sería de la humanidad sin valores? Si los científicos buscarían [sic] sin tener en cuenta el valor por la vida y la solidaridad, entre otros, la ciencia estaría basada en si misma y carecería de sentido. Así también nuestros alumnos sin trabajar valores, sería una generación futura egoísta tratando de satisfacer sus propias ambiciones”*. Comparado con lo que mostraba su perfil NOS (5.2.1.6.1.1. i), la visión híbrida decanta en una netamente contextualista.

En relación a la enseñanza de las ciencias y las finalidades de la educación científica para estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos

En relación a las características de la enseñanza de las ciencias destinada a estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos (Cuestión 15 del COCE – Tabla 4.2.2.a.), las respuestas de Viviana se enmarcarían en una perspectiva democrático-inclusora. Sólo una de sus respuestas al respecto, la 15E, podría encuadrarse en una mirada de déficit-asistencialista: Viviana desacuerda con dicha afirmación, que enuncia: *“Un profesor/a enseña los mismos contenidos a todos y todas, sin importar el tipo de escuela que se trate, ni la extracción socioeconómica de sus estudiantes”*. Pero inmediatamente después, en su comentario, define su posición: *“El docente debería enseñar los mismos contenidos sea cual fuere el nivel socio-económico de los alumnos. Quizás debería tomar distintas maneras de encararlo ya que al ser distintas las realidades la vinculación a la realidad será distinta. Lamentablemente, muchas veces hay un abismo entre lo que debería ser y lo que es, muchos colegas subestiman a los alumnos de clases bajas. Depende del profesionalismo del docente. Todos los ciudadanos tienen que tener las mismas posibilidades. Creo que un profesor no enseña los mismos contenidos pero debería hacerlo, adaptándolos a la necesidad de cada grupo.”* Por otra parte, con respecto a las finalidades de la educación científica en escuelas no orientadas en ciencias (Cuestión 16 del COCE – Tabla 4.2.2.b.), Viviana asume una postura democrática en dos de las afirmaciones y una postura deficitaria en otras dos. En este último sentido, acuerda con la afirmación 16C: *“Como las escuelas de orientación no científica tienen una carga horaria mucho más baja en horas de ciencias,*

evidentemente no puede ser la misma calidad que la de la ciencia que se enseña en escuelas de orientación científica.” y desacuerda con la 16E: “Así como una persona alfabetizada es aquella que ha logrado poder leer y escribir, una persona alfabetizada científicamente es aquella que puede llegar a entender los conceptos más básicos de la ciencia. Esta finalidad es la que debería prevalecer en las escuelas de orientación no científica.”. En su comentario a la Cuestión 16 explicita lo siguiente: “*Con respecto al punto C, a mi parecer influye la carga horaria con respecto al nivel académico que se pretende dar, aunque el docente ponga la mejor voluntad no es lo mismo contar con 3 hs. semanales que con 2. Con respecto al punto D, puede que el alumno no haya escogido la escuela o la haya elegido por otra cuestión. No significa que ninguno de ellos sienta apatía por la ciencia, inclusive puede que a alguno le despierte interés mientras cursa. Sería bueno, buscar estrategias por las cuales incentivar a los alumnos y que no se cierren totalmente a la ciencia. Quizás han tenido malas experiencias lo que lo llevó al rechazo.*”

Lo que surge de la entrevista

En función de los campos teóricos estructurantes

- Correspondencia entre realidad y predicación: Por lo que surge de la entrevista, la concepción de Viviana (que en su perfil NOS aparecía en un posicionamiento híbrido) se acercaría a un realismo metafísico, según se revela en sus dichos: “*Sí, creo que existen [los genes], porque se identifican diferentes características en individuos diferentes, entonces tiene que haber algo que diferencie a uno con el otro.*” “*Sí, existir existía [la estructura de doble hélice del ADN]. No estaba el modelo*”

- Evolución: La entrevista termina de elicitar la posición tradicional a la que parecía inclinarse Viviana en su perfil NOS (5.2.1.6.1.1.a.), cuando si bien elige dos metáforas, la del montículo de arena y la del velero en alta mar, termina quedándose con la primera: “*La del montículo de arena me parece que sí porque un conocimiento es como que le da una base al próximo. Está bien que algunos te refutan, pero en muchos casos suele pasar que en parte de un conocimiento después ir descubriendo otras cosas. [...]* El del velero en alta mar también me parece.[...] *Por la amplitud de conocimientos que hay que aún no fueron descubiertos. Entonces, como que uno o el científico a veces, si bien tiene una base y todo, determinados estudios, pero es tan amplio el campo por*

conocer que va buscando algún rumbo[...]la del velero hasta ahí. La que más elijo es la opción A " (con opción A se refiere a la del montículo de arena).

Indicios de una imagen de ciencia deficitaria/asistencialista en la entrevista

A continuación se señalan fragmentos de la entrevista a Viviana que funcionan como indicadores de algunas categorías de imagen deficitaria/asistencialista. (Red 4.4.1.):

- Ciencia para inteligentes: *"Hay cursos donde no se pueden profundizar los temas como para lograr esos objetivos, porque costaría... Por ahí, sí se podría pero costaría más tiempo. Por ejemplo, recién comparamos dos escuelas diferentes. En una seguramente podría alcanzar varios de esos objetivos, en la otra me llevaría más tiempo. Quizás, no es que no se cumplan pero sí me llevaría más tiempo."*

- Ciencia para desarrollo profesional y calidad de vida: *"...no todos van, si siguen una carrera universitaria genial, pero hay muchos que no tienen las posibilidades, pero entonces relacionarlo a su vida cotidiana como para que tomen medidas acerca de algo, por ejemplo, ahora que estábamos viendo lo de la célula procariota, relacionarlo con las bacterias, bueno, ya veremos algunos tipos de bacterias, entonces, como cuidarse de las bacterias patógenas y eso que ellos lo puedan llevar a su vida cotidiana igualmente que son un ente de información. Después van a ir a la casa, le van a contar a la mamá: 'Me tengo que lavar las manos antes de comer', supongamos."*

RESUMEN DE LA IMAGEN DE CIENCIA DECLARATIVA DE LAS/LOS PROFESORAS/ES SELECCIONADAS/OS

GENERALIDADES

En términos generales, las/los seis docentes comparten una visión híbrida de la naturaleza de la ciencia, con diferentes matices en relación a algunos tópicos en particular. En todas/os también se han evidenciado algunos indicadores de falta de coherencia interna, sobre todo al comparar las respuestas a tópicos fuertemente relacionados entre sí, como los que hacen a la provisionalidad del conocimiento científico, la validación del mismo y la naturaleza de las teorías. Por otra parte, se evidencian cambios significativos entre lo que las/los profesores entienden como su propia concepción de la NOS para cada tópico o aspecto en particular y cuando se refieren a esos mismos aspectos a la hora de ser enseñados en el aula. En la mayoría de los casos, los posicionamientos híbridos en las distintas facetas del perfil NOS pierden características empiro-positivistas en favor de contextualistas, como probable consecuencia de trasvasamientos de ideas ampliamente compartidas en el campo pedagógico-didáctico. En muy pocos casos el cambio de perfil se produce hacia visiones más tradicionales.

ADELA:

Es la profesora con menos respuestas empiro-positivistas y al mismo tiempo quien ha seleccionado más veces la opción “Sin Comentarios”. Se ubica en segundo lugar, después de Carlos, en la cantidad de respuestas contextualistas que ofrece. En el cuestionario aparece como ligada a una visión del cambio científico como progresión acumulativa hacia la verdad, de carácter empiro-positivista. Su mirada contextualista aparece en el cuestionario en los tópicos referidos a ‘naturaleza de la observación’, ‘método científico’, ‘naturaleza de las teorías’, ‘validación’, ‘subjetividad/objetividad’ y ‘representación’, aunque en todos los casos no de forma unívoca, sino manteniendo el carácter híbrido en mayor o menor medida.

En cuanto a su posición acerca de la enseñanza de cuestiones NOS, Adela es netamente contextualista, salvo al abordar la cuestión del método, donde mantiene el perfil híbrido anterior. En lo que respecta a su posicionamiento acerca de la enseñanza de las ciencias a estudiantes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos, aparece como totalmente democrática e inclusora.

En la entrevista, Adela toma distancia de su visión acumulativa del progreso científico para ubicarse en una más contextual y modélica, adscribiendo además a una idea de realismo de carácter internalista. En la parte referida a la enseñanza a jóvenes desfavorecidos, emergen indicadores de una imagen deficitaria, en términos que refieren a una ciencia para inteligentes, para la cual se requieren determinados prerrequisitos y que no contempla una enseñanza de las ciencias empoderadora para estos sectores, sino más bien una de carácter asistencialista.

BELÉN:

En el polo opuesto al de Adela, Belén es la profesora con más cantidad de respuestas empiro-positivistas al COCE y quien menos respuestas contextualistas ha dado. Si bien como las y los demás, su perfil NOS es híbrido, en la mayoría de los tópicos prevalece el carácter empiro-positivista del mismo, a veces muy fuertemente, como en el caso de 'provisionalidad', 'naturaleza de la observación', 'uso de la imaginación', 'validación' y 'subjetividad/objetividad'.

En el plano de la enseñanza de aspectos NOS, Belén se torna ampliamente contextualista para los ítems 'provisionalidad y naturaleza de la observación'. No ocurre lo mismo para 'subjetividad/objetividad', donde sigue prevaleciendo la objetividad como valor intrínseco de la ciencia, y en el caso del tópico referido a 'método', acentúa su matiz empiro-positivista. En cuanto a su postura sobre de la enseñanza de las ciencias a jóvenes socioeconómicamente desfavorecidos, si bien la mayoría de sus respuestas son de corte democrático-incluyente, aparecen algunas de carácter deficitario-asistencialista.

De sus dichos en la entrevista se puede inferir una profundización de su perfil empiro-positivista, tanto en su idea de cambio científico en el sentido de progresión acumulativa hacia la verdad, como en un realismo de corte metafísico o ingenuo. En lo que respecta a la enseñanza a estudiantes de contextos desfavorecidos, se infiere una concepción de ciencia para inteligentes, para quienes poseen ciertos prerrequisitos, y que determina la posibilidad de anticipar el fracaso de quienes no poseen dichos atributos y a los que cabe una enseñanza científica de carácter asistencialista.

CARLOS:

Es el profesor con más respuestas contextualistas y el único que no dejó de tomar partido por cada una de las afirmaciones. Tanto por muchas de sus respuestas como por sus propias definiciones podría encuadrárselo en su perfil NOS como cercano al *racionalismo crítico*, con algunos matices de la *nueva filosofía de la ciencia*. Mantiene una visión híbrida acerca de la 'provisionalidad', 'representación', 'método' y 'subjetividad/objetividad'. Adscribe contextualistamente a la idea de la *carga teórica de la observación* y a los tópicos 'naturaleza de las teorías' e 'imaginación' pero en forma netamente empiro-positivista en cuanto a la 'validación' coincidiendo con su postura racionalista crítica. En cuanto a la 'correspondencia', sus respuestas se corresponden con el realismo metafísico.

En referencia a la enseñanza de aspectos NOS, coincide con el resto de las/los docentes en aparecer totalmente contextualista para los aspectos 'provisionalidad y naturaleza de la observación'. En la cuestión del 'método' profundiza su perfil híbrido hacia una postura mucho más empiro-positivista. Con respecto a 'subjetividad/objetividad', sus respuestas toman un carácter más contextual. Cuando se trata la cuestión de la enseñanza de las ciencias a jóvenes desfavorecidos, las respuestas de Carlos pueden enmarcarse en su totalidad como democrático-incluyentes.

De la entrevista surge una confirmación de su realismo metafísico, lo mismo que en relación con el cambio científico, donde ratifica su postura falsacionista, con matices de la *nueva filosofía de la ciencia*. Y de sus dichos se infieren rasgos de una imagen de ciencia deficitaria-asistencialista, en sus componentes que refieren a una ciencia para inteligentes y dotados de ciertos prerrequisitos.

IGNACIO:

Es quien posee más equitativamente repartidas las respuestas entre empiro-positivistas y contextualistas. Este carácter híbrido se manifiesta en la mayoría de los tópicos, con excepción de los referidos a 'método' y 'naturaleza de las teorías' donde se inclina hacia el empiro-positivismo, y de 'imaginación' hacia el contextualismo.

Con respecto a la enseñanza de aspectos NOS, acuerda con las/los demás en ser absolutamente contextualista para 'provisionalidad y naturaleza de la observación', mientras que se mantiene empiro-positivista en la cuestión de 'método' e híbrido en lo que respecta a 'subjetividad/objetividad'. Al abordarse la cuestión de la enseñanza a estudiantes desfavorecidos, sus respuestas son todas democrático-inclusoras.

En la entrevista se revela por un lado su adscripción a un realismo de corte metafísico mientras que su idea de cambio científico tendría elementos del *racionalismo crítico* y de la *nueva filosofía de la ciencia*. Se encuentran en sus declaraciones indicios de una imagen deficitaria-asistencialista en sus componentes de una ciencia para inteligentes, con ciertos prerrequisitos, que cuando está destinada a este tipo de jóvenes debe centrarse en aspectos de la ciencia básicos desde una mirada de déficit, no empoderadora y que predice desempeños pobres en cuanto a logros conseguibles.

INÉS:

Inés es quien le sigue a Belén en cantidad de respuestas empiro-positivistas y es también, después de Belén quien menos respuestas contextualistas acumula. Si bien para casi todos los ítems su perfil sería híbrido, se destaca la preeminencia empiro-positivista en 'provisionalidad', 'método', 'naturaleza de las teorías' y 'validación', así como también refleja una idea de realismo de corte metafísico o ingenuo. Por otra parte, responde contextualistamente a la cuestión de la 'imaginación' y asume para 'representación' una visión basada en modelos, que se contradice en lo respondido en otros ítems, como el de 'representación'.

En lo referido a la enseñanza de aspectos NOS, coincide con sus colegas en su postura contextualista para 'provisionalidad y naturaleza de la observación', mientras que para la cuestión del 'método' aparenta no estar tan segura de la plena visión empiro-positivista que declarara, pero tampoco asume una postura contextualista. Algo similar sucede para 'subjetividad/objetividad'. En relación a las cuestiones que abordan la enseñanza de las ciencias para sectores desfavorecidos, Inés asume posiciones deficitario-asistencialistas en dos de las nueve afirmaciones y en otras dos omite tomar partido.

En la entrevista, mantiene su perfil híbrido para las cuestiones que hacen al realismo y con respecto al cambio científico asume una postura que combina *racionalismo crítico* con *nueva filosofía de la ciencia*. En cuanto a la enseñanza de las ciencias para estudiantes de contextos desfavorecidos, aparecen elementos de corte deficitario-asistencialista, que se corresponderían con una ciencia para inteligentes, para dotados de ciertos prerrequisitos y que para quienes no cumplen con esas características les queda una ciencia destinada solamente a cubrir carencias básicas.

VIVIANA:

Es la profesora con menor cantidad de respuestas empiro-positivistas después de Adela, y también después de Adela es quien en más afirmaciones ha dejado de emitir opinión. Con todo, como Ignacio, tiene sus respuestas repartidas en forma equitativa. Presenta un perfil mayormente empiro-positivista para los tópicos 'provisionalidad', 'naturaleza de la observación' y 'validación', mientras que responde contextualistamente en 'representación', 'método' y 'naturaleza de las teorías'. En el caso de 'correspondencia', 'naturaleza de las teorías' y 'subjetividad/objetividad' mantiene un perfil híbrido.

En cuanto a la enseñanza de NOS, Viviana coincide con las/los demás en ser totalmente contextualista en lo referido a 'provisionalidad y naturaleza de la observación'. Llama la atención su cambio respecto del tópico 'método', ya que aquí se vuelca a una postura más tradicional, ligada al empiro-positivismo. En lo que respecta a 'subjetividad/objetividad', ahora el perfil se define hacia posturas más contextualistas. Al abordar las cuestiones relativas a la enseñanza de las ciencias a jóvenes de sectores desfavorecidos, las respuestas de Viviana son más democrático-incluidoras que deficitario-asistencialistas (6 a 3).

En la entrevista, tanto para 'correspondencia' como para 'evolución', las declaraciones de Viviana toman un cariz empiro-positivista. En lo referido a enseñanza de las ciencias para estudiantes de contextos desfavorecidos, hay elementos que dan cuenta de una imagen deficitaria-asistencialista, en sus referencias que aluden a una ciencia para inteligentes y una ciencia de carácter básico-asistencial para los más desfavorecidos.

5. 3. LA IMAGEN DE CIENCIA ENACTIVA DE LAS Y LOS DOCENTES SELECCIONADAS/OS

5.3.1. EL CASO DE LA PROFESORA ADELA

Caracterización de la clase: Se trata de una clase de Biología, en un tercer año del ciclo Polimodal (estudiantes de 17-19 años), orientación ciencias naturales, en una escuela de gestión privada de la provincia de Buenos Aires, donde concurren estudiantes de sectores medios y medios-altos. La clase aborda conceptos de genética general y herencia ligada al sexo. La profesora utiliza episodios de la historia de la ciencia para contextualizar la resolución de problemas. En las actividades que propone promueve explícitamente que las y los estudiantes formulen hipótesis, predigan y justifiquen a partir de evidencias.

La red 4.5.1. elaborada a partir de esta clase no revela indicios de una imagen de ciencia deficitaria-asistencialista para ninguna de las categorías y subcategorías que se han propuesto.

5.3.2. EL CASO DE LA PROFESORA BELÉN

Caracterización de la clase: Se trata de una clase de Ciencias Naturales, en un primer año de la Escuela Secundaria Básica (estudiantes de 12-14 años), de gestión pública en la provincia de Buenos Aires. La población estudiantil escolar es de extracción socioeconómica baja, con una alta proporción de niños, niñas y jóvenes de nacionalidad boliviana. El tema desarrollado en la clase es “la nutrición en los seres vivos”. Se trabaja en clase con un material gráfico anillado (“el libro”) que resulta de una compilación de fotocopias de diferentes libros de texto, seleccionados por las profesoras y profesores del área. La actividad principal consiste en que rotativamente algún alumno o alumna lee en voz alta un fragmento del texto indicado por la profesora quien mientras esto sucede intercala preguntas dirigidas al grupo clase o a estudiantes en particular. Luego, se les propone a las alumnas y alumnos contestar un cuestionario a partir del “libro”.

La red 4.5.2. producida a partir de esta clase muestra en Belén una serie de indicios de una imagen de ciencia deficitaria-asistencialista:

- Ciencia para inteligentes: En algunos de sus dichos se revela su postura de estar dirigiéndose a una audiencia con pocas capacidades intelectuales para comprender la ciencia que se les enseña:

"Me vuelven a decir 'para vivir' y les pego.": Ante una reiterada respuesta errónea de las/los estudiantes, lo que terminaría proponiendo con esta frase es que digan la respuesta correcta, más allá de que no puedan comprender.

"¿Por qué no piensan un poco? Usen eso que tienen abajo de los pelos.": Una apelación al uso de atributos intelectuales que por la calidad de la expresión, da a suponer que no ejercitan habitualmente.

"Leé bien! ¿Vos entendés lo que estás leyendo?": Una recurrencia a una pregunta retórica que actúa como sarcasmo, al asegurar indirectamente que el alumno en cuestión no ha entendido nada.

- Ciencia y pre-requisitos: De alguna manera señala que hay ciertas condiciones de base que se requieren para poder aprender la ciencia que se les enseña.

"Hoy no sos vos. Hoy no trabajaste nada": Esta expresión fue dirigida por la profesora a la única chica de tez blanca que hay en el salón. Esto es, la expectativa hacia ella era notoriamente mayor que hacia el resto de las chicas de tez oscura.

- Ciencia y profecía autocumplida: Las expresiones que utiliza presuponen la calidad de la respuesta que espera del alumnado.

"Voy a hacer una pregunta y ojo con lo que me van a responder. No respondan lo que se les venga a la cabeza.": Presupone que lo que responderán será incorrecto.

"¿Entendieron algo de lo que leyó?" : La expresión no aludía a fallas en la calidad de la lectura de parte del lector ocasional, sino a presuponer, a partir de una pregunta retórica, que los conceptos e ideas que se ponían en juego en el texto no serían entendidos en primera instancia por el grupo clase.

5.3.3. EL CASO DEL PROFESOR CARLOS

Caracterización de la clase: Se trata de un tercer año de Polimodal Orientación Ciencias Sociales (estudiantes de 17-19 años) de una escuela de gestión privada de la provincia de Buenos Aires. El estudiantado es en su mayor parte de clase media. La asignatura en cuestión es Biología y el tema de la clase es respiración celular.

El profesor inicia la clase poniendo en marcha un experimento demostrativo, y mientras el mismo se desarrolla, empieza a exponer en relación al metabolismo celular y continúa su clase expositiva utilizando el pizarrón y acudiendo de vez en cuando a preguntas dirigidas a las/los estudiantes. Luego, los divide en grupos de cuatro integrantes para repartirles fotocopias de un capítulo sobre respiración celular de un texto preuniversitario de introducción a la biología, para que puedan seguir con la lectura lo que él expone en el frente.

La red 4.5.3. que se elaboró a partir de esta clase, recoge indicios de una imagen de ciencia deficitaria-asistencialista.

- Ciencia para inteligentes: Por un lado, casi todo el tiempo toma como interlocutores a un sector pequeño de la clase donde se ubican las y los estudiantes más aventajados. Por otro, tiene expresiones disvalóricas en relación con la supuesta falta de inteligencia de algunos alumnos: *"Nosotros, los seres vivos, todos los seres vivos y algunos que no son tan vivos también, tenemos enzimas"* *"Todos los seres vivos que andan dando vuelta*

por ahí y algunos que parecen vivos pero no son tanto, todos se rigen por este mismo proceso.”(dirigiéndose a cuatro jóvenes morochos de extracción baja, que no están atendiendo a su explicación).

- Ciencia para desarrollo profesional y calidad de vida: El conocimiento científico que es enseñado, apunta a determinadas finalidades según el caso, de acuerdo a quien esté dirigido.

“*Si ustedes quieren cometer un error, traten de cometerlo en la secundaria, no después en la facultad.*”: Frase dirigida al sector donde están ubicados los mejores alumnos y alumnas.

“*[...]no quiere decir que los estoy induciendo al delito, atentos ustedes cuatro con el tema éste: Tenemos alcohol...[...]*”: Expresión dirigida a los cuatro estudiantes morochos de extracción baja.

- Ciencia y pre-requisitos: Quienes cuentan con ciertas condiciones de partida, como por ejemplo el interés por determinados temas, son los destinatarios del saber más acabado.

“*Para los que les puede interesar, que difícilmente haya dos docenas acá, le pongo la desarrollada. Esto es la fórmula molecular del ácido láctico y esta es la desarrollada.*”: Expresión irónica para señalar que muy probablemente eso no le interese a nadie.

- Ciencia y profecía autocumplida: A partir de las condiciones de origen de los sujetos se predice qué logros se van a obtener o no.

“*Yo a vos te voy a pedir un favor: si no te importa tres belines lo que yo estoy diciendo, sé tan gentil como para disimularlo, así que por favor te sentás de otra manera. Sabiendo cómo es el paño, sé el traje que puedo hacer, yo no te voy a decir nada más que eso.*” Dirigido a uno de los jóvenes de condición socioeconómica baja, que no estaba prestando atención a la explicación.

5.3.4. EL CASO DEL PROFESOR IGNACIO

Caracterización de la clase: Se trata de un curso de tercer año de la Educación Secundaria Básica (estudiantes de 14-16 años), en una escuela de gestión pública. Es una Escuela de Educación Técnica, con una matrícula conformada por estudiantes de clase media/media baja, la gran mayoría varones. La asignatura es Biología y el tema

abordado es funciones de relación y control en animales. El profesor copia párrafos con descripciones/definiciones en el pizarrón y una serie de esquemas conceptuales. Luego dicta otros textos y una actividad/guía de lectura que consiste en una serie de preguntas que se responden literalmente con el libro de texto.

La red 4.5.4. que da cuenta de esta clase, recoge indicios de una imagen de ciencia deficitaria-asistencialista en los siguientes aspectos:

- Ciencia para inteligentes: Realiza comentarios que se pretenden irónicos o graciosos, pero que entrañan un posicionamiento respecto de aquellos/as a quienes se dirige la enseñanza de la ciencia.

"El elefante es un animal superior. Nosotros también. 'Juancito' también": Con esta expresión se refiere a un alumno, al que previamente le había puesto un uno por no entregar un trabajo.

"Sobre todo vos. Te brota!": Respuesta a un alumno que había afirmado "somos inteligentes".

"No, hacé silencio que lo va a decir 'Ariel' ": Para contestar una pregunta, un chico copió la parte del párrafo después de la palabra clave que se encontraba en la pregunta: "transducción". Pero como dicha respuesta no es correcta, el profesor hace que este chico se calle y que la respuesta la lea el alumno 'aplicado'.

"El que tiene un problema, lo dice ahora o calla para siempre.": esta frase es dicha por el profesor una vez que consulta a la clase si alguien tenía algún inconveniente para responder qué era la transducción, y ante la respuesta negativa de algunos.

Otro indicador de una subestimación de las capacidades cognitivas del estudiantado se encuentra en la actividad que propone y su aclaración al respecto: Después de dictarles a los alumnos/as ocho preguntas que se responden literalmente con el texto, les dice *"es muy fácil [todas las respuestas] están en la primera carilla de la fotocopia"*.

- Ciencia y pre-requisitos: Señala que la mayoría del estudiantado no es estudioso. La contricción al estudio debería ser uno de los pre-requisitos para tener éxito a la hora de aprender la ciencia 'de verdad'.

"Acá hay cuatro chicos que estudian. Y los demás..."

5.3.5. EL CASO DE LA PROFESORA INÉS

Caracterización de la clase: Se trata de un curso de segundo año de la Secundaria Básica (estudiantes de 13-15 años), en una escuela de gestión pública de la provincia de Buenos Aires. Es una Escuela de Educación Técnica, con una matrícula conformada por estudiantes de clase media, principalmente varones. La asignatura en cuestión es Biología y el tema que se aborda en clase es evolución. La actividad principal de la clase consiste en que los alumnos deben responder, en grupos de a dos, un cuestionario que la profesora ha fotocopiado de un libro de texto de una editorial reconocida. A medida que van desarrollando la actividad, la profesora recorre los bancos y luego hace que determinados alumnos vayan leyendo sus respuestas.

La red 4.5.5., construida a partir de esta clase, recoge indicios de una imagen de ciencia deficitaria-asistencialista en los siguientes aspectos:

- Ciencia para inteligentes: Siempre se dirige a dos chicos que se sientan adelante, a los que hace leer y de quienes recupera las respuestas “correctas” a las consignas. Es muy evidente la valoración que hace de las respuestas de estos alumnos con respecto a las de los demás.
- Ciencia y pre-requisitos: Por un lado, desatiende a alumnos de condición socioeconómica baja. En particular, a dos muchachos morochos, que parecen ser de condición muy humilde y que están ubicados en el fondo del salón, que son ignorados prácticamente durante toda la clase por la profesora. Hacia el final de la clase recién ve que tenían la carpeta cerrada y los insta a que la abran. En el mismo sentido y dirigiéndose a otros cuatro alumnos morochos de condición humilde que no prestaban atención y que charlaban entre ellos, les dice “*Si no les interesa, se pueden ir con la preceptora...*”. Por otro, ignora, desatiende o descalifica a las mujeres, privilegiando a los varones. Al respecto hay que señalar que son sólo 3 chicas en el salón (es una escuela técnica). Las interacciones de la profesora con ellas son mínimas, y cuando se dan, son de tono recriminatorio porque hablan entre ellas: “*'Candela'...después decís que la profe te reta*”. En una oportunidad, ante la requisitoria al grupo clase respecto de quién había hecho un trabajo de investigación pendiente, levantan la mano un chico y una chica. La profesora directamente se dirige al chico e ignora a la chica. Aún así, la chica insiste, haciendo referencia a la fuente de dónde obtuvo información. La profesora la sigue ignorando.

5.3.6. EL CASO DE LA PROFESORA VIVIANA

Caracterización de la clase: Se trata de una escuela de gestión privada, con alumnado de clase media y clase media baja. El curso es un segundo año de la escuela secundaria básica, la materia es Biología. El tema del día es ‘La célula procariota – Las bacterias’. Al inicio de la clase la profesora recupera algunos conceptos mediante preguntas a las alumnas/os. Luego continúa realizando dibujos en el pizarrón mientras explica. Como el dibujo es el mismo que el que figura en el libro de texto que utilizan en clase, les pide a las/los estudiantes que lean las referencias que aparecen en el mismo y les hace preguntas relacionadas con aspectos que supuestamente deberían recordar del año anterior. Finalmente, les hace leer del libro un texto en formato de noticia para que luego respondan las preguntas que allí mismo figuran.

La red 4.5.6., elaborada a partir de esta clase, da cuenta de un aspecto de imagen de ciencia deficitaria-asistencialista:

- Ciencia y pre-requisitos: Esta categoría implica que en algún momento de la clase la o el docente ignore, desatienda o descalifique a alguien dentro del alumnado en función de la clase social o el género. En el caso particular de la profesora Viviana se trata de desatención a las alumnas y alumnos de condición socioeconómica baja. Evidencia de esto puede hallarse cuando la profesora hace una pregunta al grupo clase, ignora las respuestas del curso y se queda con las del alumno modelo, ‘Cristian’, de tez blanca, de los pocos en el curso que parecen provenir de una condición social algo más acomodada. Además, nunca interactuó en toda la clase con un chico morocho, sentado en la fila de adelante. A tal punto, en determinado momento, la profesora se pone a leer la respuesta de un chico rubio, mientras tanto el chico morocho en cuestión le dice a la profesora que él lo ayudó a responder (de hecho, trabajaron juntos). La profesora no le prestó atención. No le respondió. Ni siquiera lo miró.

5.4. LA IMAGEN DE CIENCIA ENACTIVA DE LAS/LOS DOCENTES SELECCIONADAS/OS: ALGUNAS RELACIONES

Una primera aproximación interpretativa a los resultados presentados hasta aquí debe incluir una mirada a la imagen de ciencia declarativa que sustentan las y los docentes en función de su eventual correlato en la práctica de aula. Inicialmente es relevante destacar que se hallaron elementos de una imagen enactiva deficitaria-asistencialista en

todas las profesoras y profesores, en diferente grado y con diferentes componentes. El único caso donde nos se evidenciaron elementos que evoquen este tipo de imágenes es el de la profesora Adela. Si bien las consideraciones acerca de cuáles serían las razones de este resultado se desarrollan en la discusión de este trabajo, es especialmente sugerente indicar dos cuestiones: a) que Adela fue la única que hizo uso explícito de la historia de la ciencia en sus clases y b) que el perfil de escuela y de estudiantes donde se desarrolló su clase era de extracción socioeconómica media alta/alta.

Habría en principio dos aspectos destacables en el análisis de cada uno de los perfiles en relación con la imagen que surge de la práctica en el aula. El primero de ellos, que una imagen de ciencia declarativa predominantemente contextualista y netamente democrático-inclusora no se constituirían como indicador predictivo de una imagen de ciencia enactiva democrático-inclusora. Éste es el caso del profesor Carlos, que revela una imagen de ciencia en la práctica de aula fuertemente cargada por elementos que llevan a caracterizarla como deficitaria-asistencialista. El segundo aspecto a tener en cuenta recoge la vertiente opuesta, en el sentido de que quienes presentan un perfil de imagen de ciencia declarativa mayormente empiro-positivista y con algunos atisbos de imagen deficitaria, cuando se trasladan a la práctica se manifiestan revelando elementos deficitario-asistencialistas, como es el caso de la profesora Belén. Las dos profesoras y el profesor restantes, Inés, Viviana e Ignacio, que manifestaron un perfil declarativo híbrido en cuanto a posicionamiento NOS (Inés e Ignacio, predominantemente empiro-positivista y Viviana, mayormente contextualista) y una imagen de ciencia declarativa democrática, revelaron también una imagen de ciencia enactiva con componentes deficitario-asistencialistas. En el apartado correspondiente a la discusión se aborda la cuestión de en qué medida las visiones tradicionales/dogmáticas acerca de cómo enseñar ciencias, sin ser deficitarias-asistencialistas *per se*, contribuyen o abonan el surgimiento de imágenes de ciencia enactivas de corte discriminador.

CAPÍTULO 6: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

6.1. INTRODUCCIÓN

Hemos formulado en el primer capítulo de esta tesis la aproximación a un problema que se encuentra en la propia raíz de la noción de alfabetización científica y en la pregunta por las finalidades de la educación en ciencias. Corren tiempos donde ya casi nadie discute la necesidad de que el estudiantado adquiriera competencias de carácter científico que le permitan pensar un mundo cada vez más científica y tecnológicamente atravesado para poder tomar decisiones fundamentadas sobre cuestiones que afectan a corto, mediano o largo plazo la vida cotidiana. Tiempos donde el acceso a la educación media ya no es privilegio de clase y las políticas públicas que apuntan a la igualdad de derechos han permitido que muchos sectores históricamente excluidos puedan y deban estar incorporados a la educación formal, con el mismo horizonte de expectativas que el resto de la sociedad. En este escenario de derechos, obligaciones y contextos diversos es lícito preguntarse por las condiciones de posibilidad para el alcance de estos logros en lo que a educación científica se refiere, en el caso particular de las y los jóvenes provenientes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos.

En esta tesis pusimos el foco en uno de los factores que hacen a estas condiciones de posibilidad, esto es, la imagen de ciencia que sustenta el profesorado y cómo se puede constituir en obstáculo para el logro de una educación científica de calidad que contemple, en igualdad de derechos, a aquellas y aquellos estudiantes en desventaja en términos del capital cultural que tradicionalmente la escuela suele legitimar.

El presente capítulo se estructura a partir de la recuperación de las ideas centrales que se pusieron en juego en la investigación en relación a la pregunta que le dio origen, la hipótesis inicial y los objetivos formulados. Es así que se exponen las conclusiones que surgen del análisis e interpretación de los resultados en relación con el estado del arte en la línea NOS. De esta manera, se presentan en primer término los acuerdos y desacuerdos con algunos referentes teóricos en el campo de la indagación de las imágenes del profesorado, acompañados por una mirada crítica a las metodologías usuales de indagación a la luz de los resultados obtenidos. En segundo lugar, se plantean los hallazgos en términos de la dualidad *imagen de ciencia declarativa /*

imagen de ciencia enactiva, referidos a su caracterización y a las condiciones contextuales que favorecen la expresión de la imagen de ciencia enactiva. Finalmente, se expresa la toma de posición respecto de las derivaciones didácticas que permitan superar el obstáculo que representa la imagen de ciencia deficitaria / asistencialista del profesorado y se sugieren las líneas abiertas para futuras investigaciones.

6.2. COINCIDENCIAS Y DISCREPANCIAS CON ALGUNAS AFIRMACIONES SOBRE LAS INDAGACIONES DE LAS IMÁGENES DE CIENCIA

Nuestra investigación ha aportado evidencia a favor de algunas de las generalizaciones que hace Lederman (2006) acerca de que el profesorado no suele tener adecuadas concepciones de la naturaleza de la ciencia. Como se mostró en el análisis de la imagen de ciencia declarativa de la población original que participó en este estudio, hay una visión híbrida con una prevalencia de las miradas empiro-positivistas. Además, se ha podido apreciar que esa imagen cobra mayor dimensión contextualista a la hora de indagar a las y los docentes en relación a la enseñanza de aspectos NOS, fenómeno al que nosotros hemos dado en llamar el sesgo ‘informado’ de la imagen declarativa.

Es en este último sentido parecería *prima facie* que se podría adscribir a la referencia que Lederman hace en relación a que las concepciones del profesorado acerca de la naturaleza de la ciencia no se trasladan automáticamente y necesariamente a la práctica de aula. Como se puede ver en los resultados, si bien en las/los seis docentes elegidas/os para profundizar los análisis predominan componentes contextualistas en relación a cómo piensan la enseñanza de aspectos NOS, esto no aparece en sus clases. Solo una de las profesoras incorpora explícitamente aspectos metacientíficos en la clase, mientras que el resto no lo hace, manteniéndose en un enfoque tradicional de la enseñanza de las ciencias centrado tanto en la autoridad del discurso del docente que expone como en el libro de texto de referencia. En este punto y en función de los resultados que comentamos, se puede matizar esta apreciación de Lederman si entendemos que este autor está haciendo referencia a lo que aquí llamamos la *imagen de ciencia declarativa*, es decir, aquella que surge de la aplicación de los cuestionarios estandarizados para indagar concepciones NOS, a los que hemos referido en los primeros capítulos de esta tesis. En nuestra investigación hemos dado cuenta de indicios de una imagen de ciencia de la práctica de aula que en la mayor parte de los casos no coincide con la imagen

declarativa y que se constituiría como representación genuina – o al menos más profunda – de la imagen de ciencia del profesorado, en tanto representación puesta en acto a la hora de enseñar ciencias.

Una conclusión preliminar en relación a las futuras investigaciones en la línea de las imágenes de ciencia del profesorado radicaría en la ventaja de elicitar las concepciones sobre la ciencia más auténticas desde la propia práctica de las y los docentes en el aula. Que los cuestionarios estandarizados que apuntan a indagar las visiones sobre la ciencia que porta el profesorado siguen dando como resultado una imagen híbrida entre concepciones de corte tradicional empiro-positivista y miradas contextualistas, pero que no logran elicitar profundamente las representaciones sobre la ciencia y por tanto no se constituirían como buenos predictores de lo que sucede en el aula, de allí que la expresión de Lederman a la que aludimos pueda ser relativizada. En esta orientación de los argumentos que sostenemos, es que acordamos con Abd-El-Khalick (2005) cuando afirma que el centro del problema está en la profundidad de la comprensión de la naturaleza de la ciencia que poseen los profesores y profesoras de ciencias. Y que de poco sirven los intentos esporádicos de cursos aislados sobre NOS. Que por el contrario se necesitan instancias de enseñanza explícita y reflexiva, vinculadas con los contenidos científicos que las y los futuros docentes deberán enseñar en el aula (Buaraphan, 2009). Coincidimos en ese sentido con lo señalado por Herman y colaboradores (2011) acerca de la necesidad de crear suficientes oportunidades para entender y reflexionar sobre la naturaleza de la ciencia y sobre prácticas efectivas basadas en ella, al mismo tiempo que promover una valoración profunda de las prácticas de aula eficaces basadas en NOS.

La falta de una comprensión genuina de la naturaleza de la ciencia es lo que terminaría haciendo que la aplicación a docentes de los instrumentos de indagación típicos como los cuestionarios a los que aludimos anteriormente, den como resultado perfiles híbridos, internamente contradictorios y visiones que se parecen más a un ‘collage’ epistemológico que a un cuerpo de concepciones medianamente coherente. Por supuesto que este tipo de resultados en relación a lo que los docentes declaran y su falta de correlato con la imagen de ciencia enactiva, debería interpelar a los diseñadores de instrumentos de indagación en relación a los criterios de construcción que se utilizan para la elaboración de estos cuestionarios, tal como hemos dicho en el capítulo 2 de esta tesis, en función de la calidad de la epistemología que hay detrás de los mismos, qué es lo que se quiere indagar y para qué, siempre pensando en qué naturaleza de la ciencia es

la que deberían saber las profesoras y profesores de ciencias, de acuerdo al nivel para el que estén formando. En definitiva, los magros resultados que surgen de las investigaciones de la imagen de ciencia del profesorado por los caminos usuales, tendrían que ver por un lado con la pobre formación metacientífica del profesorado, en relación a la falta de las instancias explícitas y reflexivas para ello, y por otro, por aquello que los instrumentos usuales deberían indagar y no indagan, usualmente cargados de afirmaciones ambiguas sobre las que las y los docentes deben tomar partido sin saber muy bien de qué manera. En la fase inicial de nuestra investigación elegimos adaptar uno de los instrumentos internacionalmente validados y aplicarlo a la población de docentes original como punto de partida de nuestra indagación, entendiendo que poseía un valor adicional de partida, radicado en su intención de relevar qué piensan las y los docentes acerca de la enseñanza de aspectos NOS. Eso permitió evidenciar que, en la mayoría de los casos, se vuelven más contextualistas a la hora de pensar en la enseñanza de esas nociones, lo que nos llevó a postular que habría un sesgo declarativo ‘informado’ o ‘trasvasado’ desde el constructivismo didáctico. Así y todo, hay otro aspecto que nos anima a pensar en las limitaciones de los cuestionarios estandarizados: la comparación de los resultados obtenidos a través del instrumento que adaptamos (el COCE), con las entrevistas realizadas a las profesoras y profesores que se seleccionaron, basadas en los *campos teóricos estructurantes de la epistemología* y mediante el uso de incidentes críticos, que permitieron redefinir y precisar el posicionamiento de las y los docentes en relación a aspectos NOS, y por sobre todo dieron oportunidad para que afloraran componentes de una imagen de ciencia deficitaria que no habían aparecido al aplicar el cuestionario. Como corolario de este apartado, y en consonancia con lo que venimos sosteniendo, la investigación en esta línea debería nutrirse de trabajos que profundizan en los vínculos entre la didáctica de las ciencias naturales y las metaciencias, en especial la epistemología desde perspectivas que recuperen miradas contemporáneas y especialmente potentes para pensar la enseñanza de las ciencias (Amador Rodríguez y Adúriz-Bravo, 2013 a y b, 2014; Ariza y Adúriz-Bravo, 2012).

Más allá de todas las consideraciones hechas acerca de la validez y fiabilidad de los instrumentos usuales de indagación de concepciones NOS, se puedan hacer ciertas lecturas que permiten detectar algunos focos particulares en la imagen declarativa de ciencia que sustenta el profesorado que resultan recurrentes en la mayoría de las

investigaciones y que también hemos encontrado en las diferentes fases del presente trabajo. Coincidimos con Lederman (1992) detectando en el perfil híbrido general una preeminencia de una visión positivista e idealista de la ciencia. Por otra parte, no parece haber coincidencia por lo señalado con Abd-El-Khalick (2000) cuando manifiesta que una significativa proporción del profesorado cree que el conocimiento científico no es provisional. Un foco de especial interés es el referido a la dimensión del método: Los resultados de nuestra indagación muestran acuerdo con lo ya señalado por McComas en 1998, esto es, que existe un método científico universal y general, énfasis que se torna más marcado cuando se indaga por esta cuestión en su enseñabilidad. Lo mismo sucede con las posturas mayoritarias que le dan un peso sustancial a la evidencia empírica a la hora de validar el conocimiento científico. En estos aspectos hay coincidencia con lo relevado por Ravanal y Quintanilla (2010).

6.3. ACERCA DE LA IMAGEN DE CIENCIA ENACTIVA

6.3.1. UNA PRIMERA APROXIMACIÓN: LO QUE SURGE DE LAS ENTREVISTAS

En el apartado anterior relativizamos los alcances de los cuestionarios a la hora de indagar imagen de ciencia. Como se planteó, también al COCE (es decir el cuestionario basado en el VOSE de Chen (2006) y reformulado para incorporar aspectos desde las perspectivas epistemológicas más recientes y cuestiones sobre la enseñanza de las ciencias a jóvenes de contextos desfavorecidos) le caben las apreciaciones sobre alcances y limitaciones. En los capítulos 4 y 5 de esta tesis se han mencionado varios de los posibles defectos de construcción de afirmaciones, tanto en afirmaciones propias del VOSE que le dio origen como en algunas de las que se incorporaron en la reformulación. Particularmente, las cuestiones 15 y 16 intentaron indagar posicionamientos en relación a miradas democrático/inclusoras o deficitarias/asistencialistas sobre la enseñanza de las ciencias. Los resultados de la aplicación, tanto al grupo de profesores y profesoras de partida como al grupo seleccionado, arrojaron una amplia mayoría de visiones democráticas. Al interior del grupo de 6 docentes, sólo hubo unos pocos indicios de visión deficitaria.

En la segunda fase, los incidentes críticos presentes en las entrevistas ya mostraron evidencia respaldatoria de una imagen de ciencia deficitaria/asistencialista en las/los 6 docentes, en sus cuatro facetas:

- Ciencia para inteligentes.
- Ciencia para desarrollo profesional y calidad de vida.
- Ciencia y pre-requisitos.
- Ciencia y profecía autocumplida.

En relación a esto, y en función de la notoria semejanza que tienen los resultados de la entrevista con los obtenidos de la indagación de la imagen enactiva (que enseguida discutiremos) es que estamos inclinados a pensar nuevamente en el escaso o pobre valor predictivo de los instrumentos típicos NOS sobre lo que concretamente pasa con el profesorado y sus prácticas, frente a las instancias que prueban una elicitación profunda de las imágenes, tal es el caso de las entrevistas estructuradas alrededor de situaciones problema o incidentes críticos. Nuevamente la cuestión vuelve a pasar por la sempiterna disputa entre enfoques cuantitativos y cualitativos. Si bien es reconocible la utilidad de los instrumentos cuantitativos a la hora de obtener un panorama orientador de las tendencias en cuanto a concepciones en grandes poblaciones en estudio, los resultados suelen ser tan generales que no permiten discernir representaciones más ajustadas de los sujetos en estudio. La pretensión de generalización de resultados en definitiva va en contra del grado de ajuste con lo que realmente pensaría el profesorado sobre la ciencia y su enseñanza. Como se sabe, esta discusión no es nueva y es análoga a la que se ha dado en relación al diseño de instrumentos para indagar las ideas previas del estudiantado en relación a nociones científicas. Tomamos partido por aquellos modos de indagar que apelan a ‘poner en acto’ las representaciones o modelos que porta la gente cuando se los pone en situación de tener que utilizarlos para resolver (o tomar posición ante) una cuestión en concreto que no es ajena a sus intereses o vivencias.

6.3.2. LA IMAGEN DE CIENCIA ENACTIVA PROPIAMENTE DICHA Y LAS CONDICIONES CONTEXTUALES

El análisis de las clases de las/los seis docentes a través de las redes sistémicas puso de manifiesto varias facetas de una imagen enactiva de corte deficitario / asistencialista, reflejadas en indicadores relacionados no sólo con el discurso de las y los profesores sino con elementos extradiscursivos como lo son los gestos, las atenciones o desatenciones diferenciadas hacia estudiantes, en forma individual o grupal, las inflexiones de la voz de las que pueden inferirse usos irónicos, sarcásticos o burlones o

cuestiones particulares que solamente adquieren relevancia en función de la escena de aula en cuestión. Un caso de excepción ha sido el de la profesora Adela, en tanto que no han podido encontrarse indicios de una imagen de ciencia deficitaria en su clase, cuando sí se pudieron elicitar elementos de una imagen de este estilo en la entrevista. Entendemos que en esta situación de aula incidieron dos variables a considerar. A las dos las hemos mencionado en el capítulo correspondiente y consideramos necesario retomarlas en este apartado para poder dar cuenta de los resultados. En primer término, Adela fue la única docente que hizo uso explícito de aportaciones de la historia de la ciencia y de la epistemología en su clase (por ende, con un perfil contextualista en relación a esta última), lo que nos llevaría a pensar que, de acuerdo a los fundamentos que hemos desarrollado en los primeros capítulos de esta tesis, sería mucho más esperable una postura de corte democrático que una deficitaria. Sin embargo, la otra variable de peso está constituida por la característica de la escuela donde esta clase se desarrolló y de las alumnas y alumnos que a ella concurren: Como se señaló en su momento, se trató de una escuela privada de clase media alta, y sus estudiantes parecían provenir de hogares en consonancia con la clase de esa escuela. Por tanto, habría que tener la oportunidad de observar una clase de Adela en una escuela de un contexto social no tan acomodado, para poder ver si emerge alguna faceta de imagen deficitaria o no.

Con respecto a la emergencia de imagen deficitaria en las clases de las/los restantes cinco docentes, consideramos importante destacar la presencia de algunos otros elementos que, sin constituirse *per se* en indicadores de una visión de déficit o asistencialista, favorecerían, servirían de contexto propicio, o le "harían el juego" al surgimiento de esa imagen. Esos elementos van de la mano de un enfoque tradicional de la enseñanza de las ciencias, a saber:

- a) La/el docente como depositario del conocimiento, como única palabra autorizada y verdadera dentro de la clase, con el monopolio del discurso.
- b) En el mismo estatus o similar al anterior, el libro de texto de cabecera a través del cual se estructura la clase.
- c) Las estructuras de diálogo entre docente y estudiantes, de secuencias tipo IRE (interrogación del docente - respuesta del alumno - evaluación del docente), donde se sancionan como correctas o incorrectas respuestas unívocas.

d) La prioridad que el/la docente le da al lenguaje como sistema de etiquetado frente al lenguaje como sistema de interpretación (Sutton, 2003), manifestado en el énfasis por "ponerle nombre a las cosas", las definiciones de conceptos, y la utilización de instancias de evaluación donde se procura que las/los estudiantes recuperen memorísticamente dichas definiciones.

e) En relación con el punto anterior, las actividades que se plantean, del estilo de cuestionarios que se contestan literalmente con el libro de texto, o con lo que la/el docente les ha dictado previamente, los "trabajos de investigación" que consisten en recolectar información sobre un tema dado, sin proponer problemas genuinos para resolver.

f) Las actividades experimentales o de laboratorio, que solo pretenden demostrar la teoría.

En mayor o menor medida, las/los cinco docentes desarrollan sus clases utilizando uno o más de los elementos señalados, por una cuestión que tendría más que ver con las tradiciones instaladas para enseñar ciencias, donde tiene mucho peso la historia educativa de cada docente, repitiendo modelos de enseñanza aprendidos de sus enseñantes que por un posicionamiento consciente respecto de la ciencia que se enseña. No obstante, estos elementos que hemos reseñado aquí son consistentes con una mirada folk del conocimiento en general, y del conocimiento científico en particular, en un carácter absoluto, verdadero, unívoco, permanente, dándole prioridad a formulaciones compactas del conocimiento, mayormente descontextualizadas. Estas formas de enseñar simpatizan más con enfoques también tradicionales de la epistemología y con una concepción bancaria del sujeto que aprende, sin lugar para la consideración de las ideas previas ni lugar para la construcción del conocimiento a partir del error. Es entonces que consideramos a estos aspectos como solidarios con una imagen de ciencia enactiva deficitaria / asistencialista.

Recapitulando entonces, si bien desde lo declarativo hay profesores y profesoras que adhieren a formas de concebir la ciencia y la tecnología desde perspectivas más humanistas y contextuales, donde la actividad científica y tecnológica aparece mucho más atravesada por finalidades y valores que cambian en el tiempo, en la práctica de aula emergen posicionamientos que van más de la mano de una concepción de ciencia elitista, que de alguna manera define una ciencia a enseñar "de primera" para quienes

cuenten con ciertas condiciones de base y otra ciencia “de segunda” para las y los que no cumplen con esos supuestos requisitos. Inicialmente es relevante destacar que se hallaron elementos de una imagen enactiva deficitaria-asistencialista en todas las profesoras y profesores, en diferente grado y con diferentes componentes, con la excepción antes señalada.

Habría en principio dos aspectos destacables en el análisis de cada uno de los perfiles en relación con la imagen que surge de la práctica en el aula. El primero de ellos, que una imagen de ciencia declarativa predominantemente contextualista y netamente democrático-inclusora no se constituirían como indicador predictivo de una imagen de ciencia enactiva democrático-inclusora. Éste es, por ejemplo, el caso del profesor Carlos, que revela una imagen de ciencia en la práctica de aula fuertemente cargada por elementos que llevan a caracterizarla como deficitaria-asistencialista. El segundo aspecto a tener en cuenta recoge la vertiente opuesta, en el sentido de que quienes presentan un perfil de imagen de ciencia declarativa mayormente empiro-positivista y con algunos atisbos de imagen deficitaria, cuando se trasladan a la práctica se manifiestan revelando elementos deficitario-asistencialistas, tal es el caso concreto de la profesora Belén. Las dos profesoras y el profesor restantes, que manifestaron un perfil declarativo híbrido en cuanto a posicionamiento NOS y una imagen de ciencia declarativa democrática, revelaron también una imagen de ciencia enactiva con componentes deficitario-asistencialistas. Hay que destacar que ciertas visiones tradicionales/dogmáticas acerca de cómo enseñar ciencias, sin ser deficitarias-asistencialistas *per se*, contribuyen o abonan el surgimiento de imágenes de ciencia enactivas de corte discriminador.

Es así que una imagen de ciencia deficitaria en el profesorado resulta un obstáculo para una educación científica y tecnológica de calidad para todas y todos. La clave para el cambio de esa imagen estará directamente relacionada con una intervención en la formación inicial y continua de los profesores y profesoras de ciencias que incluya una selección de contenidos metacientíficos desde una perspectiva que se plantee reflexivamente para qué es necesaria la integración de la naturaleza de la ciencia en los currículos de ciencia de todos los niveles educativos, en términos de educación científica de calidad.

6. 4. DERIVACIONES PARA LA INTERVENCIÓN DIDÁCTICA Y PARA LA INVESTIGACIÓN

Hemos desarrollado en diferentes párrafos de esta tesis una serie de lineamientos teóricamente fundamentados de cómo intervenir en la formación inicial y continuada del profesorado para apuntar a una comprensión profunda de la naturaleza de la ciencia. Queremos enfatizar que:

“[p]ara alcanzar el objetivo de alfabetizar metacientíficamente a los profesores de ciencias naturales [...] resulta conveniente seleccionar de la naturaleza de la ciencia aquellos contenidos que [...] garanticen un alto grado de funcionalidad. En este sentido, nos interesa rescatar contenidos recientes de las metaciencias, más o menos consensuados por epistemólogos y didactas, y muy potentes para reflexionar sobre la ciencia en el aula, y luego transponerlos atendiendo a los objetivos que se desean alcanzar en la formación del profesorado de ciencias y en la alfabetización científica general, cuya meta es la ‘ciencia para todos’”.
(Adúriz-Bravo, 2007, p.23)

Como hemos señalado en capítulos anteriores, un marco teórico que sirve para instrumentar el diseño de intervenciones de este estilo es el referido a los campos teóricos estructurantes de la epistemología, a partir de los cuales se pueden formular preguntas metateóricas fundamentales con sentido para las profesoras y profesores de ciencias. A partir de estas preguntas se pueden definir respuestas extraídas de algunos modelos epistemológicos, seleccionados por su adecuación a las finalidades deseables para la educación científica (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2003) y compatibles con una imagen de ciencia democrática e inclusora. Desde esta perspectiva basada en modelos para la enseñanza de contenidos NOS es que se vienen diseñando tanto actividades como unidades didácticas enteras para ser utilizadas en la formación inicial y continua del profesorado (Adúriz-Bravo, 2005a, 2005b, 2005c).

En el marco de esta investigación y a posteriori de las indagaciones se intervino con una unidad didáctica en la formación de las profesoras y profesores en el marco de la licenciatura que estaban cursando, pero por cuestiones coyunturales no hubo oportunidad de hacer indagaciones de imagen de ciencia a posteriori de la intervención, por lo cual no se describe aquí la intervención realizada.

En relación con esto último y a la luz de los hallazgos de este trabajo de tesis, consideramos que sería muy necesaria una profundización en la caracterización de la imagen de ciencia enactiva del profesorado, incluyendo variables contextuales diversas, (tales como por ejemplo escuelas de diferentes estratos sociales, de gestión privada y pública, de diferentes orientaciones) para luego poder intervenir en la formación con instancias metacientíficamente fundamentadas desde una perspectiva basada en modelos para la enseñanza de la NOS. Luego de ello, resultaría sumamente valioso continuar con la elicitación de la imagen de ciencia enactiva a posteriori de la intervención, para poder dar cuenta de las modificaciones en la imagen que dicha intervención promovería. Consideramos además prioritaria la investigación en el diseño de instrumentos de indagación de la imagen de ciencia que puedan hacer emerger las concepciones más profundas del profesorado. En ese sentido también es especialmente importante continuar con las investigaciones que apunten a elicitación de las imágenes de ciencia del estudiantado, en tanto indicadores de la mejora en la formación inicial y continua de profesoras y profesores en relación a los aspectos a los que nos hemos dedicado en este trabajo.

Como comentario final, queremos volver a poner el foco en las preocupaciones que enunciáramos en el primer capítulo en relación al logro de una educación científica de calidad para todas y todos en el panorama actual. Hace poco más de una década se escribía el siguiente párrafo:

“Es importante que todos los ciudadanos puedan tener una opinión sobre lo deseable o no de ciertos cambios tecnológicos, porque aquellos que no tengan una cultura científica y tecnológica estarán a merced de propagandistas sin escrúpulos. Como es natural, la medida en que se puedan alcanzar esos fines variará enormemente según el nivel de capacidad y se verá sujeta a todo un conjunto de factores adicionales que están fuera de nuestro alcance: **el género, la raza y la clase social jugarán su papel**”. (Reid y Hodson, 1997, p.70)¹²

Si bien esta cita hay que contextualizarla en tiempo y espacio (década de los '90 en los Estados Unidos, el conservadurismo en su apogeo) sirve de referencia para pensar que algunas concepciones sobre *qué ciencia para quienes* siguen en vigencia en cierta parte

¹² El original en inglés es de 1993. El subrayado y el destacado es nuestro.

del profesorado en tanto mirada de déficit y asistencialista dirigida a los sectores más vulnerables. Nuestra investigación va en el sentido de la superación de ese obstáculo.

BIBLIOGRAFÍA

Abd-El-Khalick, F. (2000). Improving elementary teacher'conceptions of nature of science in the context of a science content course. In *Proceedings of the 2000 annual International Conference of the Association for Science Teacher Education* (pp. 366-398).

Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding Nature of Science Instruction in Preservice Elementary Science Courses: Abandoning Scientism, But... *Journal of Science Teacher Education*, 12(3), 215-233.

Abd-El-Khalick, F. (2005). Developing deeper understandings of nature of science: the impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning. *International Journal of Science Education*, v. 27, n. 1, p. 15-42.

Acevedo Díaz, J. A. (2004) Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, v. 1, n. 1, p. 3-16.

Acevedo Díaz, J. A. (2007a). Una selección de artículos sobre decisiones tecnocientíficas y enseñanza de las ciencias (I). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 4, n. 1, p. 195-201.

Acevedo Díaz, J. A. (2007b) Una selección de artículos sobre decisiones tecnocientíficas y enseñanza de las ciencias (II). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, v. 4, n. 2, p. 358-363.

Acevedo Díaz, J. A., Vázquez-Alonso, Á., Manassero Mas, M., & Acevedo Romero, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, v. 4(1), 42-66.

Adúriz-Bravo, A. (2001). Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias. Tesis doctoral. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.

Adúriz-Bravo, A. (2005a). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias?: Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Tecné, Episteme y Didaxis*, Número extraordinario, p. 23-33.

Adúriz-Bravo, A. (2005b). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia: la epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

Adúriz-Bravo, A. (2005c). Los descubrimientos del radio': Una unidad didáctica para enseñar sobre la naturaleza de la ciencia a futuros profesores de ciencias naturales. *Unidades didácticas en ciencias y matemáticas*, 317-336.

Adúriz-Bravo, A. (2007). La naturaleza de la ciencia en la formación de profesores de ciencias naturales. En: Gallego Badillo, R., Pérez Miranda, R. y Torres de Gallego, LN (comps.). *Didáctica de las ciencias. Aportes para una discusión*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Adúriz-Bravo, A. (2008). “Áreas de investigación en la didáctica de las ciencias experimentales: La naturaleza de la ciencia”. En: C. Merino Rubilar, A. Gómez Galindo, A. Adúriz-Bravo (coords.): *Áreas y estrategias de investigación en la didáctica de las ciencias experimentales*. p. 111-125. Bellaterra: Servei de Publicacions de la UAB.

Adúriz-Bravo, A. (2009). La Naturaleza de la Ciencia “ambientada” en la Historia de la Ciencia. *Enseñanza de las ciencias*, (Número Extra: VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias), p. 1178-1181.

Adúriz-Bravo, A., e Izquierdo-Aymerich, M. (2002). “Directrices para la formación epistemológica del futuro profesorado de ciencias naturales”. En: G.A. Perafán, A. Adúriz-Bravo (comps.): *Pensamiento y conocimiento de los profesores: Debate y perspectivas internacionales*, 127-139. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Adúriz-Bravo, A., Godoy, E., Iglesias, M., Bonan, L., y González Galli, L. (2006). “Las imágenes de ciencia y de científico en una propuesta de educación inclusiva para todos y todas”. En: F. T. Añaños Bedriñana (coord.), J. García Mínguez, M. Bedmar Moreno, I. Montero García (eds.) *Educación Social: Formación, Realidad y Retos*. Granada: Grupo Editorial Universitario, p. 427-435.

Adúriz-Bravo, A., Amador, R., Inzillo, L., Peresan, L., Plaza, M.V., Pujalte, A. and Lombardi, O. (2011) Teachers' conceptions about science: A perspective from realism. *11th International IHPST and 6th Greek History, Philosophy and Science Teaching Joint Conference. Science & Culture: Promise, Challenge and Demand*. Thessaloniki, Greece. , pp 22-29.

Adúriz-Bravo, A., Dibarboure, M. y Ithurralde, S. (coord.) (2013). *El quehacer del científico al aula: Pistas para pensar*. Montevideo: Fondo Editorial QuEduca.

Aikenhead, G. S., Ryan, A. G., y Fleming, R. W. (1989). *Views on science-technology-society* (form CDN.mc.5). Saskatoon, Canada, S7N OWO: Department of Curriculum Studies, University of Saskatchewan.

Aikenhead, G. S., y Ryan, A. G. (1992). The Development of a New Instrument: 'Views on Science—Technology—Society' (VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477-491.

Alters, B. J. (1997). Whose nature of science?. *Journal of research in science teaching*, 34(1), 39-55.

Amador Rodríguez, R. Y., y Adúriz Bravo, A. (2013a). A qué epistemología recurrir para investigar sobre la enseñanza de las ciencias. *Revista Virtual EDUCyT*, 3.

Disponible en:

<http://dintev.univalle.edu.co/revistasunivalle/index.php/educyt/article/view/1840/1769>

(Última consulta: 14/09/2014)

Amador Rodríguez, R. Y., y Adúriz-Bravo, A. (2013b). Consensos y disensos en torno al concepto de naturaleza de la ciencia (NOS) en la comunidad iberoamericana de didáctica de las ciencias. *Revista Científica*, (15), 30-46.

Amador-Rodríguez, R. Y., y Adúriz-Bravo, A. (2014). Afirmaciones epistemológicas con “alta carga teórica” que pueden tener incidencia en la didáctica de las ciencias: un estudio comparativo. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(2), 433-447.

American Association for the Advancement of Science. AAAS.(1993).*Benchmarks for science literacy*.

- Ariza, Y., y Adúriz-Bravo, A. (2012). La ‘Nueva Filosofía de la Ciencia’ y la ‘concepción semántica de las teorías científicas’ en la Didáctica de las Ciencias Naturales. *Revista de Educación en Ciencias Experimentales y Matemática*, 2, 81-92.
- Barnett, J., y Hodson, D. (2001). Pedagogical context knowledge: Toward a fuller understanding of what good science teachers know. *Science Education*, 85(4), 426-453.
- Bauer, M., y Schoon, I. (1993). Mapping variety in public understanding of science. *Public Understanding of Science*, 2(2), 141-155.
- Beardslee, D. y O’Dowd, D. (1961). The College-Student Image of the Scientist, *Science*. Vol. 133, Núm. 3457.
- Bell, R., Abd-El-Khalick, F., Lederman, N. G., McComas, W. F., y Matthews, M. R. (2001). The nature of science and science education: A bibliography. *Science & Education*, 10(1-2), 187-204.
- Bliss, J., Ogborn, J., y Grize, F. (1979). The analysis of qualitative data. *European Journal of Science Education*, 1(4), 427-440.
- Bliss, J., Monk, M., Ogborn, J., y Black, P. (1983). *Qualitative data analysis for educational research: A guide to uses of systemic networks*. London: Croom Helm.
- Bodzin, A., y Gehringer, M. (2001). Breaking Science Stereotypes. *Science and Children*, 38(4), 36-41.
- Bourdieu, P. y Passeron, J. (2003) *Los herederos: los estudiantes y la cultura*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Brickhouse, N. W. (2013). Conceptions of Inequality in the Era of Bush/Obama. In *Moving the Equity Agenda Forward* (pp. 39-51). Springer Netherlands.
- Brosnan, M. J. (1999). A new methodology, an old story? Gender differences in the “draw-a-computer-user” test. *European journal of psychology of education*, 14(3), 375-385.
- Brush, L. R. (1979). Avoidance of science and stereotypes of scientists. *Journal of Research in Science Teaching*, 16(3), 237-241.

- Buaraphan, K. (2009). Preservice and inservice science teachers responses and reasoning about the nature of science. *Educational Research and Reviews*,4(11), 561-581.
- Caetano, H.y Neto, A. (2005) . Natureza e ensino da ciência: investigando as concepções de ciência dos professores. *Enseñanza de las ciencias*, (Número Extra. VII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias) p. 1-5.
- Cakmakci, G., Tosun, O., Turgut, S., Orenler, S., Sengul, K., & Top, G. (2011). Promoting an inclusive image of scientists among students: Towards research evidence-based practice. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(3), 627-655.
- Carullo, J. C. (2002). La percepción pública de la ciencia: El caso de la biotecnología. *Red Regional de Bioseguridad (RNBio). Programa de Biotecnología para América Latina y el Caribe (BIOLAC)*. Disponible en: <http://www.conicit.go.cr/boletin/boletin12/percepcion.pdf> (última consulta 18/08/2014)
- Cassirer, E. (1971). *Filosofía de las formas simbólicas*. Tomo 1. México. DF: Fondo de Cultura Económica.
- Castoriadis, C. (1993) La institución imaginaria de la sociedad, 1.Marxismo y teoría revolucionaria, 2. El imaginario social y la institución, Barcelona: Tusquets.
- Chambers, D. W. (1983). Stereotypic images of the scientist: The draw-a-scientist test. *Science Education*, 67(2), 255-265.
- Chacón, P.y Sánchez-Ruiz, J. (2009) La estructura familiar de Los Simpsons© a través del dibujo infantil. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, Vol. 14, Núm. 43, octubre-diciembre, 2009, pp. 1129-1154
- Chen, C. C., Taylor, P. C. y J. M. Aldridge (1997). “Development of a Questionnaire for Assessing Teachers’ Beliefs about Science and Science Teaching in Taiwan and Australia”, In: *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Oak Brook. IL.
- Chen, S. (2006a). Development of an instrument to assess views on nature of science and attitudes toward teaching science. *Science Education*, 90(5), 803-819.

- Chen, S. (2006b). Views on science and education (VOSE) questionnaire. *Asia-Pacific Forum of Science Learning and Teaching*, 7(2), Article 11, 1-19.
- Clough, M. P. (2007). Teaching the nature of science to secondary and post-secondary students: Questions rather than tenets. *The pantaneto forum* Vol. 25, pp. 31-40.
- Collins, H. y T. Pinch (1996). *El Gólem: lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia*. Barcelona: Crítica.
- Cortassa, C. (2012). *La ciencia ante el público*. Buenos Aires: Eudeba
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of research in science teaching*, 37(6), 582-601.
- Demirbaş, M. (2009) The relationships between the scientist perception and scientific attitudes of science teacher candidates in Turkey: A case study. *Scientific Research and Essays* Vol. 4 (6), pp. 565–576
- Dibarboure, M. (2010). “La naturaleza de la ciencia como contenido escolar”, *Quehacer Educativo*. Vol. 100.
- Driver, R., Leach, J., Miller, & Scott, P. (1996) *Young peoples images of science*, Bristol, PA, *Open University Press*.
- Duschl, R. A. (1985). Science education and philosophy of science: Twenty-five years of mutually exclusive development. *School science and mathematics*, 85(7), 541-555.
- Echeverría (1998). *Filosofía de la Ciencia*. Madrid: Akal
- Eliade, M. (1983). *Herreros y alquimistas*. Madrid: Alianza Editorial.
- Emdin, C. (2012). Reality pedagogy and urban science education: Towards a comprehensive understanding of the urban science classroom. *Second international handbook of science education* (pp. 59-68). Springer Netherlands.
- Erduran, S. (2014). Beyond Nature of Science: The Case for Reconceptualising ‘Science’ for Science Education. *Science Education International*, 25(1), 933-111.

Escalas Tramullas, M.T., Ruiz Mallén, I., Zorrilla Pujana, J. (2009) *El Científic dibuixat*. Barcelona: Comissionat per a Universitats i Recerca. Departament d'Innovació, Universitats i Empresa. Generalitat de Catalunya.

Fernández, I, Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. y Praia, J (2002) Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 20 (3) 477-488

Fensham, P. J. (1985). Science for all: A reflective essay. *Journal of curriculum Studies*, 17(4), 415-435.

Fourez, G. (ed.). (1997). *Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Colihue.

Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J. y Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la Secundaria Obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 365-376.

Fung, Y. Y. (2002). A comparative study of primary and secondary school students' images of scientists. *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 199-213.

Gallego Torres, A. (2007) Imagen popular de la ciencia transmitida por los cómics. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (1) pp 141-151.

Gallegos, L. y Bonilla, M. (2009). Las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia y la transformación de la práctica docente. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 106-112

Gil, D., Fernández, I., Carrascosa, J. , Cachapuz, A. y Praia, J (2001) Para uma imagem não deformada do trabalho científico, *Ciência & Educação*, v.7, n.2, p.125-153

Glavich, E., Ibáñez, R., Lorenzo, M. y Palma, H. (1998). Notas introductorias a la filosofía de la ciencia. I. La tradición anglosajona. Buenos Aires: Eudeba. (3ª reimpresión, 2001.)

Gómez, S., Franchi, M., Tarantini, M., Bonán, L., Adúriz-Bravo, A. y Meinardi, E. (2004). Escuelas con poblaciones en riesgo social: Proyecto de intervención e investigación en el área de ciencias naturales, en Bocalandro, N., Mateu, M., Ibarra, E. y

Botto, J. (eds.). *La educación en biología: Para una nueva relación entre ciencia, cultura y sociedad*, pp. 161-163. Córdoba: ADBiA.

Guerra Retamosa, C. (2004) Laboratorio y batas blancas en el cine. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), pp. 52-63.

Haynes, R. (2003). From alchemy to artificial intelligence. *Public Understanding of Science*, 12(3), 243-254.

Herman, B., Olson, J. y Clough, M. (2011). Teaching the nature of science: Practices and associated factors. 2011 NARST International Conference. Orlando

Hermelin, D. (2011). Un contexto para la comunicación pública de la ciencia y la tecnología en Colombia: de las herencias euro-céntricas a los modelos para la acción. *Co-herencia*, 8(14), 231-260.

Hernández Sampieri, R., Fernández, C. C. y Baptista Lucio, P. (2003). *Metodología de la investigación (3a ed.)*. México: McGraw-Hill.

Hodson, D. (1998). Science fiction: The continuing misrepresentation of science in the school curriculum. *Curriculum studies*, 6(2), 191-216.

Hodson, D. (1993). In search of a rationale for multicultural science education. *Science Education*, 77(6), 685-711.

Hugo D. y Adúriz-Bravo, A. (2003) Algunos elementos teóricos para la investigación del conocimiento profesional del profesorado de ciencias naturales acerca de la naturaleza de la ciencia. en Adúriz-Bravo, A. Perafán. G.A. y Badillo, E. (comp.). *Actualización en didáctica de las Ciencias Naturales y las Matemáticas*, 23-24. Sta. Fé de Bogotá: Magisterio.

Izquierdo-Aymerich, M., Estany, A., y Adúriz-Bravo, A. (2002). Una propuesta para estructurar la enseñanza de la Filosofía de la Ciencia para el profesorado de Ciencias en formación. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 20(3), 465-476.

Izquierdo-Aymerich, M., y Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12(1), 27-43.

- Jones, M.G., Howe, A., & Rua, M.J. (2000) Gender differences in students' experiences, interests, and attitudes toward science and scientists. *Science Education*, 84, 180–192.
- Jussim, L., Eccles, J., y Madon, S. (1996). Social perception, social stereotypes, and teacher expectations: Accuracy and the quest for the powerful self-fulfilling prophecy. *Advances in experimental social psychology*, 28, 281-388.
- Koulaidis, V., y Ogborn, J. (1989). Philosophy of science: An empirical study of teachers' views. *International Journal of Science Education*, 11(2), 173-184.
- Koulaidis, V., y Ogborn, J. (1995). Science teachers' philosophical assumptions: how well do we understand them?. *International Journal of Science Education*, 17(3), 273-283.
- Latorre Beltrán, A., Del Rincón Igea, D., Arnal Agustín, J. (1997). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona: Hurtado Ediciones.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of research in science teaching*, 29(4), 331-359.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of research in science teaching*, 39(6), 497-521.
- Lederman, N. G. (2006). Research on nature of science: reflections on the past, anticipations of the future. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* (Vol. 7, No. 1, p. 2).
- Leslie-Pelecky DL, Buck GA, Zabawa A (2005) Broadening middle school students' images of science and scientists. *J. Mat. Educ.* 27: 173-178.
- Locke, S. (1999). Golem science and the public understanding of science: from deficit to dilemma. *Public Understanding of Science*, 8(2), 75-92.
- Long, M., & Steinke, J. (1996). The thrill of everyday science: images of science and scientists on children's educational science programmes in the United States. *Public Understanding of Science*, 5(2), 101-119.

- Long, M., Steinke, J., Applegate, B., Lapinski, M. K., Johnson, M. J., y Ghosh, S. (2010). Portrayals of male and female scientists in television programs popular among middle school-age children. *Science Communication*, 32(3), 356-382.
- Losh, S.C., Wilke, R.A., y Pop, M. (2008) Some methodological issues with ‘Draw a Scientist’ tests among young children. *International Journal of Science Education*, 30, 6: 773-792
- Lotter C., Harwood W. S. y Bonner J. J., (2007), The influence of core teaching conceptions on teachers’ use of inquiry teaching practices, *J. Res. Sci. Teach.*, 44, 1318–1347.
- Manassero, M. y Vázquez, A. (2001) Actitudes de estudiantes y profesorado sobre las características de los científicos, *Enseñanza de las Ciencias*, 2001, Vol. 19 (2) 255-268
- Manassero, M. A., Vázquez, A. y Acevedo, J. A. (2001). La evaluación de las actitudes CTS. En Sala de Lecturas CTS+I de la OEI. Disponible en: <http://www.oei.es/salactsi/acevedo11.htm> Última consulta: 18/08/2014.
- Manassero, M. A., Vázquez, A., y Acevedo, J. A. (2003). Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS). *Princeton, NJ: Educational Testing Service*.
- Manzoli, F., Castelfranchi, Y., Gouthier, D., Cannata, I. (2006) Children’s perceptions of science and scientists. A case study based on drawings and story-telling. *The 9th International Conference on Public Communication of Science and Technology, Seoul, 2006*
- Maoldomhnaigh, M. O., & Hunt, A. (1988). Some factors affecting the image of the scientist drawn by older primary school pupils. *Research in Science & Technological Education*, 6(2), 159-166.
- Masón, N y Moreira, M. (2007). Un estudo exploratório sobre a contribuição de visões epistemológicas contemporâneas na transformação das concepções de professores de física atuantes. *Tecné, Episteme y Didaxis*, nº 22. Segundo semestre de 2007. pp 5-31.

Matthews, M. R. (2012). Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In *Advances in nature of science research* (pp. 3-26). Springer Netherlands.

Matthews, M. R. (1998). In defense of modest goals when teaching about the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(2), 161-174.

Matthews, M. R. Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(2), 255-277.

McComas, W. F. (Ed.). (1998). *The Nature of Science in Science Educations: Rationales and Strategies*. Kluwer Academic Publishers.

McComas, W. F., Almazroa, H., & Clough, M. P. (1998). The nature of science in science education: An introduction. *Science & Education*, 7(6), 511-532.

McComas, W. y Olson, J. (1998). The Nature of Science in International Science Education Standards Documents. En: W. McComas, (Ed.). *The Nature of Science in Science Educations: Rationales and Strategies*. Kluwer Academic Publishers.

Mead, M. y Metraux, R. (1957) Image of the scientist among high-school students: A pilot study. *Science*, 26, 384-390.

Mellado, V., y Carracedo, D. (1993). Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 331-339.

Merton, R. K. (Ed.). (1968). *Social theory and social structure*. Simon and Schuster.

Miller, J. D. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus*, 29-48.

Moreno Lupiáñez, M. (2003) Cine y ciencia. *Revista Quark*, 28 y 29. Disponible en: <http://www.prbb.org/quark/28-29/028102.htm> Última consulta: 18/08/2014

Newton, D. P. y Newton, L.D. (1998) Primary children's conceptions of science and the scientist: Is the impact of a national curriculum breaking down the stereotypes? *International Journal of Science Education*, 20 (9) , 1137-1149.

- National Society for the Study of Education (NSSE) (1960). *Rethinking Science Education*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Olitsky, S., y Milne, C. (2012). Understanding engagement in science education: The psychological and the social. In *Second international handbook of science education* (pp. 19-33). Springer Netherlands.
- Oppenheimer, F. (1968). A rationale for a science museum. *Curator: The Museum Journal*, 11(3), 206-209.
- Palma, H. y Wolovelsky, E. (2001). *Imágenes de la racionalidad científica*. Buenos Aires: Eudeba.
- Parsons, E. C. (1997). Black high school females' images of the scientist: Expression of culture. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(7), 745-768.
- Perez, C. (2006). Influencia de los medios de comunicación en la elección ciencias – letras en bachillerato y universidad. El caso español: análisis del período 1988–2001. *Estudios sobre el mensaje periodístico*. 12, 253 – 274.
- Polino, C., Fazio, M. E., y Vaccarezza, L. S. (2003). Medir la percepción pública de la ciencia en los países iberoamericanos: Aproximación a problemas conceptuales. *CTS+ I: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, (5), 1.
- Pomeroy, D. (1993). Implications of teachers' beliefs about the nature of science: Comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers, and elementary teachers. *Science education*, 77(3), 261-278.
- Popper, K (1995). *La lógica de la investigación científica*. Barcelona: Círculo de Lectores.
- Porlán, Ariza, R. (2002). La formación del profesorado en un contexto constructivista (Teacher preparation in a constructivist context). *Investigações em ensino de ciências*, 7(3), 271-281.
- Porlán Ariza, R., y Martín del Pozo, R. (1996). Ciencia, profesores y enseñanza: unas relaciones complejas. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 3(8), 23-32.
- Porlán Ariza, R., Rivero García, A. y Martín Del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: estudios empíricos y conclusiones.

Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas,16(2), 271-288.

Porlán Ariza, R. (1989). «Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional. Las concepciones epistemológicas de los profesores». Tesis doctoral. Universidad de Sevilla

Pujalte, A., Porro, S. y Adúriz-Bravo, A. (2012) “Yo no sirvo para esto” La desidentificación con la ciencia de un grupo de estudiantes de secundaria: Perspectivas de análisis y propuestas superadoras. *X Jornadas Nacionales V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología: Entretejiendo la enseñanza de la Biología en una urdimbre emancipadora -ADBiA- Asociación de Docentes de Biología de la Argentina-*

Pujalte, A., Gangui, A., y Adúriz-Bravo, A. (2012). “La ciencia en los cuentos”: análisis de las imágenes de científico. *Ciencia Ergo Sum*, 19(3), 261-270.

Pujalte, A.; C. Gesuele; M. Márquez y A. Adúriz-Bravo (2011a). “¿Qué nos imaginamos al pensar en la gente que se dedica a la ciencia?: implicaciones para una educación científica escolar de calidad para todas y todos”, en *Avances en Educación en Ciencia y Tecnología: Enfoques y Estrategias: Año 2011*, 352-354. [cd-rom] San Fernando del Valle de Catamarca: UNCA.

Pujalte, A., Porro, S. y Adúriz-Bravo, A. (2011) Las imágenes de ciencia del profesorado: Su relación con una educación científica de calidad para todas y todos. *Tecné, Episteme y Didaxis*, Número extraordinario. Segundo semestre de 2011: 410-415.

Pujalte, A. y Porro, S. (2009). Concepciones y actitudes del profesorado de ciencias acerca de la ciencia y la enseñanza y su relación con el logro de una educación científica para todas y todos. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 181-184.

Ravanal, E. y Quintanilla, M. (2010). Caracterización de las concepciones epistemológicas del profesorado de Biología en ejercicio sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 111-124.

Räty, H., y Snellman, L. (1997). Children's images of an intelligent person. *Journal of Social Behavior & Personality*.

- Reid, D. J., y Hodson, D. (1997). *Ciencia para todos en secundaria* (Vol. 1). Narcea Ediciones.
- Reis, P. y C. Galvão (2006). “O diagnóstico de concepções sobre os cientistas através da análise e discussão de histórias de ficção científica redigidas pelos alunos”, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 5, Núm. 2.
- Reis, P. y C. Galvão (2007). “Reflecting on Scientists’ Activity Based on Science Fiction Stories Written by Secondary Students”, *International Journal of Science Education*. Vol. 29, Núm. 10.
- Reis, P, Rodrigues, S. e Santos, F. (2006) Concepções sobre os cientistas em alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico: “Poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas”. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências*, 5 (1), 51-74.
- Rist, R. (1999). Sobre la comprensión del proceso de escolarización: Aportaciones de la teoría del etiquetado. En : *Sociología de la Educación*. Mariano Fernandez Enguita (editor). Barcelona: Ariel.
- Rosenthal, R., & Jacobson, L. (1968). Pygmalion in the classroom. *The Urban Review*, 3(1), 16-20.
- Rubba, P. A., y Harkness, W. L. (1993). Examination of preservice and in-service secondary science teachers' beliefs about science-technology-society interactions. *Science Education*, 77(4), 407-431.
- Rutherford, F. J., & Ahlgren, A. (1989). Science for all Americans: A Project 2061 report on literacy goals in science, mathematics, and technology. *Washington, DC: American Association for the Advancement of Science*.
- Ryan, A. G., y Aikenhead, G. S. (1992). Students' preconceptions about the epistemology of science. *Science Education*, 76(6), 559-580.
- Samaja, J. (1993). *Epistemología y Metodología de la Investigación*. Buenos Aires: Eudeba.
- Schäffer, M. (2011). Sources, Characteristics and Effects of Mass Media Communication on Science: a Review of the Literature, Current Trends and Areas for Future Research. *Sociology Compass*. Vol. 5, Núm. 6.

Schummer, J. (2006). Historical Roots of the 'Mad Scientist': Chemists in Nineteenth-Century Literature. *Ambix*, 53(2), 99-127.

She, H. C. (1998). Gender and grade level differences in Taiwan students' stereotypes of science and scientists. *Research in Science & Technological Education*, 16(2), 125-135.

Sjøberg, S. (2000). "Science and scientists: The SAS-study", *Acta Didactica*. Vol. 1, Núms. 1-73.

Symington, D., y Spurling, H. (1990). The 'Draw a Scientist Test': interpreting the data. *Research in Science & Technological Education*, 8(1), 75-77.

Song, J., y Kim, K. S. (1999). How Korean students see scientists: the images of the scientist. *International Journal of Science Education*, 21(9), 957-977.

Steele, C. (1997). A threat in the air: How stereotypes shape intellectual identity and performance. *American Psychologist*, 52, 613-629.

Steinke, J., Long, M., Johnson, M. y Ghosh, S. (2008). "Gender Stereotypes of Scientist Characters in Television Programs Popular Among Middle School-Aged Children", paper presentado en el Science Communication Interest Group (scigroup), en la Annual Meeting of the Association for Education in Journalism and Mass Communication (aejmc). Chicago.

Stekolschik, G. (2008). "El científico, según la mirada de los niños (Reportaje al Dr. Agustín Adúriz-Bravo), *La Nación*". Disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/1009478-el-cientifico-segun-la-mirada-de-los-ninos> Última consulta: 18/08/2014.

Sutton, C. (2003). Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 21(1), 21-26.

Swann, J., y Pratt, J. (Eds.). (2004). *Educational research in practice*. Bloomsbury Publishing.

Taylor, S. J., y Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Paidós.

Tsai, C. (2007) Teachers' scientific epistemological views: The coherence with instruction and students' views. *Science Education*, vol. 91, Issue 2, pp.222-243

Tsai, C. (2002) Nested epistemologies: Science teachers' beliefs of teaching, learning and science. *International Journal of Science Education*, 24, 771–783.

Vázquez, A. y Manassero, M. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 337-346.

Vázquez, A., Acevedo, J., Manassero, M. y Acevedo, P. (2006). “Creencias ingenuas sobre naturaleza de la ciencia: consensos en sociología interna de ciencia y tecnología”, en Actas del iv Seminario Ibérico de cts en la Educación Científica: Las relaciones cts en la Educación Científica. [cd-rom], Universidad de Málaga, Málaga.

Vickers, B. E. (1984). *Occult and Scientific Mentalities in the Renaissance*. Cambridge University Press, Cambridge.

Vílchez-González, J.M. y Perales, F.J. (2006) Image of science in cartoons and its relationship with the image in comics. *Physics Education*, 41, 240-249.

Weingart, P. (2006). Chemists and their Craft in Fiction Film. *HYLE--International Journal for Philosophy of Chemistry*, 12(1), 31-44.

Weingart, P., Muhl, C., y Pansegrau, P. (2003). Of power maniacs and unethical geniuses: science and scientists in fiction film. *Public Understanding of Science*, 12(3), 279-287.

Wyer, M. (2003) Intending to stay: Images of scientists, attitudes toward women, and gender as influences on persistence among science and engineering majors. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 9, 1–16.

ANEXO 1

Views on Science and Education Questionnaire (Sufen Chen, 2006)

(Disponible en https://www.ied.edu.hk/apfslt/v7_issue2/chensf/chensf6.htm#six
Última consulta: 24/08/2014)

Instructions to participants:

Each question of this questionnaire starts with a statement about the nature of science or science education. Most statements adopt a certain radical stance. You may strongly agree with it, strongly disagree with it, or have other thoughts about it. Each statement is followed by several responses. Please read all of the responses first, then circle your opinion on the right side (SD, D, U, A, SA) of each response according to your knowledge of scientific activities or scientists, or what ought to be taught in science courses. There is no right or wrong answer. Thank you.

SD= Strongly Disagree

D = Disagree

U = Uncertain or No Comment

A = Agree

SA = Strongly Agree

1. When two different theories arise to explain the same phenomenon (e.g., fossils of dinosaurs), will scientists accept the two theories at the same time?

A. Yes, because scientists still cannot objectively tell which one is better; therefore, they will accept both tentatively.	SD	D	U	A	SA
B. Yes, because the two theories may provide explanations from different perspectives, there is no right or wrong.	SD	D	U	A	SA
C. No, because scientists tend to accept the theory they are more familiar with.	SD	D	U	A	SA
D. No, because scientists tend to accept the simpler theories and avoid complex theories.	SD	D	U	A	SA
E. No, the academic status of each theory proposer will influence scientists' acceptance of the theory.	SD	D	U	A	SA
F. No, scientists tend to accept new theories which deviate less from the contemporary core scientific theory.	SD	D	U	A	SA
G. No, scientists use intuition to make judgments.	SD	D	U	A	SA
H. No, because there is only one truth, scientists will not accept any theory before distinguishing which is best.	SD	D	U	A	SA

2. Scientific investigations are influenced by socio-cultural values (e.g., current trends, values).						
A. Yes, socio-cultural values influence the direction and topics of scientific investigations.	SD	D	U	A	SA	
B. Yes, because scientists participating in scientific investigations are influenced by socio-cultural values.	SD	D	U	A	SA	
C. No, scientists with good training will remain value-free when carrying out research.	SD	D	U	A	SA	
D. No, because science requires objectivity, which is contrary to the subjective socio-cultural values.	SD	D	U	A	SA	
3. When scientists are conducting scientific research, will they use their imagination?						
A. Yes, imagination is the main source of innovation.	SD	D	U	A	SA	
B. Yes, scientists use their imagination more or less in scientific research.	SD	D	U	A	SA	
C. No, imagination is not consistent with the logical principles of science.	SD	D	U	A	SA	
D. No, imagination may become a means for a scientist to prove his point at all costs.	SD	D	U	A	SA	
E. No, imagination lacks reliability.	SD	D	U	A	SA	
4. Even if the scientific investigations are carried out correctly, the theory proposed can still be disproved in the future.						
A. Scientific research will face revolutionary change, and the old theory will be replaced.	SD	D	U	A	SA	
B. Scientific advances cannot be made in a short time. It is through a cumulative process; therefore, the old theory is preserved.	SD	D	U	A	SA	
C. With the accumulation of research data and information, the theory will evolve more accurately and completely, not being disproved.	SD	D	U	A	SA	
5. Is scientific theory (e.g., natural selection, atomic theory) “discovered” or “invented” by scientists from the natural world?						
A. Discovered, because the idea was there all the time to be uncovered.	SD	D	U	A	SA	
B. Discovered, because it is based on experimental facts.	SD	D	U	A	SA	
C. Some scientists discover a theory accidentally, but other scientists may invent a theory from their known facts.	SD	D	U	A	SA	
D. Invented, because a theory is an interpretation of experimental facts, and experimental facts are discovered by scientists.	SD	D	U	A	SA	
E. Invented, because a theory is created or worked out by scientists.	SD	D	U	A	SA	
F. Invented, because a theory can be disproved.	SD	D	U	A	SA	
6. Is scientific law (e.g., gravitational law) “discovered” or “invented” by scientists						

from the natural world?						
A. Discovered, because scientific laws are out there in nature, and scientists just have to find them.	SD	D	U	A	SA	
B. Discovered, because scientific laws are based on experimental facts .	SD	D	U	A	SA	
C. Some scientists discover a law accidentally, but other scientists may invent a law from their known facts.	SD	D	U	A	SA	
D. Invented, because scientists invent scientific laws to interpret discovered experimental facts.	SD	D	U	A	SA	
E. Invented, since there are no absolutes in nature, therefore, the law is invented by scientists.	SD	D	U	A	SA	
7. In comparison to laws, theories have less evidence to support them.						
A. Yes, theories are not as definite as laws.	SD	D	U	A	SA	
B. Yes, if a theory stands up to many tests it will eventually become a law, therefore, a law has more supporting evidence.	SD	D	U	A	SA	
C. Not quite, some theories have more supporting evidence than some laws.	SD	D	U	A	SA	
D. No, theories and laws are different types of ideas. They cannot be compared.	SD	D	U	A	SA	
8. Scientists' observations are influenced by personal beliefs (e.g., personal experiences, presumptions); therefore, they may not make the same observations for the same experiment.						
A. Observations will be different, because different beliefs lead to different expectations influencing the observation.	SD	D	U	A	SA	
B. Observations will be the same, because the scientists trained in the same field hold similar ideas.	SD	D	U	A	SA	
C. Observations will be the same, because through scientific training scientists can abandon personal values to conduct objective observations.	SD	D	U	A	SA	
D. Observations will be the same, because observations are exactly what we see and nothing more. Facts are facts. Interpretations may be different from one person to another, but observations should be the same.	SD	D	U	A	SA	
E. Observations will be the same. Although subjectivity cannot be completely avoided in observation, scientists use different methods to verify the results and improve objectivity.	SD	D	U	A	SA	
9. Most scientists follow the universal scientific method, step-by-step, to do their research (i.e., state a hypothesis, design an experiment, collect data, and draw conclusions).						
A. The scientific method ensures valid, clear, logical and accurate results. Thus, most scientists follow the universal method in research.	SD	D	U	A	SA	
B. Most scientists use the scientific method because it is	SD	D	U	A	SA	

a logical procedure.						
C. The scientific method is useful in most instances, but it does not ensure results; therefore, scientists invent new methods.	SD	D	U	A		SA
D. There is no so-called the scientific method. Scientists use any methods to obtain results.	SD	D	U	A		SA
E. There is no fixed scientific method; scientific knowledge could be accidentally discovered.	SD	D	U	A		SA
F. No matter how the results are obtained, scientists use the scientific method to verify it.	SD	D	U	A		SA
10. Students in junior and senior high schools should learn the procedure of the scientific method.						
A. Yes, so the students have guidelines to work within.	SD	D	U	A		SA
B. Yes, because the students are still incapable of coming up with more appropriate methods.	SD	D	U	A		SA
C. Yes, they should learn what scientists do.	SD	D	U	A		SA
D. Yes, because the scientific method is the best method that scientists have developed so far.	SD	D	U	A		SA
E. Yes, it helps the students to learn an objective way of studying science.	SD	D	U	A		SA
F. Yes, it could help the students to understand the essence of science.	SD	D	U	A		SA
G. No, we should not only teach one scientific method. Students should be given space to think and develop their own methods.	SD	D	U	A		SA
H. No, there is no so-called the scientific method.	SD	D	U	A		SA
I. No, the teachers and the students should brainstorm different research methods together.	SD	D	U	A		SA
11. In junior and senior high school science classes, when students are observing the same event, the teacher should expect the students to come up with the same findings.						
A. Yes, the teacher should advise students to carry out objective observations to get identical findings.	SD	D	U	A		SA
B. Yes, if the students are careful enough, they should arrive at the same findings.	SD	D	U	A		SA
C. Yes, experimental facts will not differ with the person, thus no matter who makes the observation, the result will always be the same.	SD	D	U	A		SA
D. No, the observation will be affected by the students' preconceptions.	SD	D	U	A		SA
E. No, the teacher should discuss with the students how observation can be affected by preconceptions.	SD	D	U	A		SA
12. Students should understand that scientific knowledge may change.						
A. Yes, so they realize the real nature of science.	SD	D	U	A		SA
B. Yes, so they realize the reason why science advances.	SD	D	U	A		SA
C. No, it will decrease the students' interest in learning	SD	D	U	A		SA

science.						
D. No, it will decrease the students' acceptance of science.	SD	D	U	A		SA
E. No, the students only need to learn about the constant fundamentals of scientific knowledge.	SD	D	U	A		SA
13. The science course in high school should investigate the definitions of and the relationships between hypothesis, theory, and law.						
A. Yes, because they represent the structure of scientific knowledge.	SD	D	U	A		SA
B. Yes, because they are the fundamentals of scientific inquiry.	SD	D	U	A		SA
C. No, knowing the definition of and relationships between these terms does not help much in learning scientific knowledge.	SD	D	U	A		SA
D. No, because hypothesis, theory, and law lack definite meaning.	SD	D	U	A		SA

Please read carefully the following story about two scientists before answering the last two questions.

It is the year 2016. A and B are professors at a biotechnology center, and they are researching the selection and transfer of organic genes. If their project succeeds, humans will be free from congenital limitations. In addition to the total prevention of hereditary diseases, people will be free to choose and transfer eugenic genes. The human world will never again have congenital hereditary deficiencies. The research is already into the last step, but the general public opposes it, and even the institution itself has the intention of cutting back the budget. In fact A is already starting to question the continuation of the research. A is a devoted Christian, believing that God will open doors for everyone. Thus, even if people are born with various diseases and deficiencies, the diversity and unpredictability of humankind are what has created history. A doesn't believe that scientific development should change the core essence of a human being. Therefore, when socio-cultural values and beliefs of science are in conflict, choice should be made based on socio-cultural values because the ultimate values of science rely upon the "person" him/herself.

However, B doesn't think this way. B believes that the nature of science is absolutely objective, and that socio-cultural values are just like the public preference, always changing with the social environment, and are a very subjective representation of values. In other words, research that is rejected by today's socio-cultural values could become an aspiration of tomorrow. Therefore, it is unworthy and foolish to abandon the constant objective nature of science just for a fleeting subjective value. B and A start to fight over this matter. Finally, A chooses to withdraw from the research, but B chooses to continue developing it. Since giving up the well-developed research techniques would be very regrettable, A changes research interest to genetic selection and transfer of plants, in an attempt to choose a topic accepted by the dominant socio-cultural values. A eventually successfully transfers the anticancer genes from *Taxus mairei* to

rye, creating anticancer rye. Looking back, A does not regret withdrawing from the project and believes that although the nature of science could be objective, the manifestation of the values should eventually return to the fundamental essence of “human beings.”

B, persisting in continuing the original project, has received success on animal live-forms research, continuing on to do research on humans. B does not regret the choice either and even works harder on the project because of the belief that this story does not end here. The entire nature and value of the investigation will unfold in the future. It is left for history, rather than the contemporary socio-cultural values, to judge.

14. From the perspective of science education, what can junior/senior high school students learn from these two scientists?		
A. A—scientists should have a conscience when doing research.	SD D U A	SA
B. A—consider both scientific research and social values simultaneously.	SD D U A	SA
C. A—scientific research cannot be totally divorced from socio-cultural values.	SD D U A	SA
D. A—respect the diversity of people.	SD D U A	SA
E. B—scientific research should be completely detached from personal beliefs.	SD D U A	SA
F. B—scientific research should be completely detached from social subjective values.	SD D U A	SA
G. Neither of them provides a good example to learn from because science courses should not involve value-choices.	SD D U A	SA
15. From the perspective of the nature of science, what aspects of A and B’s thinking do you agree with?		
A. A—scientists should have a conscience when doing research.	SD D U A	SA
B. A—consider both scientific research and social values simultaneously.	SD D U A	SA
C. A—scientific research cannot be completely divorced from socio-cultural values.	SD D U A	SA
D. A—respect diversity in human beings.	SD D U A	SA
E. B—scientific research should be completely detached from personal belief.	SD D U A	SA
F. B—scientific research should be completely detached from subjective values.	SD D U A	SA
G. B—persisting with the highest value of science—pursuing the truth.	SD D U A	SA
H. Both, since they both have scientific spirit though they are influenced by personal values.	SD D U A	SA
I. Neither, neither are objective enough since they are influenced by their personal beliefs and values.	SD D U A	SA

CUESTIONARIO DE OPINIONES ACERCA DE LA CIENCIA Y SU ENSEÑANZA (COCE)

NOTA IMPORTANTE: ESTE CUESTIONARIO NO ES UN EXAMEN. NO TIENE NINGUNA CONNOTACIÓN CALIFICATIVA

DATOS GENERALES

Edad:

Género: M / F

Antigüedad en la docencia:

Nivel en el que se desempeña (colocar una x donde corresponda):

1. Primario	
2. Secundario	
3. Terciario	
4. Universitario	

Instrucciones a los participantes:

El cuestionario que se presenta a continuación pretende indagar su opinión sobre distintos aspectos de la ciencia y de su enseñanza. Para ello, se presentan un conjunto de cuestiones que deben ser respondidas por usted de acuerdo con unas pautas sencillas. Se presenta un texto inicial que plantea una problemática y va seguido de una lista de frases que representan diferentes alternativas de posibles respuestas al problema planteado, de cada una de las cuales Ud. podrá manifestarse en función de su grado de acuerdo, según la escala que se muestra a continuación:

TD = **T**otalmente en **D**esacuerdo

D = en **D**esacuerdo

SC = **S**in **C**omentarios

A = de **A**cuerdo

TA = **T**otalmente de **A**cuerdo

(Le pedimos que coloque una X en el casillero de la columna correspondiente a su elección. No existe una respuesta “correcta”)

Podrá ver además, que para cada ítem, luego de la lista de frases hay un recuadro donde Ud. puede –si lo desea– proponer otras opciones, realizar comentarios, aclaraciones o ampliaciones en relación con el ítem tratado.

1. Cuando surgen dos teorías diferentes para explicar el mismo fenómeno (por ejemplo, los fósiles de los dinosaurios), los científicos/as ¿aceptarán las dos teorías, al mismo tiempo?

	TD	D	SC	A	TA
A. Sí, porque los científicos/as todavía no pueden decir objetivamente que una de ellas es mejor, por lo que aceptarán ambas provisionalmente.					
B. Sí, porque las dos teorías puede dar explicaciones desde diferentes perspectivas, no están bien o mal.					
C. No, porque los científicos/as tienden a aceptar la teoría con la cual están más familiarizados.					
D. No, porque los científicos/as tienden a aceptar la teoría más simple y evitar teorías complejas.					
E. No, el status académico de los que proponen la teoría influirá en la aceptación por parte de los científicos/as.					
F. No, los científicos/as tienden a aceptar las nuevas teorías que se apartan menos del núcleo de la teoría científica contemporánea.					
G. No, los científicos/as utilizan su intuición para hacer juicios.					
H. No, porque sólo hay una verdad, los científicos/as no aceptarán ninguna teoría antes de distinguir cuál es la mejor.					

Comentarios:

2. Las investigaciones científicas son influenciadas por los valores socioculturales

	TD	D	SC	A	TA
A. Sí, los valores socioculturales influyen en la dirección y los temas de las investigaciones científicas.					
B. Sí, porque los científicos/as que participan en investigaciones científicas son influenciados por los valores socioculturales.					
C. No, los científicos/as con una buena formación se mantendrán libres de valores al llevar a cabo la investigación.					
D. No, porque la ciencia requiere de objetividad, que es contraria a los valores socioculturales y la subjetividad.					
Comentarios:					
3. Cuando los científicos/as están llevando a cabo su investigación, ¿usan su imaginación?					
	TD	D	SC	A	TA
A. Sí, la imaginación es la principal fuente de innovación.					
B. Sí, los científicos/as usan relativamente su imaginación en la investigación científica.					
C. No, la imaginación no es coherente con los principios lógicos de la ciencia.					
D. No, la imaginación puede llegar a ser un medio para un científico/a para probar su punto a toda costa.					
E. No, la imaginación carece de fiabilidad.					
Comentarios:					
4. Aun cuando las investigaciones científicas se llevan a cabo correctamente, la teoría propuesta todavía se pueden desmentir en el futuro.					

	TD	D	SC	A	TA
A. La investigación científica se enfrentará a cambios revolucionarios, y la vieja teoría será reemplazada.					
B. Los avances científicos no se puede hacer en poco tiempo. Es a través de un proceso acumulativo, por lo que la vieja teoría se mantiene.					
C. Con la acumulación de datos e información, la teoría se desarrollará más precisa y completa, al no ser refutada.					
Comentarios:					
5. ¿Es la teoría científica (por ejemplo, la selección natural, la teoría atómica) "descubierta" o "inventada" por los científicos/as a partir de la naturaleza?					
	TD	D	SC	A	TA
A. Descubierta, porque la idea estuvo ahí todo el tiempo para ser descubierta.					
B. Descubierta, porque se basa en hechos experimentales.					
C. Algunos científicos/as descubren una teoría por accidente, pero otros científicos/as pueden inventar una teoría a partir de hechos conocidos.					
D. Inventada, ya que una teoría es una interpretación de hechos experimentales, y los hechos experimentales son descubiertos por los científicos.					
E. Inventada, ya que una teoría es creada o elaborada por los científicos/as.					
F. Inventada, ya que una teoría puede ser refutada.					
Comentarios:					
6. Las observaciones de los científicos/as están influenciadas por las creencias personales (por ejemplo, experiencias personales, presunciones), por lo tanto diferentes científicos/as puede que no hagan las mismas observaciones a partir del mismo experimento.					

	TD	D	SC	A	TA
A. Las observaciones serán diferentes, porque diferentes creencias conducen a diferentes expectativas que influyen en la observación.					
B. Las observaciones serán las mismas, porque los científicos/as formados en el mismo campo tienen ideas similares.					
C. Las observaciones serán las mismas, porque a través de su formación científica los científicos/as están entrenados para dejar de lado los valores personales y llevar a cabo observaciones objetivas.					
D. Las observaciones serán las mismas, ya que una observación es exactamente lo que vemos y nada más. Los hechos son los hechos. Las interpretaciones pueden ser diferentes de una persona a otra, pero las observaciones deben ser las mismas.					
E. Las observaciones serán las mismas. A pesar de que la subjetividad no puede evitarse por completo en la observación, los científicos usan diferentes métodos para verificar los resultados y mejorar la objetividad.					
Comentarios:					
7. La mayoría de los científicos utilizan el método científico universal, paso a paso, para hacer la investigación (es decir, proponer una hipótesis, diseñar un experimento, recoger datos y sacar conclusiones).					
	TD	D	SC	A	TA
A. El método científico asegura de forma válida, clara, lógica y precisa los resultados. Por lo tanto, la mayoría de los científicos/as siguen el método universal en la investigación.					
B. La mayoría utiliza el método científico, ya que es un procedimiento					

lógico.					
C. El método científico es útil en la mayoría de los casos, pero no garantiza resultados, por lo tanto, los científicos/as inventan nuevos métodos.					
D. No hay algo llamado método científico. Los científicos/as usan cualquier método para obtener resultados.					
E. No existe un método científico único; el conocimiento científico puede ser descubierto por casualidad.					
F. No importa cómo se obtienen los resultados, los científicos/as usan el método científico para comprobarlo.					
Comentarios:					
ACERCA DE LO QUE CREE UD. QUE HAY QUE ENSEÑARLES A LAS/LOS ESTUDIANTES SOBRE LA CIENCIA (Y DE CÓMO ENSEÑARLO)					
8. Los/las estudiantes de la escuela secundaria deben aprender el procedimiento del método científico.					
	TD	D	SC	A	TA
A. Sí, para adquirir pautas de trabajo.					
B. Sí, porque son aún incapaces de dar con métodos más apropiados.					
C. Sí, deberían aprender lo que hacen los científicos/as.					
D. Sí, porque el método científico es el mejor método que los científicos/as han desarrollado hasta ahora.					
E. Sí, ayuda a los/las estudiantes a aprender una forma objetiva de hacer					

ciencia.					
F. Sí, podría ayudar a los/las estudiantes a entender la esencia de la ciencia.					
G. No, nosotros/as no sólo deberíamos enseñar un método científico, sino que se debería propiciar que los/las estudiantes tengan la oportunidad para pensar y desarrollar sus propios métodos.					
H. No, no existe algo llamado método científico.					
I. No, profesores/as y estudiantes juntos deberían proponer diferentes métodos de investigación.					
Comentarios:					
9. En las clases de ciencia de la escuela secundaria, cuando los/las estudiantes están observando el mismo evento, el profesor/a debería esperar que todos/as lleguen a las mismas conclusiones.					
	TD	D	SC	A	TA
A. Sí, el profesor/a debe guiar a los/las estudiantes para llevar a cabo observaciones objetivas y así obtener resultados idénticos.					
B. Sí, si los/las estudiantes son lo suficientemente cuidadosos/as, deben acceder a las mismas conclusiones.					
C. Sí, los hechos experimentales no deben diferir entre personas, por lo tanto no importa quien hace la observación, el resultado siempre será el mismo.					
D. No, la observación se verá afectada por las ideas previas de los/las estudiantes.					
E. No, el profesor/a debe discutir con los/las estudiantes cómo la observación puede verse afectada por las ideas previas.					
Comentarios:					
10. Los/las estudiantes deben entender que el conocimiento científico puede cambiar.					

	TD	D	SC	A	TA
A. Sí, así se dan cuenta de la verdadera naturaleza de la ciencia.					
B. Sí, así se dan cuenta de la razón por la que la ciencia avanza.					
C. No, eso hará disminuir en los/las estudiantes el interés en el aprendizaje de la ciencia.					
D. No, eso hará disminuir en los/las estudiantes la aceptación de la ciencia.					
E. No, los/las estudiantes sólo necesitan aprender acerca de los fundamentos invariables de los conocimientos científicos.					
Comentarios:					
11. Las siguientes son algunas de las muchas caracterizaciones vigentes del conocimiento científico. ¿Cuáles de ellas priorizaría para enseñar a sus estudiantes? Marque su grado de acuerdo o desacuerdo con cada una.					
	TD	D	SC	A	TA
A. Mediante la investigación científica, el conocimiento acerca del mundo real progresa y esto permite acercarnos cada vez más a la verdad.					
B. La construcción de teorías científicas se apoya en representaciones abstractas del mundo natural.					
C. El saber científico es objetivo y general.					
D. Las representaciones científicas del mundo natural funcionan a modo de “imágenes” de la realidad.					
E. Los científicos y científicas, al hacer ciencia, siguen un método sistemático.					
F. El conocimiento científico está teñido por las ideas, valores, expectativas y prejuicios de los científicos/as.					

G. Una ciencia es un conjunto de teorías establecidas.					
H. Una ciencia es un conjunto de modelos consensuados.					
Comentarios:					

Por favor, lea atentamente la siguiente historia sobre dos científicos antes de contestar a las dos preguntas.

Es el año 2016. Alpha y Beta son investigadores en un centro de biotecnología, y están investigando la selección y la transferencia de genes. Si su proyecto tiene éxito, los seres humanos estarán libres de limitaciones congénitas. Además de la prevención total de las enfermedades hereditarias, las personas serán libres de elegir y transferir genes favorables. La humanidad nunca volverá a tener deficiencias congénitas hereditarias. La investigación ya está en el último paso, pero el público en general se opone a ello e incluso la propia institución tiene la intención de recortar el presupuesto. De hecho, Alpha ya está comenzando a cuestionar la continuación de la investigación. Alpha es una persona cristiana, que cree que Dios otorgó características diversas a todos los seres humanos. Así, aunque las personas nacen con diversas enfermedades y deficiencias, la diversidad y la imprevisibilidad de la humanidad es lo que ha hecho que sea como es. Alpha no cree que el desarrollo científico deba cambiar la esencia fundamental de un ser humano. Por lo tanto, cuando los valores socioculturales y las creencias de la ciencia están en conflicto, la elección debe hacerse con base en los valores socioculturales ya que los valores últimos de la ciencia se basan en la "persona" misma.

Sin embargo, Beta no piensa de esta manera. Beta cree que la naturaleza de la ciencia es absolutamente objetiva, y que los valores socioculturales son como las preferencias de la gente, siempre cambiando con el entorno social, y constituyen una representación muy subjetiva de los valores. En otras palabras, la investigación que es rechazada hoy por valores socioculturales, podría convertirse en una aspiración de mañana. Por lo tanto, es absurdo abandonar la objetividad constante de la naturaleza de la ciencia sólo por un valor subjetivo y fugaz. Beta y Alpha empezaron a

luchar por esta temática. Finalmente, Alpha decide retirarse de la investigación y Beta opta por continuar su desarrollo. Puesto que Alpha reconoce que las técnicas de investigación que desarrolló en este tiempo son muy valiosas y no le parece que sea pertinente abandonarlas, Alpha cambia sus intereses de investigación a la selección de genes y su transferencia en plantas, en un intento para elegir un tema aceptado por los valores socioculturales dominantes. En ese marco, y a través de un desarrollo exitoso, transfiere los genes contra el cáncer de *Taxus mairei* al centeno, creando un centeno contra el cáncer. Mirando atrás, Alpha no se arrepiente de haberse retirado del proyecto y considera que aunque la naturaleza de la ciencia pueda ser objetiva, la manifestación de los valores deberían volver a la esencia fundamental de los seres humanos.

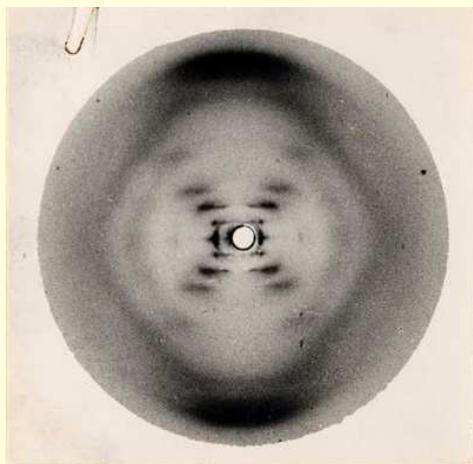
Betta, continuando en el proyecto original, ha obtenido éxito en investigación animal, con el propósito de seguir la investigación en seres humanos. Betta no se arrepiente de la elección, incluso trabaja más intensamente en el proyecto porque cree que esta historia no termina aquí. La naturaleza y el valor de toda la investigación se revelará en el futuro. Piensa que hay que dejar que juzgue la historia, más allá de los valores socioculturales contemporáneos.

12. Desde la perspectiva de la educación científica, ¿qué podrían aprender los/las estudiantes de secundaria de estos dos científicos?					
	TD	D	SC	A	TA
A. Alpha: Los científicos/as deben apelar a su conciencia al hacer investigación.					
B. Alpha: Hay que tener en cuenta tanto la investigación científica y los valores sociales al mismo tiempo.					
C. Alpha: La investigación científica no puede estar totalmente separada de los valores socioculturales.					
D. Alpha: Hay que tener respeto por la diversidad de personas.					
E. Betta: La investigación científica debe estar completamente separada de las creencias personales.					
F. Betta: La investigación científica debe ser completamente independiente de los valores sociales subjetivos.					

G. Ninguno de los dos es un buen ejemplo para aprender, porque en los cursos de ciencias no deberíamos ocuparnos de la cuestión de los valores.					
Comentarios:					
13. Desde la perspectiva de la naturaleza de la ciencia, ¿Con qué aspectos del pensamiento de A y B está usted de acuerdo?					
	TD	D	SC	A	TA
A. Alpha: Los científicos/as deberían apelar a su conciencia al hacer investigación.					
B. Alpha: Hay que tener en cuenta tanto la investigación científica y los valores sociales al mismo tiempo.					
C. Alpha: La investigación científica no puede estar totalmente separada de los valores socioculturales.					
D. Alpha: Hay que tener respeto por la diversidad de personas.					
E. Beta: La investigación científica debe estar completamente separada de las creencias personales.					
F. Beta: La investigación científica debe ser completamente independiente de los valores sociales subjetivos.					
G. Beta: Hay que persistir en el valor más alto de la ciencia, que es la búsqueda de la verdad.					
H. Ambos, ya que ambos tienen espíritu científico a pesar de que están influenciados por los valores personales.					
I. Ninguno, no son lo suficientemente objetivos, ya que están influenciados por sus creencias y valores personales.					
Comentarios:					

14. En las asignaturas de Biología muchas veces nos toca enseñar el episodio histórico de la “fotografía 51” de difracción de rayos X (que aquí le mostramos), tomada por Rosalind Elsie

Franklin (1920-1958), científica inglesa experta en cristalografía. Es común tener que discutir con nuestros/as estudiantes las contribuciones de esta científica a la “carrera por el descubrimiento de la estructura del ADN”, de la que participaban Watson, Crick, Wilkins y otros científicos.



Si alguna vez le tocó enseñar esta cuestión,

¿cuáles son las ideas más centrales que usted seleccionó para sus estudiantes? (Marque todas las opciones que le parezcan centrales y añada nuevas.)

Si todavía no ha enseñado el tema, pero le pidieran que lo enseñara,

¿cuáles serían las ideas más centrales que usted seleccionaría para sus estudiantes?

	TD	D	SC	A	TA
A. La imagen muestra la molécula de ADN.					
B. La fotografía tomada por Rosalind Franklin resultó decisiva para la dilucidación de la estructura del ADN.					
C. Esta técnica posibilitó a Watson y Crick descubrir la molécula de ADN.					
D. Postular una estructura de doble hélice para el ADN da cuenta satisfactoriamente de los datos que se infieren de la foto.					
E. La fotografía permitió por primera vez saber cómo era la verdadera estructura de la molécula de ADN.					
F. El uso de la foto en la investigación de Watson y Crick fue éticamente cuestionable.					

G. El caso es un buen ejemplo de la discriminación de la mujer en la historia de la ciencia.					
H. A Rosalind Franklin no le dieron el Premio Nobel por ser mujer.					
Comentarios:					

15. Es un hecho bastante reconocido que la mayoría de las y los estudiantes que acceden a la escuela provenientes de contextos socioeconómicamente desfavorecidos no siguen estudios superiores, y generalmente esto se evidencia con fuerza en relación las carreras relacionadas con la ciencia. Es por ello que:

	TD	D	SC	A	TA
A. La ciencia que se les enseñe a estos/as jóvenes no debería contemplar la preparación para seguir estudios superiores.					
B. Como se trata de jóvenes que están en desventaja en términos del capital cultural que la escuela legítima, habría que apuntar a enseñarles una ciencia más sencilla, más simplificada.					
C. Se debería tratar de enseñarles sólo aquello que puedan entender, como para poder desempeñarse en la vida.					
D. Sería mucho más productivo para ellos/as y para la sociedad que aprendieran un oficio.					
E. Un profesor/a enseña los mismos contenidos a todos y todas, sin importar el tipo de escuela que se trate, ni la extracción socioeconómica de sus estudiantes.					
F. Un profesor/a enseña de la misma forma a todos y todas, sin importar el tipo de escuela que se trate, ni la extracción socioeconómica de sus estudiantes.					
Comentarios:					

16. Es bastante frecuente que sólo unos pocos alumnos/as se sientan atraídos/as por las clases de ciencias mientras que la mayoría se aburren, les resulta difícil y pierden el entusiasmo. Todo esto es aún más marcado en las escuelas secundarias de orientación no científica. Es por ello que:

	TD	D	SC	A	TA
A. En las escuelas de orientación no científica no debería tenerse en cuenta la preparación para estudios superiores en ciencias como finalidad.					
B. Sí, tendría sentido preparar para estudios superiores en ciencias a los/las estudiantes que dentro de esos cursos sí manifiesten un interés genuino por la ciencia.					
C. Como las escuelas de orientación no científica tienen una carga horaria mucho más baja en horas de ciencias, evidentemente no puede ser la misma calidad que la de la ciencia que se enseña en escuelas de orientación científica.					
D. A las escuelas de orientación no científica suelen ir las/los estudiantes que ya, desde el vamos, o no les interesa la ciencia o son aquellos/as quienes afirman que la ciencia “no es para ellos/as” por su propia dificultad. Por tanto, tenemos que adaptar la ciencia que enseñamos, de manera de quedarnos con una ciencia escolar mucho más simplificada.					
E. Así como una persona alfabetizada es aquella que ha logrado poder leer y escribir, una persona alfabetizada científicamente es aquella que puede llegar a entender los conceptos más básicos de la ciencia. Esta finalidad es la que debería prevalecer en las escuelas de orientación no científica.					
Comentarios:					