



# Concepciones y modelos del profesorado de primaria en formación acerca de la tuberculosis

## Primary pre-service teachers' conceptions and models about tuberculosis

Virginia Aznar Cuadrado, Blanca Puig

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Santiago de Compostela*  
virginia.aznar@usc.es, blanca.puig@usc.es

**RESUMEN** • Se pretende investigar cómo son las ideas y los modelos de un grupo de profesorado de primaria en formación (N = 124) acerca de una enfermedad infecciosa de gran incidencia en nuestro contexto y que aparece en ocasiones entre los escolares, la tuberculosis.

Los objetivos son: 1) investigar las concepciones acerca de la tuberculosis de dos grupos de futuros docentes de primaria, uno afectado y otro no afectado por la enfermedad; 2) examinar cómo explican y representan el modelo de infección de la tuberculosis.

La metodología es cualitativa y el análisis se centra en dos tareas de la secuencia didáctica, una es de ideas previas y la otra tarea es de modelización. Los resultados muestran diferencias sustanciales entre los afectados y los no afectados por la tuberculosis. El análisis del segundo objetivo indica que dos de los dieciséis modelos se incluyen en el nivel más alto de progresión en la modelización. La mayoría tiene dificultades en ideas clave como la identificación de la vía de contagio, en la localización de la infección y en el establecimiento de conexiones adecuadas entre elementos involucrados en la respuesta inmune.

**PALABRAS CLAVE:** enfermedades infecciosas; tuberculosis; ideas previas; prácticas científicas; modelización.

**ABSTRACT** • This study explores the ideas and models of a group of pre-service teachers (N = 124) about an infectious disease with a high incidence in our context, sometimes present among students, tuberculosis.

The research objectives are: 1) to investigate the conceptions about tuberculosis by two groups of primary pre-service teachers, one affected and the other one not affected by the disease; 2) to examine how pre-service teachers explain and construct the model of infection about tuberculosis.

The methodology is qualitative and the focus of the analysis is on two tasks of the sequence; one is an explorative test and the other is a modelling-based activity about TB. The analysis of the first objective shows substantial differences among the groups affected and not affected by tuberculosis. The analysis of the second objective indicates that two out of 16 models are included in the highest progression level of modelling. Most of the participants have difficulties in key ideas such as the identification of the mode of transmission, the location of the infection and in the establishment of adequate connections among the elements involved in the immune response.

**KEYWORDS:** infectious diseases; tuberculosis; previous ideas; scientific practices; modeling.

Recepción: enero 2015 • Aceptación: diciembre 2015 • Publicación: marzo 2016

Aznar Cuadrado, V., Puig Mauriz, B., (2016) Concepciones y modelos del profesorado de primaria en formación acerca de la tuberculosis. *Enseñanza de las Ciencias*, 34.1, pp. 33-52

## INTRODUCCIÓN

Una de las recomendaciones del Informe Enciende (COSCE, 2011) sobre la enseñanza de las ciencias en edades tempranas hace referencia a la necesidad de un replanteamiento de la formación del profesorado de ciencias que sea coherente con la enseñanza de ciencias que se persigue. En el caso del profesorado de primaria, el informe señala:

... la necesidad de formación sobre la enseñanza de las ciencias es de gran importancia, al identificarse una escasa formación científica, sobre todo en didáctica de ciencias en una etapa en la que los estudiantes están especialmente dispuestos a aprender ciencias (COSCE, 2011: 17)

Existe consenso internacional en la necesidad de una enseñanza de las ciencias acorde a la forma en la que se construye el conocimiento científico que preste atención al desempeño de prácticas científicas (Crujeiras y Jiménez, 2011). Esta situación supone un reto para la formación inicial y permanente de docentes de primaria. El enfoque de este trabajo se sitúa en la línea que entiende que el alumnado de primaria puede aprender ciencias participando en las prácticas científicas (Martí, 2013).

La nueva ordenación curricular (MEC, 2014) pone el énfasis en el aprendizaje por competencias integradas en los elementos curriculares con el fin de propiciar una renovación en la práctica docente y en los procesos de enseñanza y aprendizaje. El currículo señala que es necesario potenciar el desarrollo de la competencia en Ciencia y Tecnología, entre otras, lo que requiere conocimiento didáctico sobre cómo introducir las prácticas científicas en el aula de primaria. Para lograr este objetivo, consideramos imprescindible que en la formación inicial del profesorado se realicen tareas que involucren a los futuros docentes en el desempeño de prácticas científicas y en la reflexión sobre qué tipo de estrategias podrían ser efectivas para lograr la participación significativa del alumnado. La propuesta didáctica que presentamos se enmarca dentro de esta perspectiva, centrándonos en este artículo en el análisis de la práctica de modelización. Pretendemos investigar cómo son las ideas y los modelos de un grupo de profesorado de primaria en formación acerca de una enfermedad infecciosa de gran incidencia en nuestro contexto y que aparece en ocasiones entre los escolares, la tuberculosis (TB). El motivo de abordar esta enfermedad se debe a lo previamente expuesto y a estas otras dos razones: *a*) la escasa atención que ponen los textos de ciencias en esta enfermedad (Aznar y Puig, 2014), y *b*) uno de los grupos participantes sufrieron un episodio de contagio y mostraron interés por trabajar la TB en el aula.

Investigar acerca de las ideas del profesorado sobre las enfermedades infecciosas y los modelos que presentan sobre los mecanismos de infección son cuestiones a las que es necesario atender en la formación inicial del profesorado. Estos temas forman parte de los contenidos de Ciencias de la Naturaleza del currículo de educación primaria (Xunta de Galicia, 2014) que ha de impartir el profesorado de este nivel. Los futuros docentes deben conocer las vías de transmisión y los mecanismos de infección de las enfermedades contagiosas para poder enfrentarse en el futuro a problemas de salud en sus aulas.

Existen numerosos estudios sobre hábitos de prevención de enfermedades entre escolares (González-Martín *et al.*, 2010; Rello y Ricart, 2009; Soto Guerrero, 2009; Vidal, 2002; entre otros); sin embargo los que analizan las ideas y el desarrollo de competencias científicas por el profesorado en formación acerca de enfermedades infecciosas son inexistentes, constituyendo este trabajo una aportación original.

Los objetivos de investigación son:

1. Investigar las concepciones acerca de la TB de dos grupos de futuros docentes de primaria, uno afectado y otro no afectado por la enfermedad, poniendo atención a si existen o no diferencias entre ambos grupos.
2. Examinar cómo explican y representan el modelo de infección de la TB los futuros docentes en base a términos científicos proporcionados.

## MARCO TEÓRICO

### La TB como enfermedad infecciosa para trabajar en el aula

Las enfermedades infecciosas forman parte de los contenidos de Ciencias de la Naturaleza del currículo de educación primaria (Xunta de Galicia, 2014). Uno de los tres bloques de contenidos es «El ser humano y la salud», que incluye contenidos relacionados con el fomento de hábitos de prevención de enfermedades y la identificación de comportamientos apropiados para el mantenimiento de una vida saludable. Dentro de este bloque, se mencionan la gripe y el resfriado como ejemplos de enfermedades infecciosas víricas, sin embargo, enfermedades bacterianas también comunes en nuestro contexto, como la TB, no se mencionan de manera explícita.

La TB ha estado presente en la sociedad desde la antigüedad, prueba de ello son los daños localizados en la columna vertebral en las momias egipcias (Consejo Internacional de Enfermeras, 2008). De acuerdo con el último informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2014a), la TB es la segunda enfermedad infecciosa que causa mayor mortalidad en el mundo. La OMS estima que en la actualidad aproximadamente una tercera parte de la población mundial se encuentra infectada, lo que ha llevado a considerarla un problema prioritario de salud mundial. Nuestra comunidad autónoma, dentro del marco estatal, es la segunda en cuanto a número de nuevos casos de TB detectados (Xunta de Galicia, 2011). Se trata de una enfermedad difícil de erradicar y sobre la que existe una gran preocupación científica mundial debido a la aparición de cepas resistentes de la bacteria tuberculosa y a la fase de latencia que puede presentar (Young, Stark y Kirschner, 2008). La OMS alerta del incremento de los casos de TB resistente en Europa (OMS, 2014b). Prueba de esta preocupación científica es el elevado número de estudios internacionales y publicaciones científicas, de cuyos resultados, en parte, se hacen eco los medios de comunicación. Cada año se publican numerosas noticias acerca de la TB, siendo el repunte de esta enfermedad en Europa uno de los problemas abordados. Entre las posibles causas de este incremento los medios señalan: la llegada de inmigrantes, la resistencia a antibióticos, la predisposición genética y factores ambientales. A estas dos últimas causas hacía referencia Gil Casares, catedrático de Medicina de principios del siglo xx, que defendía la existencia de una predisposición genética en la población gallega para contraer la TB pulmonar, y la influencia del clima húmedo (Montes-Santiago *et al.*, 2009), idea superada por la comunidad científica (Herrera Barrios *et al.*, 2005).

A pesar de la importancia social y científica de la TB y de su aparición, en ocasiones entre los escolares, no hemos localizado investigaciones sobre este tema en didáctica de las ciencias. Este estudio forma parte de una investigación más amplia sobre las ideas y los modelos del profesorado de primaria en formación acerca de la infección por tuberculosis (Puig y Aznar, 2014).

### Investigaciones acerca de las enfermedades infecciosas en didáctica de ciencias

La mayor parte de la investigación de educación para la salud en nuestro país pone el foco de atención en la prevención y en la promoción de la salud en los contextos escolares, y en el desarrollo de pautas de actuación entre los estudiantes (Rello y Ricart, 2009; Ricart y Rello, 2009). Los procesos de enseñanza-aprendizaje acerca de temas de salud como las enfermedades infecciosas han sido poco investigados, siendo más numerosos los que abordan el análisis de cuestiones relacionadas con el cuerpo humano (*e.g.*, Domènech Calvet, Márquez Bargalló, Roca Tort y Marbà Tallada, 2015; Reiss *et al.*, 2002). De los primeros, destacamos dos estudios en primaria que abordan las ideas previas del alumnado acerca de los procesos para relacionar los microbios, los vehículos de infección y el contagio con las enfermedades infecciosas (Díaz, Abuín, López, Nogueira, García y García, 1996; 2000); y un estudio en secundaria que revela las dificultades del alumnado para diferenciar medicamentos de vacunas (Barrio,

1990). Sobre estos dos temas, los medicamentos y las vacunas, destacamos algunos trabajos que analizan la función de los medicamentos (Hämeen-Anttila y Bush, 2008) y controversias como la medicalización y la vacunación (Domènech *et al.*, 2015; Lundström, Ekborg, Ideland, 2012).

El trabajo de Domènech *et al.* (2015) presenta una unidad didáctica para trabajar el funcionamiento del cuerpo humano a partir del problema de la medicalización de la sociedad. Las autoras señalan que al final de la unidad las ideas de los estudiantes sobre el cuerpo humano logran aproximarse al modelo científico.

Entre los estudios que abordan el funcionamiento del cuerpo humano, el equipo de Reiss *et al.* (2002) examina el nivel de comprensión del alumnado de distintos niveles educativos y países acerca de este tema. Los autores analizan los dibujos del cuerpo humano que elaboran los participantes y concluyen que a pesar de mostrar conocimientos sobre los distintos órganos, no son capaces de relacionarlos con otros sistemas.

En este trabajo investigamos cómo son las ideas y los modelos del profesorado de primaria en formación sobre la infección por TB. Como en el estudio anterior, los dibujos que elaboran los participantes en grupos se corresponden con las representaciones de los modelos de infección de la TB.

En el ámbito de la formación inicial del profesorado no hemos localizado ningún trabajo que examine los modelos de infección que presentan los futuros docentes sobre los mecanismos de infección de enfermedades comunes. Investigar esta cuestión resulta pertinente si pretendemos que los futuros maestros y maestras sean capaces de promover hábitos de salud adecuados entre los escolares. Coincidimos con Gavidia (2009) en que el profesorado desempeña un papel central en la promoción de la educación para la salud en la escuela, y en la importancia de atender también a otras fuentes de información, más allá de las del ámbito escolar, como la familia, el personal sanitario y los medios, entre otros (Schultz y Nakamoto, 2012), que ejercen una gran influencia en el aprendizaje de temas de salud.

Enseñar al alumnado a analizar problemas de salud relacionados con las enfermedades infecciosas y a tomar decisiones apropiadas sobre estas requiere trasladar al aula situaciones reales en las que sea necesario argumentar y modelizar los mecanismos de infección correspondientes. De este modo, formaremos futuros ciudadanos críticos con capacidad para tomar decisiones razonadas acerca de cómo prevenir y curar enfermedades comunes de manera adecuada.

## Modelización en primaria

En la actualidad existe un amplio consenso en didáctica de las ciencias sobre la necesidad de abordar estudios que exploren las relaciones entre las prácticas de modelización y argumentación en contextos específicos (*e.g.*, Mendonça y Justi, 2014; Passmore y Svodoba, 2011). Este trabajo aborda una tarea en la que se articulan ambas prácticas, analizándose en este artículo la construcción del modelo por los participantes.

Existen diversas definiciones de *modelo* (Gilbert, 2004), siendo la definición de Schwarz, Reiser, Davis, Kenyon, y Fortus (2009) la que tomamos como referencia para este trabajo. El equipo de Schwarz define modelo como «una representación abstracta y simplificada de un sistema que se centra en sus características centrales para explicar y predecir fenómenos científicos» (p. 633).

De acuerdo con Martí (2013) una representación cualquiera no se puede considerar un modelo. Los modelos son representaciones específicas que tienen la función de ilustrar, explicar y predecir fenómenos.

La modelización es una práctica central en ciencias (Schwarz *et al.*, 2009). La ciencia se puede definir como un proceso de construcción de modelos con distintas capacidades de previsión (Justi, 2006). Los científicos y científicas pueden proponer modelos con diferentes propósitos, como para apoyar explicaciones científicas o para visualizar fenómenos o procesos del nivel microscópico que explican

fenómenos macroscópicos (Gilbert, 2004). El modelo que se aborda en este artículo es microscópico y pretende explicar el mecanismo de infección de la tuberculosis.

Por *modelización* entendemos el proceso de elaboración de un modelo mental, que cada alumno y alumna genera de forma personal a través de sus razonamientos y sus experiencias (Justi, 2006). Cuanto este modelo mental se expresa de alguna forma, mediante una explicación, dibujo, esquema, maqueta, etc., se hace accesible a los demás, pudiéndose probar, evaluar y reformular (Mendonça y Justi, 2014). Coincidimos con Lehrer y Schauble (2012) en que para comprender la modelización es necesaria una inmersión en la práctica, por ejemplo realizando tareas como la que aquí proponemos. Los participantes tienen que tratar de modelizar el mecanismo infeccioso de la tuberculosis partiendo de su experiencia directa con la enfermedad.

La investigación en modelización pone de relieve la importancia de incorporar esta práctica en la enseñanza de las ciencias, ya que permite a los docentes acceder a las ideas del alumnado, y conocer cómo estas van evolucionando a través de la comunicación de sus modelos mentales (Clement, 2000; Mendonça y Justi, 2014). Estamos todavía lejos, como señala Martí (2013), de que la formación de los maestros y maestras y la realidad de la práctica en el aula otorguen un papel importante a la modelización como núcleo central del aprendizaje de los estudiantes. Introducir tareas que permitan a los futuros docentes practicar la modelización puede ayudar a mejorar la formación científica de estos, además de trabajar el conocimiento didáctico acerca de cómo introducir estas prácticas en primaria. La construcción de modelos es una actividad con potencial para implicar al alumnado en «hacer ciencia», «pensar sobre ciencia» y «desarrollar pensamiento científico y crítico» (Justi, 2006). Las propuestas de construcción de modelos en primaria (*e.g.*, Acher, Arcá y Sanmartí, 2007; Chiras y Valanides, 2008; Gómez Galindo, Sanmartí y Pujol, 2007; Núñez y Banet, 1996) muestran los beneficios de trabajar desde esta perspectiva, ya que permiten explicar, predecir, prever y solucionar problemas relacionados con los fenómenos científicos.

En la revisión de la literatura no hemos localizado estudios de modelización y argumentación sobre los mecanismos de infección de enfermedades contagiosas. Pretendemos hacer una pequeña aportación a la investigación sobre la modelización en este contexto.

## METODOLOGÍA

### Contexto y participantes

El contexto de la investigación se sitúa en el ámbito de la enseñanza universitaria. Los participantes son dos grupos (N = 124) de estudiantes del Grado de Maestro(a) de Educación Primaria de la Universidad de Santiago de Compostela, de edades comprendidas entre los 19 y los 26 años, que cursan una materia de 2.º curso de Didáctica de Ciencias. En uno de los grupos (N = 61), una alumna enfermó de TB, de modo que se desencadenó el protocolo de alerta sanitaria en el centro, lo que permitió detectar más casos de TB en el grupo.

Pretendemos examinar el nivel de formación de los futuros maestros y maestras acerca de las enfermedades infecciosas, más en particular de la TB. Los participantes indicaron haber recibido formación sobre enfermedades en secundaria y en 1.º de bachillerato dentro de la materia de Ciencias para el Mundo Contemporáneo. Entre las ideas comentadas dentro de los grupos, que recordaban de la formación previa recibida, destacan elementos del sistema inmunitario como glóbulos blancos, anticuerpos y, en menor medida, los antígenos y los linfocitos. En ningún caso manifestaron tener conocimientos profundos sobre el funcionamiento del sistema inmunitario.

Durante el episodio de infección elegido para el estudio y para la puesta en práctica de las tareas, los estudiantes no recibieron formación específica por parte de la docente acerca de la infección por

TB. En el caso del grupo de afectados, la enfermera que acudió al centro para realizarles la prueba de la tuberculina les proporcionó información sobre esta enfermedad. Esta información se limitó a explicar los resultados que podría dar esta prueba y su significado.

Los estudiantes trabajaron en pequeños grupos conformados desde el inicio del curso. Dado su buen funcionamiento, consideramos beneficioso mantener los mismos grupos para lograr las mismas dinámicas de trabajo cooperativo y de intercambio de opiniones entre los distintos miembros.

Para la designación de los dieciséis grupos utilizamos las letras del abecedario (de la A en adelante), y para la de los estudiantes números consecutivos precedidos de la letra A de alumno (A1, A2, etc.), que en el caso de los participantes afectados se marca con un asterisco.

### Secuencia didáctica

La secuencia comprende tres tareas que se realizaron en cuatro sesiones, siendo la última actividad en el aula virtual. La primera actividad es de exploración de ideas y las dos restantes de modelización y argumentación respectivamente. La tabla 1 resume las tareas de la secuencia.

Tabla 1.  
Actividades y competencias científicas que se trabajan

<i>Sesión</i>	<i>Actividad</i>	<i>Descripción de la actividad</i>	<i>Competencias científicas</i>
1	¿Qué sabemos sobre la TB?	Cuestionario de preguntas abiertas para explorar ideas previas acerca de la TB	—
2, 3	¿Podemos tener la TB sin saberlo?	Construcción del modelo de infección de la TB en pequeño grupo en base a términos científicos proporcionados y representación gráfica de este	Explicación científica de fenómenos (modelización)
4	¿Cuál es la causa de la persistencia de la TB?	Debate virtual sobre las posibles causas de la persistencia de la TB sobre la base de distintas informaciones	Argumentación y uso de pruebas en el contexto de elección de explicaciones causales

En la primera actividad participan los dos grupos de estudiantes, uno afectado por TB (N = 61) y otro no afectado (N = 63). En las otras dos participa solo el grupo de afectados. La razón de desarrollar la secuencia completa con los afectados por TB es la experiencia directa de este grupo con la enfermedad y el interés mostrado por estos estudiantes por este tema. Esta situación permite que la modelización cobre sentido para el alumnado. Además, toda la secuencia se integra con las visitas de la enfermera al centro, de modo que se logra una conexión directa con la realidad.

La primera actividad corresponde a un breve cuestionario exploratorio de tres preguntas abiertas acerca de la presencia de la TB en la actualidad y de su contagio (anexo 1).

La segunda tarea (anexo 1) permite practicar la competencia de explicar fenómenos científicos, que se corresponde con la práctica de modelización, relacionada con la construcción y la evaluación del conocimiento. Utiliza como contexto la propia experiencia del alumnado afectado: las visitas de la enfermera al centro para realizar la prueba de la tuberculina y para comunicar los resultados a los estudiantes.

Justi (2006) señala que es importante que la petición de elaborar un modelo tenga sentido para el alumnado y que los estudiantes hayan tenido algún tipo de experiencia con el objeto que modelar. En nuestro caso, la tarea de modelización que se propone al alumnado está contextualizada en ese episodio de infección. La tarea requiere explicar y representar el modelo de infección en pequeños grupos. Para

la elaboración del modelo se suministran una serie de términos científicos (anticuerpos, bacilo, linfocitos, etc.) que el alumnado debe seleccionar y relacionar para construir una explicación del mecanismo infeccioso.

Por «modelo de infección» de TB entendemos la entrada del bacilo en el cuerpo, su desarrollo en el tejido pulmonar y la respuesta inmunitaria desencadenada, de modo que se produce la TB activa.

El modelo escolar, o transposición del modelo científico que explica la infección por la bacteria tuberculosa, de referencia es:

... El bacilo o bacteria se transmite de un individuo infectado a uno sano por la tos (expulsión del bacilo en las gotitas de saliva por parte del primero, e inhalación por parte del segundo), entra por las vías respiratorias y llega a los pulmones (alveolos pulmonares). Allí el bacilo es atacado por los macrófagos (glóbulos blancos) que lo fagocitan. Si el bacilo logra reproducirse en el interior de los macrófagos se produce la infección y el bacilo muestra sus antígenos en la superficie celular del macrófago. Intervienen entonces los linfocitos reconociendo los antígenos y generando anticuerpos, que liberan al medio para neutralizar a los bacilos. Los macrófagos los reconocen, los fagocitan y los eliminan. Si la acción del sistema inmunitario no es fructífera se produce la TB activa.

Se diferencian tres fases dentro del proceso de infección: 1) fase de contagio y entrada del bacilo en el organismo, 2) fase de respuesta inmunitaria, 3) fase de infección y desarrollo de la TB activa. La figura 1 muestra las fases e ideas clave del modelo de referencia.

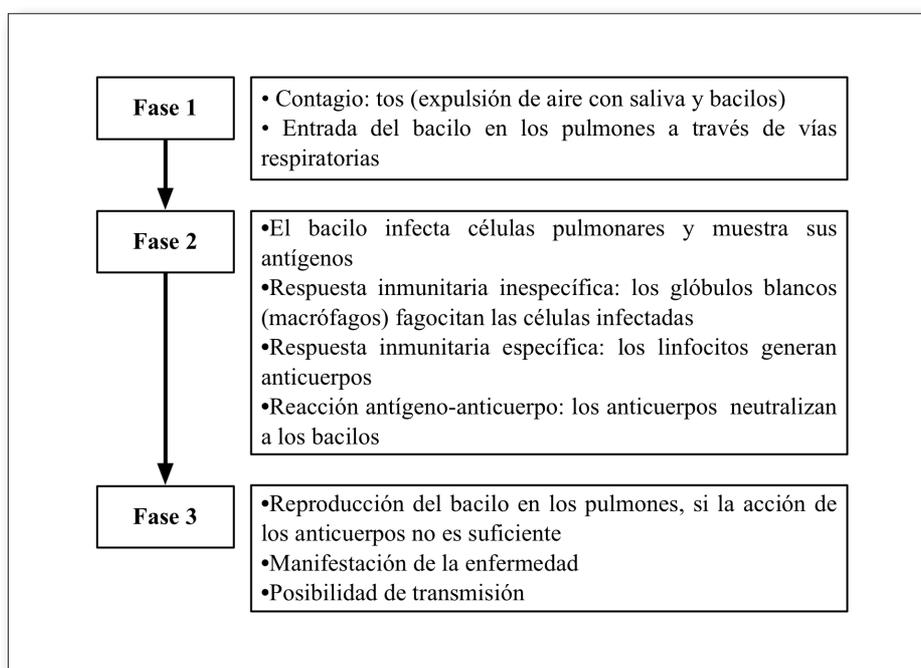


Fig. 1. Fases e ideas clave del modelo de referencia de TB.

## Toma de datos

Se utilizaron diferentes instrumentos para la recogida de datos: el cuestionario individual inicial (anexo 1), para explorar las concepciones de los participantes acerca de la TB; la ficha de trabajo grupal (anexo 1), de construcción del modelo de infección de esta enfermedad, y las discusiones individuales del foro del aula virtual, para explorar los argumentos del alumnado sobre las causas de la persistencia de la

enfermedad en la actualidad. Además de todo este material, se realizaron grabaciones en audio y vídeo de las sesiones de trabajo grupal y se tomaron notas de campo. De esta recogida de datos se encargó la investigadora, que actuó como observadora no participante durante las sesiones de aula.

## Análisis de datos

Para el análisis del primer objetivo, se examinaron las respuestas escritas de los participantes, afectados y no afectados por la TB, a las tres preguntas del cuestionario inicial (anexo 1). Se realizó un análisis de contenido (Bardin, 1996), estableciendo las categorías en interacción con los datos. Como en el estudio de García-Rodeja y Lima de Oliveira (2012), estas categorías se generaron de forma inductiva a partir de las respuestas de los estudiantes, y fueron revisadas hasta llegar a un acuerdo entre ambas autoras.

Para el análisis del segundo objetivo, se examinaron las respuestas escritas a la pregunta 3 de la tarea 2 (anexo 1), y las representaciones gráficas del modelo construidas por los dieciséis grupos. En primer lugar, se realizó una lectura de las respuestas escritas, tomando como unidad de análisis tanto las fases del proceso de infección incluidas en las explicaciones y representaciones de los modelos, como las ideas clave incorporadas en cada fase. En el análisis de las representaciones se presta atención también a la forma en la que representan los distintos procesos y elementos.

## RESULTADOS

### Concepciones de los participantes acerca de la TB

Los resultados del análisis de la primera pregunta, *¿La TB es una enfermedad habitual o rara hoy en día?*, se resumen en la tabla 2. Dado que los participantes aportan de una a más justificaciones, el número total de justificaciones de la tabla supera al número total de estudiantes. La mayoría justifican sus respuestas, aunque en el caso de los no afectados que consideran la TB una enfermedad habitual, casi la misma proporción justifican y no justifican sus respuestas.

Tabla 2.  
Ideas del alumnado acerca de la TB (entre paréntesis se indican el número de respuestas. C: científicas; S: sociales; EP: experiencia previa con la enfermedad)

	Grupo	Participantes (N = 124)	Justifican	Justificaciones	No justifican
Habitual	Afectado (N = 61)	46	44	C (26) S (15) EP (11)	2
	No afectado (N = 63)	21	10	C (3) S (10)	11
No habitual	Afectado (N = 61)	14	13	C (11) S (9)	1
	No afectado (N = 63)	41	34	S (41)	7
No responden	Afectado (N = 61)	1	0		No sabe (1)
	No afectado (N = 63)	1	0		No sabe (1)

Existen diferencias sustanciales entre el grupo de afectados y el de no afectados por la TB. La mayoría (46 de 61) de los participantes del grupo de afectados consideran la TB una enfermedad común en nuestros días, mientras que los no afectados la consideran poco frecuente (41 de 63). Las justificaciones que dan podemos agruparlas en tres categorías: *a*) científicas (C); *b*) sociales (S); *c*) experiencia personal (EP).

- C: hacen referencia a conocimientos sobre los avances médicos en el tratamiento y en el control de la TB, o/y a conocimientos científicos específicos sobre la enfermedad.
- S: se apoyan en conocimientos sociales y culturales relacionados con la TB. Proceden de diversos contextos fuera del ámbito escolar, como la familia, o bien, de noticias o informaciones publicadas en medios de comunicación (internet, prensa, televisión).
- EP: se basan en conocimientos vivenciales, es decir, basados en experiencias previas con la enfermedad, bien directamente, o a través de personas cercanas afectadas.

Como muestra la tabla 2 la mayoría de las justificaciones del grupo de afectados son científicas, mientras que las de los no afectados son sociales. Solo el grupo de los afectados aportan justificaciones apoyadas en la experiencia personal.

*Grupo de afectados:* las justificaciones científicas aportadas por este grupo hacen referencia a los avances científicos en los tratamientos, a la existencia de vacuna, a la latencia de la TB y a la resistencia de la bacteria. Un ejemplo es el de este estudiante, quien justifica la prevalencia de la TB en la resistencia de la bacteria.

A\*6: «La bacteria puede estar en cualquier parte ya que el universo está lleno de ellas y además son muy resistentes a cualquier factor que puede incidir sobre ellas».

Todas las justificaciones de tipo social (15 de 46) en este grupo hacen referencia a que la TB es una enfermedad habitual por el «elevado número de casos» existentes.

Los participantes que justifican que la TB es habitual en su experiencia personal (11 de los 46) dan respuestas como la siguiente:

A\*47: «La tuberculosis es una enfermedad más común de lo que en realidad se piensa o se llega a saber, ya que personalmente conozco varios casos, a parte de los que se produjeron recientemente en el entorno de la facultad».

*Grupo de no afectados:* la mayoría (41 de 63) consideran que la TB no es una enfermedad habitual y todas las justificaciones que dan son de tipo social, como se muestra en la tabla 2. La mayoría hacen referencia al «escaso número de enfermos de TB», al contrario que los afectados. Algunos relacionan la TB con países no desarrollados, atribuyendo incluso casos de TB en nuestro país a la llegada de inmigrantes. A51: «Cada vez se ven más casos por la inmigración».

La segunda pregunta del cuestionario, *¿Podemos tener la TB sin saberlo?*, pretende explorar las ideas del alumnado acerca del proceso de infección de esta enfermedad. El análisis muestra que todos los afectados responden afirmativamente a la pregunta y la mayoría (57 de 61) aportan de una a más justificaciones. Las más frecuentes hacen referencia a la latencia de la bacteria o del «virus», a ser portador de esta bacteria o «virus», a incubar la enfermedad (45 de 61) y a no presentar los síntomas claros al principio, o confundirlos con los de otra enfermedad (14 de 61).

Los no afectados responden de manera distinta. Casi la mitad (31 de 63) responden que no es posible tener la TB sin saberlo, ya que la enfermedad presenta síntomas claros; y la otra mitad (32 de 63) responden afirmativamente, señalando que en un primer momento pueden no aparecer síntomas (10 de 63), o que los síntomas se pueden confundir con los de otras enfermedades (12 de 63).

En el análisis de las respuestas a la tercera pregunta, *¿Qué o quién causa la enfermedad?*, encontramos que la mayoría de estudiantes en ambos grupos, 42 de 61 afectados y 35 de 63 no afectados, señalan como agente causante a las bacterias, aunque los no afectados manifiestan dudas en sus respuestas: A12: «La verdad es que no sé, pero supongo que una bacteria».

Los virus también son nombrados por ambos grupos, aunque los estudiantes no afectados (14 de 63) los identifican como los causantes de la TB en mayor proporción que los no afectados (8 de 61). Entre los «otros agentes» causantes de la enfermedad mencionan a los parásitos, el agua, el aire, los alimentos y los animales. Casi la cuarta parte de participantes no afectados (15 de 63) desconoce quién o qué causa la enfermedad.

## Representación y explicación del modelo de infección de la TB

En este apartado se presenta el análisis de los modelos elaborados por los 16 grupos, lo que requiere examinar conjuntamente las representaciones y las explicaciones del modelo de TB.

Los resultados muestran que la mayor parte de los grupos (11 de 16) explican y representan el modelo, tres explican el proceso de infección pero no son capaces de representarlo, y dos se limitan a elaborar un esquema sencillo sobre el mecanismo infeccioso. Todos los grupos tratan de utilizar los términos suministrados en la tarea para la explicación y la representación gráfica del proceso de infección, discutiendo previamente sus significados. En la tabla 3 se muestra la rúbrica construida con los niveles de progresión en la modelización de la TB.

Tabla 3.

Rúbrica de los niveles de progresión en la explicación y representación conjuntas del modelo de TB

<i>Nivel</i>	<i>Fases</i>	<i>Descripción</i>	<i>Grupos</i>
1	F1	Nombra y/o representa alguna/s vías de contagio y no localiza la infección	O
2	F1, F2	Nombra y/o representa alguna/s vías de contagio, no localiza la infección, identifica que hay respuesta inmune y en algunos casos nombra la enfermedad	A, C, E, F, P, R
3	F1, F2	Nombra y/o representa alguna/s vías de contagio, localiza la infección, identifica que hay respuesta inmune y en algunos casos nombra la enfermedad	B, D, E, G, I, J, N
4	F1, F2	Identifica la vía de contagio, localiza la infección, identifica que hay respuesta inmune relacionando algunos elementos que intervienen en esta, y en algunos casos nombra la enfermedad	H
5	F1, F2, F3	Identifica la vía de contagio, localiza la infección, explica la respuesta inmune y la manifestación de la enfermedad	L, M

Los niveles de progresión presentados se establecen atendiendo al modelo de referencia de la TB presentado en la metodología de este artículo, teniéndose en cuenta las fases del modelo y las ideas clave incluidas tanto en las representaciones como en las explicaciones de los grupos. Es necesario el análisis conjunto de ambos procesos, puesto que suelen complementarse. Por ejemplo, algunos grupos plasman la localización exacta de la infección en sus representaciones, pero no lo llegan a explicitar por escrito.

La rúbrica presenta cinco niveles de progresión en la modelización, aunque dentro de un mismo nivel podrían existir subniveles que presentan mayor o menor grado de sofisticación, tanto en la terminología empleada, como en la adecuación de las relaciones establecidas entre las ideas clave.

Como muestra la tabla 3, los niveles de mayor frecuencia son el 3 y el 2, seguidos del nivel 5. En este último, de mayor sofisticación, se incluyen dos grupos, uno de ellos (L) corresponde al de la alumna infectada. A continuación se caracterizan cada uno de los niveles con algunos ejemplos representativos.

*Nivel 1:* nombran las posibles vías de contagio, aunque algunas de ellas sean inadecuadas, sin mencionar la localización de la infección ni la respuesta inmune del organismo. Es el caso del grupo O, que se limita a elaborar un mapa de conceptos nombrando solo algunos elementos de la F1. Este grupo focaliza toda la actividad en tratar de elaborar un esquema explicativo sobre la TB, sus causas y su prevención, más que en discutir y elaborar el modelo.

*Nivel 2:* nombran y/o representan algunas vías de contagio, aunque algunas de ellas no sean adecuadas, como la ingesta de alimentos con restos de saliva. No mencionan la localización de la infección y, aunque identifican que existe respuesta inmune, lo hacen de manera genérica, sin establecer relaciones entre los elementos que intervienen en ella. En algunos casos hacen referencia a la enfermedad, como el grupo A, que representa y explica el modelo tal como aparece en la figura 2.

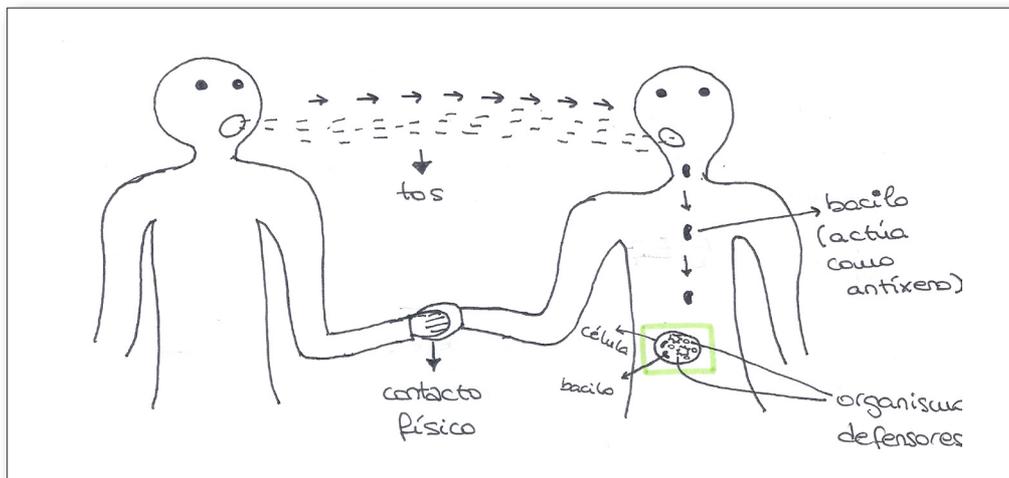


Fig. 2. Representación del modelo de TB del grupo A.

Grupo A: «Dos individuos se encuentran, se dan la mano para saludarse y uno de ellos tose. La persona que tose tiene la TB y en esta acción le transmite por vía aérea los bacilos responsables de la enfermedad a otra persona. El bacilo entra en el cuerpo de esta persona donde los organismos defensores reaccionan en defensa del antígeno, pero no consiguen «vencer», gana el bacilo y se reproduce la enfermedad».

Este grupo representa dos posibles vías de contagio (tos y contacto físico) y, aunque señala la entrada del bacilo (con flechas en el dibujo), no especifica el lugar preciso de la infección. Indican que hay respuesta inmune de manera genérica entendiéndola como una «lucha» en la que si gana el bacilo se produce la TB.

*Nivel 3:* incluye los modelos que nombran y/o representan algunas vías de contagio, sean adecuadas o no; localizan la infección en los pulmones, ya sea en el texto o en la representación; identifican la respuesta inmune, no siempre correctamente, y en algunos casos nombran la enfermedad. Dentro de este nivel, en el que se integran casi la mitad de los grupos (7 de 16), existen algunas diferencias tanto en la adecuación de los términos, como en las explicaciones para relacionar los elementos del sistema inmunitario.

Un ejemplo de este nivel corresponde al grupo G, que divide en cinco etapas diferenciadas: identifican la entrada del bacilo a través de tres vías de contagio, contacto físico, tos o alimentos, representando solo esta última; identifican la llegada del bacilo a los pulmones; tratan de explicar y representar

la respuesta inmune, centrándose en la reacción antígeno-anticuerpo, y, al final de todo, nombran la enfermedad y aluden a la vacuna como tratamiento de esta.

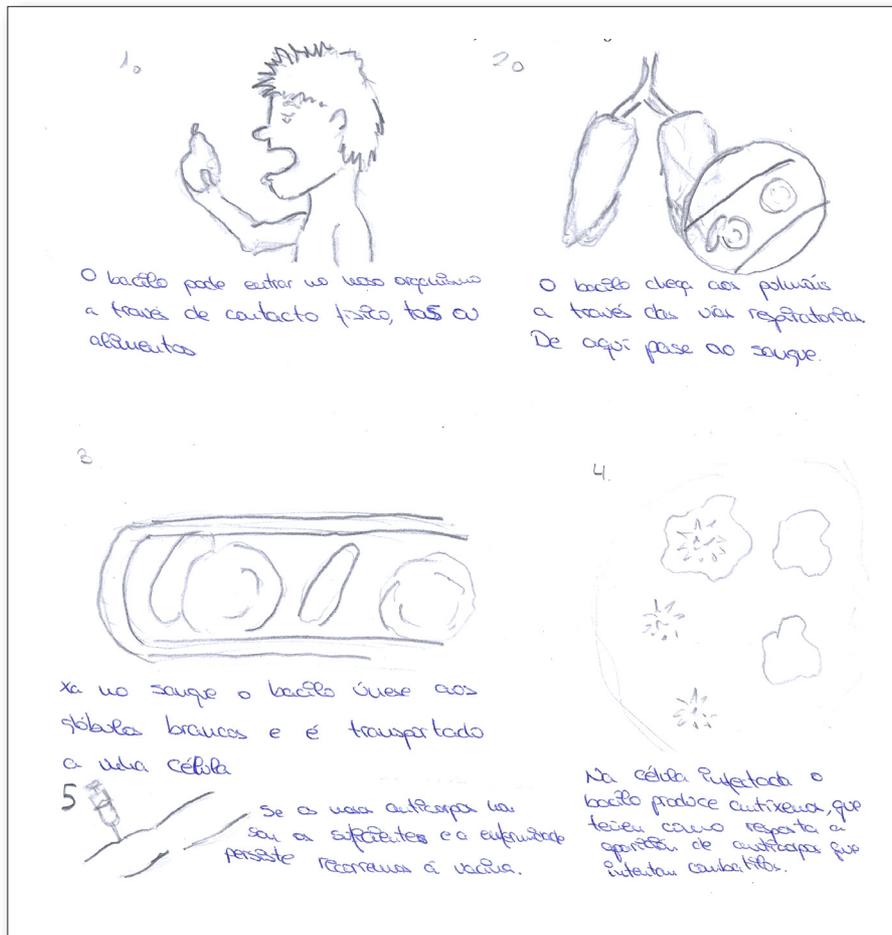


Fig. 3. Representación del modelo de TB del grupo G.

*Nivel 4:* incluye los modelos que identifican adecuadamente la vía de contagio, sitúan la infección en los pulmones, identifican que hay respuesta inmune relacionando algunos elementos que intervienen en esta, y en algunos casos nombran la enfermedad. En este nivel se sitúa un grupo, el H. A diferencia del nivel anterior, este grupo identifica correctamente la vía de contagio (tos) y menciona el papel de los macrófagos en la respuesta inmune: «intentan frenar el efecto de la bacteria o incluso hacerla desaparecer».

*Nivel 5:* es el nivel más próximo al modelo de referencia de la TB, e incluye los modelos que identifican adecuadamente la vía de contagio, localizan la infección en los pulmones y desarrollan una explicación con los distintos elementos que participan en la respuesta inmune. Además, tratan de explicar la activación de la enfermedad. Un ejemplo es el del grupo L, de la alumna infectada, que llega a mencionar la latencia de la TB: Grupo L: «... El antígeno del bacilo es reconocido por el cuerpo, entonces comienzan a actuar las defensas de nuestro cuerpo (macrófagos, linfocitos y anticuerpos). Todas estas defensas hacen que la bacteria permanezca latente y, cuando exista una bajada de defensas, será cuando la enfermedad comience a desarrollarse...».

De manera resumida, podemos afirmar que la mayoría de los grupos (13) no son capaces de seleccionar la vía de contagio adecuada de entre las presentadas en la tarea (niveles del 1 al 3). Por otro lado, la mayoría de los grupos (14 de 16) hacen referencia a la respuesta inmunitaria específica, nombrando los «antígenos» y los «anticuerpos», aunque sin tener clara, en algunos casos, su actuación. Seis de los dieciséis grupos nombran elementos que intervienen en ambas defensas: la inespecífica y la específica. Solo dos grupos tratan de explicar cómo se activa la enfermedad (fase 3).

En relación con las representaciones elaboradas por los dieciséis grupos, la mayoría se centran en representar la F1, de contagio y de entrada del bacilo en los pulmones. La F2, de respuesta inmunitaria, se caracteriza por la utilización, en la mayor parte de los grupos (11 de 16), de formas indeterminadas para representar los elementos que intervienen. Cinco de los dieciséis grupos utilizan formas antropomórficas para explicar la acción defensiva en términos de lucha y representan los anticuerpos con brazos musculosos o con escudos, los macrófagos agitando los brazos y las bacterias con caras enfado, o bien con cuernos en la cabeza simulando demonios, o bien con espadas. Un ejemplo es el del grupo B, representado en la figura 4.

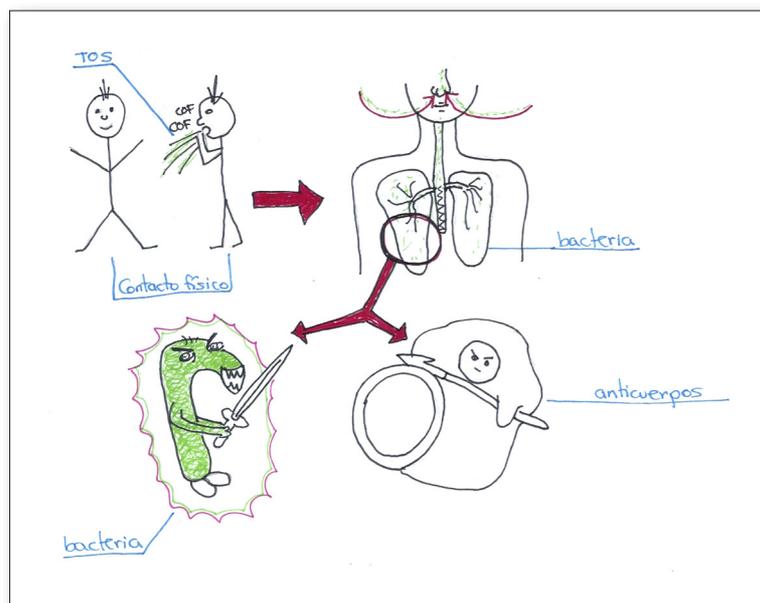


Fig. 4. Representación del modelo de TB del grupo B.

## Discusión y dificultades en la construcción del modelo de TB

En este estudio encontramos que la visión acerca de algunas ideas relacionadas con la TB varía entre un grupo de afectados y de no afectados por la enfermedad. Los afectados consideran la TB una enfermedad habitual, mientras que los no afectados la consideran una dolencia del pasado, que relacionan, en algunos casos, con países menos desarrollados.

Algunos participantes afectados (12 de 61) identifican como causa de la TB el contacto con animales, principalmente las vacas, por el consumo de leche, lo que revela cierta confusión entre la TB bovina y pulmonar. Esto podría relacionarse con la procedencia rural de algunos de los participantes. En sus familias se cría ganado vacuno y se consumen sus productos y derivados. Autoras como Domènech *et al.* (2015) hacen referencia en su estudio sobre la medicalización a la influencia que pueden tener contextos cotidianos en la naturaleza de las justificaciones, idea que pudimos comprobar en este estudio.

En la construcción del modelo de infección observamos estas dificultades por parte de los participantes: 1) identificar correctamente la vía de transmisión, algunos incluyen el contacto físico y los alimentos como vías de contagio en el modelo; 2) localizar la infección de la TB en los pulmones; 3) representar y explicar la F2 de respuesta inmunitaria, en particular la confusión en la función de los elementos que intervienen; 4) diferenciar entre curación y prevención, algunos entienden la vacuna como medio para producir anticuerpos y para combatir la enfermedad una vez infectados, en lugar de como medio preventivo.

Estas dificultades, excepto la tercera, podrían ser debidas al hecho de intentar incluir en el modelo todos los términos proporcionados, en vez de seleccionar críticamente los que serían adecuados. Muchos de los términos que emplean, tales como antígenos, anticuerpos, glóbulos blancos, linfocitos, son, a priori, conocidos por el alumnado, pero tuvieron problemas para integrarlos adecuadamente en el modelo y para explicar su papel en el proceso de infección.

La representación de las bacterias y de las células del sistema inmunitario con características de seres humanos por algunos grupos coincide con las representaciones de los microbios realizadas por estudiantes de primaria que investigaron Abuín *et al.* (1996; 2000).

## **CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS PARA LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO**

Los resultados del primer objetivo permiten concluir que el grupo de «afectados» muestra un mayor conocimiento acerca de la TB que los «no afectados», lo que podríamos atribuir a su experiencia más directa con la enfermedad. Ambos grupos, sin embargo, identifican los virus y las bacterias como agentes infecciosos, lo que lleva a sugerir la necesidad de abordar la distinción entre los diferentes agentes infecciosos y sus mecanismos de infección dentro de la formación inicial del profesorado. Trabajar estos aspectos es imprescindible para que los docentes puedan promover hábitos de salud y de prevención adecuados entre los escolares.

Por otro lado, el hecho de que todos los «no afectados» que consideran la TB una enfermedad no habitual hoy en día justifiquen los pocos casos con la «llegada de inmigrantes», pone de relieve la influencia de otros contextos en la percepción de las enfermedades. Este dato, la llegada de inmigrantes, fue presentado, en algunos medios, como una de las posibles hipótesis que explicarían el repunte de TB en Europa en el momento en que se desarrolló la secuencia. Una implicación es la importancia de emplear informaciones de los medios para trabajar temas de salud en contextos que estimulen el pensamiento crítico.

El análisis del segundo objetivo nos permite afirmar que casi la mitad de los grupos no son capaces de localizar la infección por TB en los pulmones, por lo que es necesario abordar las enfermedades en mayor conexión con la anatomía y la fisiología del organismo. La fase 2 del modelo de TB, de respuesta inmunitaria, es la de mayor dificultad para todos los grupos. Este resultado es coherente con la idea de que los fenómenos del nivel microscópico son más difíciles de explicar y de representar que los del nivel macroscópico (Assaraf, Dodick, Tripto, 2011). Los participantes manifestaron tener algunos conocimientos sobre elementos implicados en la respuesta inmunitaria, pero del análisis de sus modelos podemos concluir que las ideas clave representadas todavía están distantes de las del modelo científico de referencia.

Los grupos que presentan modelos más expertos incluyen las tres fases, localizan la infección en los pulmones y hacen referencia a los diferentes niveles de defensa del organismo (respuesta inmunitaria inespecífica y específica). Entre ellos se encuentra el que cuenta con un participante infectado. Esto pone de relieve la importancia de llevar al aula tareas de modelización en contextos que tengan sentido para el alumnado, lo que en términos de Justi (2006) significa tener algún tipo de experiencia con el

objeto que modelar. Para poder investigar cómo las experiencias personales directas influyen en el desempeño de la práctica de modelización y en su articulación con la argumentación, este estudio requiere ampliarse con datos de las discusiones orales.

Coincidimos con Sanmartí, Burgoa, Nuño (2011), en la necesidad de contextualizar el aprendizaje de ciencias proporcionando situaciones en el aula que requieran la aplicación de conocimientos. Usar un enfoque de enseñanza basado en las prácticas científicas dentro de la formación inicial de profesorado de primaria permite la aplicación de conocimientos científicos, y la reflexión acerca de cómo se construyen estos conocimientos y cómo se transfieren estas prácticas al aula. El desafío de alcanzar este doble objetivo en la formación inicial de docentes de primaria, comprender los modelos científicos, por un lado, y saber trasladarlos al aula, por otro, es extraordinariamente difícil, pero es de vital importancia, ya que estos futuros maestros y maestras serán los encargados de la formación científica de sus alumnos y alumnas (Martí, 2013).

La educación para la salud tiene una función preventiva y de modificación de hábitos que exige por parte de los docentes los conocimientos necesarios para la prevención de ciertas enfermedades (Perea Quesada, 2002). Es importante realizar un esfuerzo desde el ámbito universitario mejorando la formación de los futuros docentes en temas de salud, proporcionándoles herramientas que les permitan la resolución de problemas reales en el aula.

## AGRADECIMIENTOS

A todos los participantes en el estudio. Al proyecto EDU2012-38022-C02-01, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, del que forma parte este trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHER, A.; ARCÁ, M. y SANMARTÍ, M. (2007). Modeling as a teaching learning process for undestanding materials: a case of study in Primary Education. *Science Education*, 91 (3), pp. 398-418.  
<http://dx.doi.org/10.1002/sce.20196>
- ASSARAF, O.B.Z.; DODICK, J. y TRIPTO, J. (2011). High school students' undesrtanding of the human body system. *Research in Science Education*, 43 (1), pp. 33-56.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s11165-011-9245-2>
- AZNAR, V. y PUIG, B. (2014). ¿Cómo se presentan las enfermedades infecciosas en los libros de texto? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 11(2), pp. 135-144.
- BARDIN (1996). *El análisis del contenido*. 2ª edición. Madrid: Akal.
- CHIRAS, A. y VALANIDES, N. (2008). Day/night cycle. Mental models of Primary School childrens. *Science Education International*, 19 (1), pp. 65-83.
- CONFEDERACIÓN DE SOCIEDADES CIENTÍFICAS EN ESPAÑA. (COSCE) (2011). *Informe Enciende. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*. Madrid: Rubes Editorial.
- CONSEJO INTERNACIONAL DE ENFERMERAS (2008). *Directrices sobre la tuberculosis*. Ginebra: International Council of Nurses.
- CRUJEIRAS, B. y JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P. (2012). Participar en las prácticas científicas: aprender sobre la ciencia diseñando un experimento sobre pastas de dientes. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 72, pp. 12-19.
- DEL BARRIO MARTÍNEZ, C. (1990). *La comprensión infantil de la enfermedad*. Barcelona: Anthropos.

- DÍAZ, R.; ABUÍN, G.; LÓPEZ, R.; NOGUEIRA, E.; GARCÍA, A. y GARCÍA, J.A. (1996). Ideas de los alumnos acerca del proceso infeccioso. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 9, pp. 49-56
- DÍAZ, R.; LÓPEZ, R.; ABUÍN, G.; GARCÍA, A.; NOGUEIRA, E. y GARCÍA, J.A. (2000). Ideas de los alumnos en torno a conceptos relacionados con la enfermedad transmisible. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 25, pp. 67-78.
- DOMÈNECH, A. M., MÁRQUEZ, C., ROCA, M. y MARBÀ TALLADA, A. (2015). La medicalización de la sociedad, un contexto para promover el desarrollo y uso de conocimientos científicos sobre el cuerpo humano. *Enseñanza de las Ciencias*, 33 (1), pp. 101-125.
- GARCÍA-RODEJA GAYOSO, I. y LIMA DE OLIVEIRA, G. (2012). Sobre el cambio climático y el cambio de los modelos de pensamiento de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 30 (3), pp. 195-218.
- GILBERT, J.K. (2004). Models and modeling: routes for a more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, pp. 115-130.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s10763-004-3186-4>
- GÓMEZ GALINDO, A.A.; SANMARTÍ, N. y PUJOL, R. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 25 (3), pp. 325-340.
- GONZÁLEZ-MARTÍN, J.; GARCÍA-GARCÍA, J.M.; ANIBARRO, L.; VIDAL, R.; ESTEBAN, J.; BLANQUER, R.; MORENO, S. y RUÍZ-MANZANO, J. (2010). Documento de consenso sobre diagnóstico, tratamiento y prevención de la tuberculosis. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 28(5), pp. 297. e1-297.e20.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.eimc.2010.02.006>
- HÄMEEN-ANTTILA, K., y BUSH, P. J. (2008). Healthy children's perceptions of medicines: a review. *Research in Social & Administrative Pharmacy: RSAP*, 4 (2), pp. 98-114.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.sapharm.2007.05.002>
- HERRERA BARRIOS, M.T.; TORRES ROJAS, M.; JUÁREZ CARVAJAL, E. y SADA DÍAZ, E. (2005). Mecanismos moleculares de la respuesta inmune en la tuberculosis pulmonar humana. *Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias*, 18(4), pp. 327-336.
- JIMÉNEZ ALEXANDRE, M. P. (2012). Las prácticas científicas en la investigación y en el aula de ciencias. Conferencia plenaria. XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, 5-7 de septiembre de 2012. Universidad de Santiago de Compostela.
- JUSTI, R. (2006). La enseñanza de las ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (2), pp. 173-184.
- LEHRER, R. y SCHAUBLE, L. (2012). Seeding Evolutionary Thinking by engaging children in modeling its foundations. *Science Education*, 96, pp. 701-704  
<http://dx.doi.org/10.1002/sc.20475>
- LUNDSTRÖM, M., EKBORG, M. y IDELAND, M. (2012). To vaccinate or not to vaccinate: how teenagers justified their decision. *Cultural Studies of Science Education*, 7 (1), pp. 193-221.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s11422-012-9384-4>
- MARBÁ, A. (2014). Las progresiones de aprendizaje. Una herramienta para pensar en qué y cómo enseñar. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 76, pp. 71-79.
- MARTÍ, J. (2013). *Aprender Ciencias en la Educación primaria*. Barcelona: Graó
- MENDONÇA, P.C.C. y JUSTI, R. (2014). An instrument for analyzing arguments produced in modeling-based Chemistry lessons. *Journal of Research in Science Teaching*, 51 (2), pp. 192-218.  
<http://dx.doi.org/10.1002/tea.21133>
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA (MEC) (2014). Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. *BOE*, 52, pp. 19349-19420.

- NÚÑEZ, F. y BANET, E. (1996). Modelos conceptuales sobre las relaciones de digestión, respiración y circulación. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), pp. 261-278.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) (2014a). Global Tuberculosis Report. World Health Organization. Disponible en: <[http://www.who.int/tb/publications/global\\_report/gtbr14\\_main\\_text.pdf?ua=1](http://www.who.int/tb/publications/global_report/gtbr14_main_text.pdf?ua=1)>.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) (2014b). Tuberculosis. Nota descriptiva n.º 104. Disponible en: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs104/es/>>.
- PASSMORE, C., y SVOBODA, J. (2011). Exploring opportunities for argumentation in modelling classrooms. *International Journal of Science Education*, 34 (10), pp. 1535-1554. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2011.577842>
- PEREA QUESADA, R. (2002). La educación para la salud, reto de nuestro tiempo. *Educación XXI*, 4, pp. 1-20.
- PUIG, B. y AZNAR, V. (2014). Introducir temas de educación para la salud en la formación inicial de maestros: la tuberculosis. *Uni-pluri/versidad*. 14 (2), pp. 92-100.
- REISS, M.J.; TUNNICLIFFE, S.D.; ANDERSEN, A.M.; BARTOSZECK, A.; CARVALHO, G.S.; CHEN, S.Y.; JARMAN, R.; JÓNSSON, S.; MANOKORE, V.; MARCHENKO, N.; MULEMWA, J.; NOVIKOVA, T.; OTUKA, J.; TEPPA, S. y VAN ROOY, W. (2002). An International Study of young peoples' drawings of what is inside themselves. *Journal of Biological Education*, 36 (2), pp. 1-7. <http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2002.9655802>
- RELLO, J. y RICART, M. (2009). Prevención y pautas de actuación ante la nueva gripe en contextos escolares. *Aula de Innovación Educativa*, 186, pp. 66-69.
- RICART, M. y RELLO, J. (2009). Prevención y pautas de actuación ante la nueva gripe en contextos escolares. *Aula de Infantil*, 52, pp. 37-41.
- SADLER, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, pp. 513-536. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.20009>
- SCHULTZ, P. J. y Nakamoto, K. (2012). The concept of health literacy. En A. Zeyer y R. Kyburz-Graber (Eds.) *Science, Environment, Health. Towards a Renewed Pedagogy for Science Education*, pp. 69-87. Dordrecht: Springer.
- SCHWARZ, C.V.; REISER, B.J.; DAVIS, E.A.; KENYON, L.; ACHER, A.; FORTUS, D.; SHWARTZ, Y.; HUG, B. y KRAJCIK, J. (2009). Developing a Learning Progression for Scientific Modeling: Making Scientific Modeling Accessible and Meaningful for Learners, *Journal of Research in Science Teaching*, 6, pp. 632-654. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.20311>
- SOTO GUERRERO, M.A. (2009). Hábitos de higiene en la educación primaria. *Innovación y experiencias educativas*, 14, pp. 1-9.
- VIDAL, R. (Coord.) (2002). Recomendaciones SEPAR. Normativa sobre la prevención de la tuberculosis. *Archivos de Bronconeumonía*, 38 (9), pp. 441-451. [http://dx.doi.org/10.1016/S0300-2896\(02\)75259-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0300-2896(02)75259-9)
- XUNTA DE GALICIA (2011) *Informe de la tuberculosis en Galicia*. Santiago: Xunta de Galicia. Consellería de Sanidade.
- XUNTA DE GALICIA (2014). Decreto 105/2014 de 4 de septiembre, por el que se establece el currículo de la educación primaria en la Comunidad Autónoma de Galicia. *Diario Oficial de Galicia*, 171, pp. 37406-38087.
- YOUNG, D.; STARK, J. y KIRSCHNER, D. (2008). Systems biology of persistent infection: tuberculosis as a case study. *Nature Reviews. Microbiology*, 6, pp. 520-528. <http://dx.doi.org/10.1038/nrmicro1919>

## ANEXO 1

### Tarea 1. Cuestionario inicial sobre la tuberculosis

1. ¿La tuberculosis es una enfermedad habitual o es una enfermedad rara hoy en día?
2. ¿Podemos tener la tuberculosis y no saberlo?
3. ¿Quién o qué causa la enfermedad?

### Tarea 2. Construcción del modelo de infección de la tuberculosis

#### ¿Podemos tener la tuberculosis sin saberlo?

Este año tuvimos que hacernos la prueba de la tuberculosis para ver si teníamos esta enfermedad. Nos visitó una enfermera del hospital en el mes de enero. La enfermera nos visitó dos veces: la primera para pincharnos, y la segunda para ver los resultados. A algunos la prueba nos dio positivo y nos dieron un tratamiento.

1. ¿Por qué algunos nos infectamos de la tuberculosis y otros no?
2. La bacteria que causa la tuberculosis se denomina *Mycobacterium tuberculosis* o bacilo de Koch. Los síntomas de la tuberculosis son tos, fiebre, sudores, y a veces pérdida de peso. La enfermera nos comunicó a algunos que la prueba daba positivo. ¿Podemos tener la tuberculosis sin darnos cuenta? ¿Cómo sabe la enfermera que tienes la enfermedad si no presentas síntomas?
3. Trata de explicar y representar gráficamente lo que pasa en nuestro organismo cuando entra el bacilo. Explicad el proceso de infección seleccionando entre los siguientes términos y relacionándolos entre sí: Contacto físico – tos – alimentos – anticuerpos – bacilo – linfocitos – células infectadas – macrófagos (glóbulos blancos) – antígenos – sangre – vacuna
4. En el caso de que dieras negativo, ¿te vacunarías?

---

# Primary pre-service teachers' conceptions and models about tuberculosis

Virginia Aznar Cuadrado, Blanca Puig

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Santiago de Compostela

virginia.aznar@usc.es, blanca.puig@usc.es

There is international consensus about the importance of a science teaching model coherent with the way in which scientific knowledge is built, which pays more attention to scientific practices (Crujeiras & Jiménez, 2011). This study is based on an approach that supports that primary students can learn science through their participation in scientific practices (Martí, 2013).

The main purpose of the study is to examine the ideas and the models of a group of primary pre-service teachers about an infectious illness with a high impact in our context: tuberculosis (TB). The research objectives are:

1. *To investigate the conceptions about TB in two groups of primary pre-service teachers, one affected by the disease and the other one not affected.*
2. *To examine how they explain and construct the model of infection of TB based on the scientific terms provided.*

In the literature review, we have not located previous studies in science education addressing the analysis of modelling in the context of infectious diseases. This paper is part of a broader research embedded in a thesis about primary pre-service teachers' ideas and models about the infection by TB.

The context of the study is primary initial teacher education. The participants are two groups of primary pre-service teachers (N=124), one of them affected by TB (N=61). In this group, a student got the infection of TB; therefore a public TB protocol was activated at the faculty and more cases of TB were detected in the group.

We address the analysis of two activities embedded in a sequence on TB infection. The first activity corresponds to a brief exploratory questionnaire of open-ended questions about TB penetration nowadays and the way it is transmitted. The participants in this task are both groups of students, affected and non-affected by TB.

The second activity involves the practice of modelling and was carried out only in the group affected by TB. The task uses the infection episode as context and requires explaining and representing the infection model in small groups. Some scientific terms (antibodies, bacillus, lymphocyte, etc.) are provided for modelling the TB infection. Participants have to select the appropriate terms and relate them in order to explain the infectious mechanism. The reference model of TB includes these three stages: 1) the contagious and entry of the bacillus into the organism, 2) the immune response, 3) the infection and development of active TB.

The analysis of the first objective reveals that there are substantial differences between the affected and non-affected groups. The majority (46 out of 61) in the affected group consider TB a common illness, whereas the non-affected consider TB an unusual disease (41 out of 63). Their justifications are distributed in three categories: a) *scientific*: they make reference to knowledge related to medical advances in the treatment and TB control, and/or to specific knowledge about the TB; b) *social*: based on social and cultural knowledge and related to TB, derived from diverse contexts different to school, such as family, or from information coming from the media; c) *personal experience*: based on lived knowledge, including previous experiences with TB, either directly or indirectly. Most of the justifications in the affected group are scientific, whereas the justifications provided by the group not affected by TB are social. Only one small group of those affected by TB provide justifications based on personal experience.

For the analysis of the second objective a rubric of five levels of progression in modelling was built. The levels of high frequency are 3 and 2, where students have difficulties in the selection of the route of infection of TB, the location of the infection in the lungs and in the appropriate relation between the elements of immune response. Moreover, we want to remark the use of anthropomorphic representation of them.

Among the conclusions of this study we can highlight that the group of affected by TB showed a higher knowledge about this disease than the non-affected. This may be related to their personal experience. The fact that all of the non-affected participants consider TB an infrequent illness nowadays, and justify this on social

data such as the «arrival of immigrants», might reveal the influence of media in the perception of a disease. An educational implication is the need of addressing health issues in relation to real life contexts in order to promote critical thinking and health literacy.

Pupils show difficulties when representing and relating the elements of immune response and the localization of the infection. This suggests how important it is to deal with human diseases in relation to the anatomy and the physiology of the human body.

In order to analyse how and to what extent personal experiences may influence the practices of modelling and argumentation, further analysis will be carried out.