



Universitat Autònoma de Barcelona

**Facultat de Ciències de l'Educació Departament de Didàctica de la
Matemàtica i de les Ciències Experimentals**

**La construcción del modelo ser vivo por
alumnos de primaria:**

**Una propuesta de análisis basada en una progresión de
aprendizaje**

Natasha Mayerhofer de Brito Silva

Directora: Dra. Conxita Márquez Bargalló

Septiembre 2012

La construcción del modelo ser vivo por alumnos de primaria:

**Una propuesta de análisis basada en una progresión de
aprendizaje**

**Trabajo de investigación realizado por
Natasha Mayerhofer de Brito Silva**

Para optar por el título de Doctor que ofrece el Departament de Didàctica de la
Matemàtica i de les Ciències Experimentals

La tesis se ha realizado dentro del proyecto: DESARROLLO DE COMPETENCIAS
CIENTÍFICAS: MODELOS Y EVIDENCIAS EN LA LECTURA, ESCRITURA Y LA
EXPERIMENTACIÓN, con referencia EDU2009-13890-C02-02 financiado por la
Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia.

Universitat Autònoma de Barcelona

Facultat de Ciències de l'Educació Departament de Didàctica de la Matemàtica i de
les Ciències Experimentals

Septiembre 2012

Aos meus pais e irmãos que acreditaram em mim.

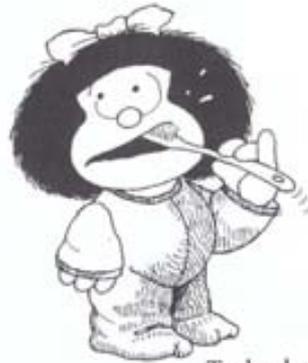
*Aos meus sobrinhos Guilherme, Lucas e Diogo, a minha linda Laís,
e a todas as crianças por serem o futuro de um mundo melhor.*



Mafalda
se cepilla los dientes
todas las noches
antes de dormir.



Cepilla todas las caras
de afuera de todos los dientes.



Todas las caras de adentro
de todos los dientes.



Todas las caras
que mastican.



Y ahora las caras de atrás...
de los dientes de adelante.



Y también la lengua!!!

Quino, 1984

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por la vida y por la oportunidad de estar aquí en Barcelona haciendo realidad un sueño.

El camino recorrido hasta este trabajo fue muy largo. Fueron siete años de aprendizaje académico y personal por donde pasaron muchas personas que han contribuido en mi formación como profesional y como ciudadana. Aprovecho este espacio para agradecerles por todo lo que me han enseñado.

A la Universitat Autònoma de Barcelona y al Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals por todo el personal docente de óptima calidad que me dio soporte para llegar al final de esta jornada.

A Conxita Márquez por haber confiado en mí, dedicando sus horas en orientarme y ayudarme a escribir y reescribir este trabajo en una constante interacción fructífera y llena de conocimientos.

Al Grupo LIEC y a todos sus investigadores por compartir sus conocimientos y experiencias.

A la maestra y a los niños y niñas de la escuela participante de esta investigación, sin ellos, este trabajo no sería posible.

A Adrianna Gómez por los momentos en que discutimos este trabajo, sus ideas y sugerencias. Leer su tesis y sus trabajos fue muy grato y motivador.

A Benjamin Daza, Begoña Isla, Àngels Salas y al personal de la conserjería, Sonia y Carme especialmente, por el apoyo técnico y eficiente.

A todo el personal del ETC – Edifici d'Estudiants de la UAB, y especialmente a Ana Valencia, quien me ha apoyado y me ha enseñado la belleza de estar con estudiantes desde una mirada distinta a la que estaba acostumbrada.

A Ana Guirado de la Escola de Postgrau, por todas las gestiones, atención e interés que me ha dedicado.

A Miguel Ángel por la excelente corrección de esta tesis.

A Renata y Cassinha, a Condoyannis y Caju, quienes con su amistad, cariño y alegría han contribuido virtualmente para hacer menos dura la distancia.

Também tenho que agradecer aos meus amigos brasileiros pelo suporte, nossas F1, risadas, festas e saudades que cada um foi deixando... Obrigada Edu, Xuão, Grazi, Ana Carla, Aprigio, Beto, Vir, Laís, Lucas, Alf, Leo, Max!!!

Agradezco especialmente a Teresa, Carlos, Anna, Laura, Marisa, Carla, Felipe, Esther, Horacio, Ainoa, Liz, Cristian, Bea, Josvell, Patri, Omar, Luis García, Beatriz Bravo, Francisco Rojas, Francisco Ruiz, Francesc Reverter por la amistad verdadera.

A mis madres adoptivas Lola Rexachs, Isabel Alves y Glinda Irazoque.

No tengo palabras para agradecer a Marta y Caro, el proceso de una tesis nos ha unido, nos hizo fuertes y pilares unas de las otras, lo que nos ha permitido a las tres no desistir y seguir luchando por nuestros sueños.

A Eduardo Cabrera por dedicar su tiempo a amarme y hacerme feliz, en especial estos dos últimos años y espero que muchos más.

Agradezco a toda mi familia por el apoyo en la distancia y el amor siempre cercano. En especial a Lúdia y mis hermanos rubios Gabriel y Carolina.

A mi héroe, mi hermano Cristiano y mi protectora, mi hermana Carla.

A mis papás que han hecho lo posible y muchas más veces lo imposible por criarme, educarme y tornarme una ciudadana de valores:

Essa pequena filha cresceu e este trabalho também é de vocês. Sei que foi duro fazer com que eu chegasse até aqui, a saudade e a distancia tornou essa jornada mais difícil, porém somente o fato de ter a certeza de que vocês me amam e estão sempre comigo, me ajudou a suportar esse longo processo.

Muito obrigada! ¡Muchas gracias! Moltes gràcies!

RESUMEN

Esta investigación se enmarca en una de las principales líneas que en la actualidad movilizan las reflexiones en la didáctica de las ciencias: la influencia del uso de modelos en el desarrollo del conocimiento científico de los estudiantes. En particular, el proceso de construcción y revisión del modelo ser vivo por niños y niñas de segundo curso del primer ciclo en una escuela pública de Barcelona durante la realización de una secuencia didáctica sobre los microorganismos.

El objetivo principal consistió en analizar cómo los distintos modos comunicativos y las actividades experimental, lectora y comparativa contribuyen a la construcción del modelo ser vivo por estos alumnos.

La implementación en el aula de la unidad didáctica diseñada permitió la obtención de datos de la investigación. Los instrumentos de recogida de datos fueron: cuestionarios KPSI (inicial y final), producciones gráficas, escritas y orales. El análisis de los datos se hizo a partir del análisis del contenido de las producciones de los alumnos, lo que permitió identificar la contribución de cada modo comunicativo y de cada actividad a partir del desempeño alcanzado en la progresión de aprendizaje al construir el modelo ser vivo. Así mismo, desde el marco teórico de la multimodalidad fue posible reconocer la relación de cooperación o de especialización de los distintos modos comunicativos en este proceso.

Los resultados analizados revelaron que cada modo comunicativo contribuyó de forma específica. La representación gráfica permitió al alumnado expresar el proceso de evolución gradual de las caries, los elementos que creían esenciales para este proceso, el tamaño y cantidad del *bicho*, su morfología (siendo la más frecuente la similar a un insecto o humanoide) y su ubicación. La representación textual y oral permitió al alumnado enunciar procesos de interacción entre el alimento, la caries y el ser vivo, así mismo a evidenciar la confusión entre los conceptos caries y bacteria. Analizando los tres modos comunicativos se observa que la relación más frecuente entre ellos es la especialización, en las representaciones individuales el dibujo alcanzó un mayor nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje con relación a los demás modos comunicativos. Así mismo, la cooperación entre los modos comunicativos fue encontrada en otros casos, cuando las representaciones del alumnado se encontraban en el mismo nivel de desempeño.

En las discusiones entre iguales, constatamos que a través del modo oral se alcanza un nivel mayor de desempeño, en tres de los cuatro grupos, caracterizando por tanto una relación de especialización con el dibujo y el texto y mostrando el potencial del discurso oral en la construcción de conocimiento. A través del análisis del contenido de los elementos argumentativos generados en la discusión entre iguales, se observó que el alumnado dio mucha importancia a aspectos formales del dibujo, siendo el color el más representativo. Los aspectos más fundamentales del modelo se produjeron una vez decididos los aspectos formales.

La influencia de las tres actividades propuestas fue diversa. El planteamiento de la actividad experimental – elaboración del yogur – fue demasiado ambicioso y los alumnos no fueron capaces de reconocer la importancia del medio en la vida de las bacterias, aunque si permitió discutir el efecto de la temperatura. La actividad lectora permitió reconocer de manera explícita la relación entre consumo de dulces, reproducción y crecimiento de las bacterias y desarrollo de las caries. Así mismo, la actividad comparativa de la bacteria con otro ser vivo (conejo) permitió a los estudiantes generalizar el modelo ser vivo construido en el curso anterior, aplicándolo a un organismo microscópico. Esta actividad permitió al alumnado progresar en su nivel de desempeño al reconocer la presencia de células en ambos seres vivos.

Analizar el proceso de construcción del modelo ser vivo a través de la identificación de niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje facilita el reconocimiento de dificultades y puede orientar en el diseño de las secuencias de aprendizaje implementadas en el aula.

ABSTRACT

This research falls within one of the main lines that currently move the reflections on science education: the influence of the use of models in the development of scientific knowledge of the students. In particular, in the process of construction and revision of the living being model by children in the second year of primary education in a public school in Barcelona during the performance of a learning sequence on microorganisms.

The main objective was to analyze to what extent the different communicative modes and experimental, reading and comparative activities contribute to the construction of the living being model of these students.

The implementation of the designed learning sequence allowed obtaining research data. Data was collected using KPSI questionnaires (collected at the beginning and at the end of the sequence), drawings of the students as well as their written and oral productions. Data analysis consisted in content analysis of the worksheets of the students, which allowed to identify the contribution of each communicative mode as well as the contribution of each activity from the performance achieved in the learning progression in the construction of the living being model. Likewise, the theoretical framework of multimodality was used to analyze and recognize the relationship between the different communicative modes in this process, which could be cooperation or specialization.

The results revealed that each communicative mode contributed in a specific way to the construction of the living being model. The graphic representation (drawings) allowed students to express the gradual process of evolution of dental caries process as well as the components they believed essential to this process: size and quantity of the bug, its morphology (most frequently being similar to an insect or humanoid) and its location. Oral and textual representations allowed students to spell out the processes of interaction between food, dental caries and a living being, it also allowed to highlight the conceptual confusion between dental caries and bacteria. By analyzing the three communicative modes it is observed that the most common relation between them is the specialization: in the individual representations the drawing reached a higher level of performance in learning progression than the other communicative modes. Furthermore, the relation of cooperation between communicative modes was found in other cases, where representations of students reached the same level of performance.

In peer discussion activities, it can be noted that through the oral mode a higher level of performance is reached in three of the four groups, therefore characterizing a relationship of specialization between drawing and text, and showing the potential of oral discourse in the construction of knowledge. Through the content analysis of the argumentative elements generated during the peer discussion, it was noted that students gave great importance to formal aspects of the drawing, the color being the more representative. The most fundamental aspects of the model occurred once the formal features were set.

The influence to the construction of the living being model of the three proposed activities was different. The approach of the experimental activity - preparation of yogurt - was too ambitious and the students were not able to recognize the importance of the environment in the life of the bacteria, but it allowed to discuss the effect of temperature. The reading activity allowed to recognize explicitly the relationship between consumption of candies, reproduction and growth of bacteria and the development of dental caries. Furthermore, the comparative activity between bacteria and another living being (a rabbit) allowed students to generalize the living being model (which they had worked in the previous year), applying it to a microscopic organism. This activity allowed the students to progress in their level of performance to recognize the presence of cells in both living beings.

Analyzing the process of construction of the living being model by the identification of levels of performance in a learning progression, facilitates the recognition of difficulties and can guide the design of learning sequences to be implemented in the classroom.

Índice:

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.2.1 Importancia en su contexto	5
1.2.2 Motivaciones personales	6
1.3 PREGUNTAS Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
1.4 ORGANIZACIÓN GENERAL DE LA TESIS	11
1.4.1 Recomendaciones para la lectura	12
CAPÍTULO 2 : MARCO TEÓRICO	15
2.1 ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN EDADES TEMPRANAS.....	16
2.1.1 Enseñanza del ser vivo en primaria	19
2.2 LA MICROBIOLOGÍA Y LOS MICROBIOS: EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO CIENTÍFICO.....	24
2.3 EDUCACIÓN PARA LA SALUD	28
2.3.1 La salud en el contexto de la investigación	31
2.4 COMUNICACIÓN MULTIMODAL	33
2.4.1 El habla en las clases de ciencias: análisis de la discusión entre iguales	35
2.4.2 Los dibujos en las clases ciencias.....	38
2.5 MODELOS	40
2.5.1 El modelo ser vivo	44
2.5.2 Ideas previas del alumnado.....	47
2.6 PROGRESIÓN DE APRENDIZAJE.....	50
CAPÍTULO 3 : METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	53
3.1 APROXIMACIÓN METODOLÓGICA.....	54
3.1.1 Diseño de la Investigación.....	56
3.2 CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN	58
3.2.1 Población y Muestra	59
3.3 DISEÑO DE LA INTERVENCIÓN	62
3.3.1 Primera sesión: Modelo Inicial.....	64
3.3.1.1 Instrumentos de recogida de datos	65
3.3.2 Segunda sesión: Actividad Experimental.....	70
3.3.2.1 Instrumento de recogida de datos	71
3.3.3 Tercera sesión: Actividad Lectora	73
3.3.3.1 Instrumento de recogida de datos	73

3.3.4 Cuarta sesión: Actividad Comparativa.....	75
3.3.4.1 Instrumento de recogida de datos	75
3.4 OBJETIVOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA.....	77
3.4.1 Descripción de las actividades de la Unidad Didáctica	77
3.5 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	81
3.5.1 Análisis del Contenido y Redes Sistémicas	82
3.5.2 Progresión de Aprendizaje	86
3.5.3 Resumiendo la metodología de análisis.....	90
3.5.4 Análisis de la comunicación multimodal	91
3.5.5 Análisis de la discusión entre iguales.....	94
3.5.5.1 Transcripción y Codificación.....	96
3.5.5.2 Categorías de análisis	97
3.5.5.3 Ejemplo del análisis aplicado.....	99
3.5.6 Análisis Realizado a partir de los datos recogidos.....	102
CAPÍTULO 4 : MODELO INICIAL - RESULTADOS Y DISCUSIÓN	103
4.1 LOS MODELOS INICIALES INDIVIDUALES.....	104
4.1.1 Análisis individual del modelo inicial: Representación Gráfica	106
4.1.2 Potencial del dibujo en la representación de la evolución de las caries	114
4.1.2.1 Evolución de las caries.....	116
4.1.3 Potencial del dibujo en la representación del “bicho”	119
4.1.4 Análisis individual del modelo inicial: Representación Textual y Oral.....	122
4.1.5 Análisis individual del modelo inicial: Identificación del nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje individual GLOBAL.....	132
4.1.5.1 Cooperación ejemplo 1	137
4.1.5.2 Cooperación ejemplo 2	138
4.1.5.3 Especialización a través del dibujo.....	139
4.1.5.4 Especialización a través del texto y oral.....	141
4.1.6 Conclusiones en relación al modelo inicial individual	142
4.2 MODELO INICIAL GRUPAL.....	149
4.2.1 Análisis del Grupo 1.....	152
4.2.1.1 Análisis del dibujo y del texto escrito	153
4.2.1.2 Análisis de la discusión entre iguales: Grupo 1	155
4.2.2 Análisis del Grupo 2.....	165
4.2.2.1 Análisis del dibujo y del texto escrito	166
4.2.2.2 Análisis de la discusión entre iguales: Grupo 2	168
4.2.3 Análisis del Grupo 3.....	177

4.2.3.1 Análisis del dibujo y del texto escrito	178
4.2.3.2 Análisis de la discusión entre iguales: Grupo 3.....	180
4.2.4 Análisis del Grupo 4.....	187
4.2.4.1 Análisis del dibujo y del texto escrito	188
4.2.4.2 Análisis de la discusión entre iguales: Grupo 4.....	190
4.3 ANÁLISIS COMPARATIVO GLOBAL DEL GRUPO CLASE.....	199
4.3.1 Conclusiones con relación al modelo inicial en grupo.....	209

CAPÍTULO 5 : LA INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO SER VIVO - RESULTADOS Y DISCUSIÓN211

5.1 LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL.....	212
5.1.1 Conclusiones en relación a la actividad experimental	218
5.2 LA ACTIVIDAD LECTORA	221
5.2.1 Análisis de las parejas: niveles de progresión de aprendizaje.....	222
5.2.2 Reflexionando sobre los alimentos	227
5.2.3 ¿Comer muchos caramelos puede provocar caries?	230
5.2.4 Conclusiones en relación a la actividad lectora.....	233
5.3 LA ACTIVIDAD COMPARATIVA	235
5.3.1 Conclusiones en relación a la actividad comparativa individual	240
5.3.2 Comparando el conejo y la bacteria en grupo.....	240
5.3.3 Conclusiones en relación a la actividad comparativa.....	244
5.4 AUTOEVALUACIÓN INICIAL Y FINAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE LAS CARIES Y LAS BACTERIAS	246
5.5 NIVEL DE PROGRESIÓN DE APRENDIZAJE FINAL	251

CAPÍTULO 6 : CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS261

6.1 CONTRIBUCIÓN DE LA COMUNICACIÓN MULTIMODAL A LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO INICIAL DE SER VIVO	262
6.1.1 Contribución del dibujo en la construcción inicial del modelo ser vivo individual	263
6.1.2 Contribución del texto y del habla en la construcción inicial del modelo ser vivo individual.....	265
6.1.3 Contribución de la comunicación multimodal en la construcción inicial del modelo ser vivo individual.....	268
6.2 CONTRIBUCIÓN DE LA DISCUSIÓN ENTRE IGUALES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO	271

6.2.1 Sobre los elementos argumentativos	271
6.2.2 Sobre la influencia de la discusión entre iguales en el proceso de construcción multimodal del modelo ser vivo	274
6.3 INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO	277
6.3.1 Sobre la actividad experimental.....	277
6.3.2 Sobre la actividad lectora.....	279
6.3.3 Sobre la actividad comparativa.....	281
6.3.4 La influencia de cada actividad.....	283
6.3.5 Sobre la autoevaluación inicial y final del conocimiento sobre las caries y las bacterias	284
6.3.6 Valorando el uso de niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje	284
6.4 IMPLICACIONES DIDÁCTICAS.....	286
6.4.1 Sugerencias de nuevas líneas de investigación.....	287
BIBLIOGRAFÍA.....	289

Capítulo 1 : INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta el planteamiento del problema, la justificación de la investigación, es decir, la importancia en su contexto y la motivación personal; además de las preguntas y objetivos que se propone contestar, la organización general del documento y algunas recomendaciones para la lectura.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, la enseñanza de las ciencias dirige sus investigaciones al uso de modelos científicos en aulas de primaria y secundaria, donde se presentan resultados de la influencia positiva del uso de modelos en el desarrollo del conocimiento científico de los estudiantes (Izquierdo, 2004; Gómez et al., 2007; García et al., 2007; Schwarz et al., 2009; Dominguez, 2009). Estos modelos son propuestos con el objetivo de participar en la construcción de la comprensión del conocimiento de forma flexible para que los niños se apoyen en ellos y, de esta manera, organicen sus ideas e interpretaciones de un fenómeno complejo (Acher y Arcà, 2006). Así como Schwarz et al. (2009), consideramos que los modelos científicos deben incluir elementos de la práctica (construcción, uso, evaluación y revisión de los modelos científicos) y del metaconocimiento que guía y motiva a la práctica. Sin embargo, el aprendizaje de las ciencias desde la perspectiva de la construcción de modelos está poco implantado en las experiencias educativas de primaria y secundaria (Schwarz et al., 2009). Según Windschitl et al. (2008), el uso de modelos suele producirse en clases con alumnos de edad más avanzada y, principalmente, con fines ilustrativos o de comunicación, hecho que limita la riqueza epistemológica de la práctica científica.

No obstante, consideramos que el uso, revisión y construcción de modelos científicos puede incorporarse desde edades más tempranas; ya que los alumnos de cualquier edad, ante el fenómeno objeto de estudio, expresan, contrastan y ponen a prueba sus modelos iniciales. El papel del maestro será fundamental para guiar la progresión de las representaciones iniciales hacia modelos aceptados y consensuados por la comunidad científica. Así mismo, esta expresión de las ideas debe ser multimodal, es decir, que la construcción y evolución de los significados se fundamenten a través de palabras, diagramas, dibujos, imágenes, fórmulas y experimentos (Márquez et al., 2006).

En esta investigación trabajamos en relación al modelo ser vivo con niños y niñas de segundo curso del primer ciclo.

El fenómeno de estudio son los microorganismos, concretamente las bacterias y su acción en la formación de caries y la elaboración del yogur. En el curso anterior, los alumnos estudiaron las condiciones para poder tener y cuidar a un conejo en el aula, llegando a formalizar, reconocer y concretar las funciones básicas de los seres vivos (nutrición, relación y reproducción). Un año después, nos presentamos con la siguiente propuesta: que reconocieran las bacterias como seres vivos, identificando cómo llevan a cabo las funciones de nutrición, relación y reproducción.

Los fenómenos que se presentan son la formación de caries y la elaboración del yogur, lo que permite hablar de bacterias perjudiciales y bacterias benéficas para la salud. De esta manera, el objetivo es analizar cómo los alumnos son capaces de identificar las funciones de nutrición, relación y reproducción en las bacterias, es decir, aplicar las características del modelo ser vivo al estudio de un ser vivo muy distinto a nosotros o a otros seres vivos más conocidos.

Encontramos interesante estudiar las bacterias con los alumnos para así propiciar un consumo razonable de alimentos dulces y para que, al mismo tiempo, tomen las medidas higiénicas básicas para ingerirlos. Consideramos que es importante que sepan argumentar las razones de sus actuaciones.

Esto nos lleva a hablar de otro aspecto importante en esta investigación: el desarrollo de las competencias científicas en la escuela. Por competencia científica entendemos “los conocimientos científicos de un individuo y el uso de ese conocimiento para identificar problemas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre cuestiones relacionadas con la ciencia” (OCDE, PISA 2006). Sanmartí (2008) afirma que esta definición conlleva que el alumno disponga de conocimientos, pero no con la finalidad de repetirlos, sino con la de saberlos usar para actuar.

Así mismo, Sanmartí (2008) sostiene que “trabajar en el aula desde el punto de vista competencial conlleva que el alumnado reconozca para qué le sirve lo que está aprendiendo”. Para que esto ocurra, pensamos que el alumnado debe partir de la observación de fenómenos cotidianos que conoce y que puede experimentar; en este caso las caries y la elaboración del yogur.

Para realizar la actividad se ha diseñado una unidad didáctica basada en las ideas clave del modelo ser vivo, que pretende relacionar la ciencia, concretamente los microorganismos, con la vida cotidiana. Así, se propone una secuencia de enseñanza-aprendizaje que nos permitirá, a partir de la identificación de los niveles de desempeño de una progresión de aprendizaje, verificar el grado de adquisición del modelo.

Esta investigación tiene como finalidad principal comprender cómo los alumnos y alumnas de 7 años de segundo curso de primaria (re)construyen el modelo ser vivo. También pretende conocer y estudiar las relaciones que se establecen entre los modos comunicativos a partir de un análisis multimodal de las representaciones gráficas, textuales y orales que los alumnos realizan a lo largo de la unidad. De igual modo, tratamos de investigar cómo, paso a paso, los alumnos van cambiando de niveles en una escala de progresión de aprendizaje en la construcción del modelo ser vivo a partir del estudio de los distintos medios en los que encontramos las bacterias nocivas y benéficas para la salud.

1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La justificación de la investigación se da por dos vías. Por un lado, por su importancia en el contexto de la educación científica en edades tempranas y de la educación para la salud. Por otro, por las motivaciones personales de la investigadora que influyeron en la concreción de este trabajo.

1.2.1 IMPORTANCIA EN SU CONTEXTO

La importancia de una buena higiene es esencial para mantener una buena salud. La educación para la salud es fundamental y se suele aprender en casa con la familia a través de acciones como bañarse o cepillarse los dientes. De todos modos, creemos que la escuela desempeña en este punto un papel imprescindible en la educación, ya que puede dar el soporte científico a los conocimientos empíricos aprendidos en casa, tales como la existencia de microorganismos responsables de las enfermedades o los benéficos para el funcionamiento del cuerpo humano.

La salud es algo importante que las personas ganan o pierden en cualquier lugar donde haya interacción con el medio, como por ejemplo el hogar, la escuela o el trabajo. Por ello, se debe comprender el valor intrínseco de la salud y los factores favorables o perjudiciales que pueden afectar a esta. Para formar un colectivo saludable es necesario ayudar a los que desconocen estos factores, contribuyendo al buen mantenimiento de su salud y la de los que están a su alrededor (Ancarola, 1990).

Nuestra experiencia en las escuelas infantil y primaria nos ha permitido constatar que se trabajan pocos temas de ciencias. Ello puede ser debido a la poca confianza de las maestras en estos temas, puesto que se consideran con conocimiento científico insuficiente; además de la creencia equivocada de que los niños más pequeños no son capaces de aprender ciencia (Pujol, 2003). Sin embargo, no estamos de acuerdo con

dicha creencia y pretendemos demostrar que sí es posible trabajar las ciencias desde edades muy tempranas.

La introducción de temas como la higiene y los microorganismos en clases de primaria puede ayudar a los niños y niñas a entender la importancia de acciones como ducharse, lavarse las manos después de ir al baño, cepillarse los dientes o lavar las frutas y verduras antes de comer.

Esta investigación pretende explorar, y hacer evolucionar, las ideas previas de alumnos de primaria sobre los microorganismos existentes a su alrededor y, más específicamente, en la boca y en alimentos como el yogur. Para lograrlo, hemos llevado a cabo una unidad didáctica en la que se priorizaba la enseñanza del modelo ser vivo.

1.2.2 MOTIVACIONES PERSONALES

La motivación que me llevó a realizar este trabajo en didáctica de las ciencias fue la de unir dos áreas en las que trabajo desde el principio de mi vida profesional: la educación y la biología. Empecé mi trabajo como profesora dando clases a niños y niñas de tres a seis años de edad, clases de “Laboratorio de Biología”, así denominadas para diferenciarlas de las clases generales. En estas clases trabajábamos conceptos básicos de higiene y salud, además de zoología y botánica, siempre haciendo uso de dibujos que representaban lo que el alumnado había entendido de la clase. Estos dibujos eran utilizados para evaluar su participación en clase, qué conceptos habían sido comprendidos y dónde se encontraba mayor dificultad.

Mientras daba las clases pude percibir las habilidades, la capacidad de actuar ante cualquier situación; observé cómo los niños y niñas razonan a su manera basándose en sus pocos conocimientos científicos-académicos, sus limitaciones y su gran imaginación. Gracias a esta experiencia profesional me di cuenta de que era posible trabajar conceptos científicos con alumnos de educación infantil, pero que era necesario hacer la transposición didáctica y la adaptación del lenguaje científico a su nivel.

Se me ofreció la posibilidad de volver a trabajar con estudiantes de edad temprana cuando empecé el Máster en Investigación en Didáctica de las Ciencias, haciendo realidad un sueño que tenía desde que llegué a Barcelona: juntar la microbiología y la educación infantil para probar que es posible trabajar conceptos científicos con niños y niñas de ciclo inicial.

Siguiendo este objetivo personal, al empezar el doctorado mi intención seguía siendo la de trabajar con alumnos de infantil o primaria, de modo que sus dibujos fuesen parte principal de mi investigación, ya que mi meta siempre había sido profundizar en el tema de análisis de dibujos. Entonces, surgió la oportunidad de trabajar con alumnos de 7 años de edad de segundo curso de educación primaria, cumpliendo una vez más mi objetivo personal y profesional.

Además, la idea de trabajar con el modelo ser vivo y la progresión de aprendizaje formaban parte del objetivo profesional de participar en las grandes discusiones sobre el tema con investigadores expertos, hecho que se materializó a través de los diversos congresos nacionales e internacionales en los cuales he participado presentando partes de esta investigación y para los que he contado con el apoyo financiero del Ministerio de Ciencia e Innovación de España y de la Generalitat de Catalunya.

1.3 PREGUNTAS Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo principal de esta investigación es:

Analizar cómo los distintos modos comunicativos y las actividades experimental, lectora y comparativa contribuyen a la construcción del modelo ser vivo en alumnos de primaria durante la realización de una secuencia didáctica sobre los microorganismos.

Para ello, hemos intentado responder a las siguientes preguntas de investigación basándonos en sus objetivos específicos:

PREGUNTA 1: *¿Cómo contribuyen los distintos modos comunicativos en la construcción del modelo ser vivo a partir de la identificación de niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje del modelo ser vivo?*

Para responder a esta pregunta se propuso:

OBJETIVO 1: Analizar la contribución de la comunicación multimodal en la construcción del modelo ser vivo inicial a partir de la identificación de niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje del modelo ser vivo.

Una parte importante de esta investigación es analizar la influencia de la comunicación multimodal en la construcción del modelo ser vivo a partir de las producciones orales, escritas y los dibujos realizados por los alumnos durante la primera sesión de la unidad didáctica. En ésta, se les pedía de manera explícita que dibujaran, escribieran y explicaran individualmente los cambios experimentados en los dientes cuando se producen las caries.

Para analizar las producciones del alumnado, hemos identificado los niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje del modelo ser vivo en cada uno de los

modos comunicativos a partir del contenido representado. La relación especializada o de cooperación entre los modos comunicativos permite determinar el nivel global de cada alumno en la progresión del aprendizaje.

PREGUNTA 2: *¿Cómo contribuye la discusión entre iguales a la construcción multimodal del modelo ser vivo?*

Otro objetivo de esta investigación es analizar la influencia de la discusión entre iguales y los elementos argumentativos que utilizan los alumnos en el proceso de construcción del modelo ser vivo. Para ello nos planteamos dos objetivos:

OBJETIVO 2.1: Analizar los elementos argumentativos que utilizan los alumnos para justificar sus afirmaciones.

Los elementos argumentativos utilizados por los alumnos para convencer a sus compañeros de que su idea es la más correcta son objeto de estudio de diversas investigaciones en Didáctica de las Ciencias, puesto que esta es la forma que tenemos de entender el razonamiento del alumnado, lo cual nos ayuda a entender mejor el proceso de construcción del modelo ser vivo por parte de los alumnos.

Para conseguir este objetivo se ha analizado cada intervención desde la perspectiva del uso de argumentos propuesta por Toulmin (1958) y adaptada por Jiménez Aleixandre (2010).

OBJETIVO 2.2: Analizar la influencia de la discusión entre iguales en el proceso de construcción multimodal del modelo ser vivo.

La interacción es fundamental para el cambio, mejora, construcción y reconstrucción del modelo ser vivo. Para comprobar tal hecho nos propusimos analizar la discusión que se desarrolló en pequeños grupos para consensuar el dibujo y las explicaciones conjuntas cuando exponían sobre el proceso de formación de la caries. Esta discusión se realiza de manera autónoma, sin prácticamente la intervención de la maestra o de la investigadora, para poder establecer cómo la discusión entre iguales influye en el cambio, mejora, construcción y reconstrucción del modelo ser vivo.

A cada intervención se le ha realizado un análisis de los elementos argumentativos y asignado un nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje a partir del análisis del contenido de la discusión entre iguales.

PREGUNTA 3: *¿Cómo contribuye la actividad experimental, lectora y comparativa en la construcción del modelo ser vivo a partir de la identificación de niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje del modelo ser vivo?*

Para responder a esta pregunta se propuso:

OBJETIVO 3: Analizar la contribución de la actividad experimental, lectora y comparativa en la construcción del modelo ser vivo a partir de la identificación de los niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje del modelo ser vivo.

Para conseguir este objetivo se han analizado las respuestas en grupo de los alumnos a la actividad experimental de elaboración del yogur y las respuestas por pareja a una actividad lectora sobre la influencia de la higiene y la alimentación en el desarrollo de las caries. Así mismo, se llevó a cabo una actividad comparativa entre dos seres vivos muy distintos con la intención de compararlos y atribuirles funciones semejantes que les caracterizan como tal de forma individual y en grupo. Nos planteamos estas actividades con la intención de cambiar el contexto trabajado (hasta el momento la boca) y el rol de la bacteria para así proporcionar a los niños una visión más amplia y compleja del concepto “bacteria”.

Tales actividades fueron analizadas atribuyendo niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje a partir del contenido expuesto en las respuestas.

1.4 ORGANIZACIÓN GENERAL DE LA TESIS

La tesis está organizada en seis capítulos, más la bibliografía. Al finalizar la bibliografía se presentan los índices de figuras y tablas.

En el primer capítulo denominado **Introducción**, presentamos un panorama general de lo que hemos estado trabajando a lo largo de la tesis, además de las *Preguntas y Objetivos* en los cuales nos hemos basado para el análisis de los datos recogidos.

En el **Capítulo 2: Marco Teórico** explicitamos nuestros referentes teóricos en un recogido bibliográfico que prioriza los artículos más actualizados y relevantes sobre los principales temas que fundamentan este trabajo. Nos apoyamos en seis campos distintos que se complementan: la *Enseñanza de las Ciencias en Edades Tempranas*, en este apartado abordamos la enseñanza de las ciencias de manera general para alumnos de infantil y primaria, prestando especial atención a la enseñanza del ser vivo. A continuación en el subapartado *La microbiología y los microbios: Evolución del concepto científico* se presentan algunos de los conceptos científicos sobre los microorganismos y su evolución. En el siguiente apartado la *Educación para la salud*, se destaca la importancia de trabajar con los alumnos determinados contenidos científicos que les permitan justificar y llevar a cabo buenos hábitos higiénicos.

La *Comunicación multimodal* constituye uno de los principales enfoques de esta investigación. Se hace una revisión del uso de los dibujos en clases de ciencias y de los elementos argumentativos presentes en una discusión en torno a la construcción del modelo ser vivo, hecho que nos permite continuar el marco teórico y abordar el uso de los *Modelos* en la enseñanza de las ciencias, prestando especial atención al modelo ser vivo y a las ideas previas del alumnado de primaria.

Para finalizar el marco teórico, presentamos algunos de los referentes teóricos más relevantes sobre el uso de la *Progresión de aprendizaje* en la construcción y análisis

de unidades didácticas, con la intención de poder acompañar y cotejar el desarrollo del conocimiento por parte del alumnado.

En el **Capítulo3: Metodología de la Investigación:** presentamos todos los métodos, instrumentos y estrategias empleados en la recogida de datos, análisis de los mismos, además del contexto en que hemos trabajado, es decir, población y muestra, así como la descripción y los objetivos que fundamentan nuestra unidad didáctica diseñada específicamente para este trabajo.

El análisis de los datos obtenidos en esta investigación se presenta en dos capítulos debido al cambio de enfoque dado a los mismos según los objetivos de la investigación y el momento de la unidad didáctica. De esta manera, en el **Capítulo 4: Modelo Inicial – Resultados y Discusión,** presentamos los resultados, análisis y discusión sobre la construcción multimodal del modelo ser vivo, correspondiente a la primera sesión de la unidad didáctica.

En el **Capítulo 5: La influencia de las Actividades en la construcción del modelo ser vivo - Resultados y Discusión** presentamos resultados, análisis y discusión de las actividades experimental, lectora y comparativa llevadas a cabo en las sesiones 2, 3 y 4 respectivamente de la unidad didáctica. En este apartado nos fijamos en cómo cada actividad contribuye en la construcción del modelo ser vivo.

En el **Capítulo 6: Conclusión e Implicaciones educativas** abordamos las conclusiones derivadas del análisis de los datos, de acuerdo con los objetivos de la tesis de manera a responder todo lo que nos hemos planteado desde el inicio del trabajo.

Finalmente, presentamos la **Bibliografía** utilizada y consultada para fundamentar el presente escrito.

1.4.1 RECOMENDACIONES PARA LA LECTURA

Esta tesis es productor de una unidad didáctica llevada a cabo con niños y niñas de 7 años, a esta edad, pocos de ellos conocían la palabra bacteria y lo que ella representa,

por eso muchas veces hacen referencia a la misma o a un ser vivo desconocido por ellos utilizando la palabra *bicho*. Este término es una constante en la lectura del presente trabajo. Decidimos mantenerlo a lo largo de la escritura para reflejar más fielmente las representaciones del alumnado.

Las transcripciones aquí presentadas reflejan exactamente lo que dijo o escribió el alumnado sin correcciones ni inferencias.

Los dibujos fueron editados de forma a mantener el anonimato del estudiante, borrando solamente los nombres reales.

Finalmente, espero que disfrute de la lectura empleando su curiosidad y entusiasmo, igual que un niño con un juguete nuevo, para entrar en el maravilloso mundo de los microorganismos en un aula de primaria. Igualmente pido disculpas por los errores y los “portuñoles” que al escribir y editar pueda haber cometido.

Capítulo 2 : MARCO TEÓRICO

En este capítulo se exponen los referentes conceptuales en los que se basa la investigación. El capítulo está dividido en cinco partes.

Empieza discutiendo sobre la enseñanza de las ciencias en edades tempranas, específicamente sobre la enseñanza del modelo ser vivo en primaria. Se presentan algunas ideas sobre la evolución del concepto científico base, los microorganismos y las bacterias.

A continuación, se hace una disertación breve sobre la educación para la salud. De ahí, se pasa al marco de la comunicación multimodal, la construcción de modelos y para finalizar, la progresión de aprendizaje.

2.1 ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN EDADES TEMPRANAS

Aunque en esta investigación nuestra motivación sea el alumnado y no el rol de la maestra en el desarrollo de la unidad didáctica, creemos pertinente enfatizar el papel del adulto (especialmente maestros y padres) en la vida educativa del niño. En la enseñanza infantil y primaria juega un papel importante tanto en el contexto escolar de aprendizaje formal como en el hogar (aprendizaje informal).

Las intervenciones e indagaciones que un adulto hace a un niño le pueden influenciar y hacer cambiar sus perspectivas e ideas previas. Para Pujol (2003) las palabras que un adulto profiere son muy importantes en el momento del cambio conceptual y en la forma de ver los fenómenos.

En la psicodidáctica encontramos términos como “andamiar” y “sostener” para denominar el papel del adulto en la educación de niños y niñas. Illarramendi y Olazabalaga (1999) afirman que las intervenciones del adulto son más importantes cuando el alumno encuentra dificultades en la realización de tareas, originando una influencia educativa ejercida mediante el establecimiento de pautas de interacción en las intervenciones en momentos clave del aprendizaje. Por otro lado, la enseñanza de las ciencias a niveles de infantil y primaria depende del profesor, del interés personal y el entusiasmo (Gatt et al., 2007) que éste pone en las clases, estimulando a los alumnos desde muy jóvenes a tener interés por la ciencia para que se apropien de ella y facilitando el camino del aprendizaje en los próximos años escolares.

Según las ideas actuales sobre didáctica y epistemología, la enseñanza de las ciencias debería servir a los alumnos para aprender a explicar los hechos y fenómenos del mundo utilizando las ideas elaboradas por los científicos (Izquierdo, 2004). El nivel

educativo del alumnado condiciona tanto el nivel de complejidad de las preguntas formuladas en el aula como los modelos científicos construidos en las clases de ciencias. Sin embargo, su finalidad debe ser aprender a explicar teóricamente y a interpretar las evidencias con base en la teoría.

El aprendizaje humano, principalmente en edades tempranas, está relacionado con los hechos, objetos, fenómenos y observaciones próximos a los niños, dando como resultado un conocimiento generado por el entorno, es decir, la sociedad a la cual pertenece este individuo. Partiendo del principio de que el individuo es un producto de la sociedad, coincidimos con Illarramendi y Olazabalaga (1999) al afirmar que el conocimiento individual es algo indisociable del contexto interpersonal. Estudios recientes han demostrado que el hogar y las observaciones directas desempeñan un papel importante en la comprensión de fenómenos biológicos por parte de los niños (Hatano y Inagaki, 1997; Tunnicliffe y Reiss, 1999 en Prokop et al., 2007).

El Equipo Pequeños Científicos (EPC) de Colombia trabaja de forma similar al proyecto *La Main à la Pate* (LAMAP) del francés Georges Charpak que afirma que el aprendizaje humano puede partir “de los conocimientos ingenuos de los niños para guiarlos a que construyan paulatinamente comprensiones más científicas de los fenómenos que observan a su alrededor”, es decir, que debemos buscar el desarrollo del espíritu científico en el niño a la vez que debemos consolidar las habilidades de comunicación y valores ciudadanos (EPC, 2002, p. 27).

Coincidimos con el EPC (2002) cuando afirman que es importante estimular y cultivar la curiosidad natural del niño, ya que los niños suelen ser conscientes y estar interesados por el mundo que les rodea (Gatt et al., 2007), lo que nos permite hacer uso de la curiosidad para introducir temas científicos que tienen su origen en la indagación científica.

Partiendo de esto, creemos que la curiosidad natural de los alumnos de las etapas infantil y primaria es un importante punto de partida para trabajar temas científicos donde podemos explorar las ideas previas y contrastar con los modelos científicos

escolares propuestos por sus maestras o tutoras e ir avanzando hacia el interés por la ciencia.

Pensando en esta curiosidad y con el propósito de introducir o aumentar el interés por las ciencias nos proponemos, a través de las caries y del yogur, estimularla con el fin de que los alumnos se fijen en los fenómenos comunes en sus vidas para llegar a una construcción más compleja e importante del conocimiento científico.

Es en esta etapa de la enseñanza escolar cuando debemos despertar y fomentar el interés del alumnado por las ciencias (Gil Quílez y Martínez Peña, 2008a), pues, como afirman Osborne y Dillon (2008) en su reflexión sobre la educación científica europea, es necesario un mayor esfuerzo en garantizar la calidad de la educación científica antes de los 14 años. Esto es así porque, según los autores, hasta esa edad los estudiantes desarrollan su interés y las aptitudes con relación a la ciencia escolar, lo que posibilita un mayor compromiso por parte del alumnado hacia las oportunidades de interactuar con la ciencia tanto dentro como fuera de la escuela, resaltando que dentro de las escuelas las investigaciones han demostrado que el principal determinante de interés de los estudiantes es la calidad de la enseñanza.

Sin embargo, raras veces se enseña a los niños y niñas de edad preescolar conceptos científicos tanto de la química como de la biología, aunque sería fácil introducirlos, ya que a menudo se plantean temas como los hábitos en relación a la higiene personal o se juega y experimenta con materiales como el agua, la tierra, pinturas, etc. Introducir las ciencias en las escuelas desde las primeras etapas, nos permite explorar las ideas previas de los alumnos sin tener que lidiar con la interferencia o influencia de representaciones equivocadas que pudieran ser expuestas formalmente a los niños en las escuelas.

Pujol (2003) comenta que en numerosas ocasiones se cree que la educación científica está restringida al aprendizaje de teoría y leyes ya definidas por la comunidad científica. Esto provoca que los alumnos de educación primaria sean incapaces de aprenderlas, ya que para ello tendrían que hacer abstracciones, plantear hipótesis o manejar más de una o dos variables. Así mismo, la enseñanza de las ciencias en

primaria suele limitarse, por ejemplo, a conceptos como los seres vivos o ecosistemas en medios estables e irreales, es decir, si trabajan temas como el fuego, éste sería un fenómeno aislado, sin tener en consideración otros factores como el viento, los animales terrestres y voladores, si la tierra es seca o húmeda, etc., esto es, factores que influirían en el fenómeno (Gómez, Sanmartí y Pujol, 2007).

Al igual que Pujol, discordamos de esta creencia, porque para nosotras la educación científica va mucho más allá de las leyes y aprender ciencias es algo factible a cualquier edad. Pujol (2003) prosigue afirmando que aprender es integrar formas culturales en la propia estructura cognitiva, ser capaz de organizar el conocimiento a través de los lenguajes; hecho al que denomina las “maneras de ver” los fenómenos de la naturaleza que van cambiando poco a poco a las “formas de ver”, según ella, más próximas a la ciencia. Finalmente, la autora llega a la conclusión de que los alumnos de primaria son capaces de aprender ciencias cuando aprenden a reconocer regularidades en los fenómenos naturales y físicos que les permiten comprender y hacer predicciones sobre los mismos.

De este modo, coincidimos con Gil Quílez y Martínez Peña (2008a) cuando afirman que “es importante que el alumno haga, hable y piense sobre ciencia, lo que no siempre se realiza en el aula de primaria, bien sea por inseguridad del maestro, porque piensa que no es el momento, que no hay tiempo, que no hay ‘laboratorios’ ni materiales o que los alumnos son pequeños”. Además, la construcción de una base de conocimientos es un proceso complejo para un niño, ya que una gran cantidad de información es adquirida formalmente en la escuela (Prokop et al., 2007).

2.1.1 ENSEÑANZA DEL SER VIVO EN PRIMARIA

La enseñanza de las ciencias en primaria está muchas veces ligada a los seres vivos, como se ha dicho anteriormente. Sin embargo, el tema “los seres vivos” es demasiado general y se trata en diversos momentos de la enseñanza escolar (Heras y Pérez, 2011; Heras y Jiménez, 2009). Su importancia en la enseñanza primaria es incuestionable, ya que estos (los seres vivos) son la base de toda la educación

biológica escolar y, además, nos permite considerar el modelo ser vivo como un modelo irreducible fundamental en el campo de la biología (Pujol, 2003).

La meta, entonces, es direccionar la enseñanza sobre los seres vivos en algo útil, placentero y de forma sólida para que este conocimiento inicial sea válido durante toda la vida académica y personal del alumnado. Cañal (2008) dice que está claro que, como seres vivos que somos, su estudio está más que justificado. Además, la convivencia inmediata y en contacto continuo con otros seres vivos crea un interés palpable en el alumnado de primaria.

Nuestro objetivo es la enseñanza de los seres vivos a partir del estudio de los microorganismos, específicamente las bacterias. A continuación se citan algunos trabajos similares. Según Pujol (2003) “entrar en el concepto de diversidad de los seres vivos es introducirse en la gran variabilidad estructural y funcional que ha tenido y tiene en la evolución de la vida”.

Llevando a cabo tal meta, encontramos el trabajo de Caballer y Giménez (1992) en el cual apuntan la dificultad del alumnado para contestar a la pregunta de si los microorganismos son o no seres vivos. Según las autoras, al preguntar si están formados por células, pocos alumnos fueron capaces de contestar que sí y justificarlo. Hubo algunos que sí lo hicieron, “pero sin mediar ninguna explicación, con lo que no podíamos averiguar si la respuesta se debía a la comprensión de que todo ser vivo está formado por células o a la idea de que este era el caso de los microorganismos, pero no el de todos los seres vivos”.

Cada investigación escolar sobre los seres vivos va aportando a los alumnos nuevos conocimientos sobre objetos de estudio particulares.

(Cañal, 2003)

Nagy (1953) trabajó con alumnos de entre 5 y 10 años de edad y constató que la palabra “germen” era la más empleada para referirse a los microorganismos y que estos eran animales, principalmente insectos. Las representaciones variaban entre formas geométricas como puntos, círculos y cuadrados, entre otras. En la última parte de la investigación, los alumnos concluían que los “gérmenes” entraban y

salían de la boca mientras comían o ponían algún objeto en la misma. Para los niños y niñas que participaron en este estudio, los “gérmenes” tienen una actividad dañina en nuestro cuerpo y viven en detrimento del mismo.

Byrne (2003) trabajó con alumnos de 7, 11 y 14 años, tomando como muestra a 10 representantes de cada grupo de edad. En este trabajo inicial pudo identificar la confusión mental en relación a la actividad de los microorganismos, ya que sus ideas eran poco claras, contradictorias y fragmentadas independientemente de la edad, al mismo tiempo que se mostraban resistentes al cambio. Así mismo, la autora reconoció en las respuestas del alumnado la idea predominante de que los microorganismos son perjudiciales y causantes de enfermedades, aunque los alumnos de 11 años no mencionaron demasiadas veces esta idea.

En 2006, Bryne y Sharp publicaron la continuación de este trabajo, además de algunas sugerencias para el profesorado que quisiera trabajar sobre los microorganismos con sus alumnos. Complementando el trabajo anterior, los autores han identificado que las ideas, además de contradictorias y negativas, están basadas en sus imaginaciones y fantasías más que en una información factual y real. Además, afirman que para los niños de 7 años su casa y su familia, especialmente los padres, ejercen una gran influencia en sus conocimientos. Los alumnos de 14 años mencionaron la televisión y otros medios, incluyendo revistas, como fuente de influencia en sus conocimientos.

Entre las sugerencias para el profesorado, los autores (Bryne y Sharp, 2006) afirman que investigaciones donde se utilizan levaduras y *Lactobacillus* son favorables para el aprendizaje sobre los microorganismos, su importancia en la fabricación de alimentos, agricultura y medio ambiente. En concordancia con los autores, hemos utilizado las bacterias del yogur, es decir, los *Lactobacillus sp.* para complementar nuestra unidad didáctica y mejorar el conocimiento del alumnado.

Años después, Jenny Byrne amplió su estudio con la misma franja de edad y publicó junto con otros autores sus hallazgos. Concretamente, Byrne, Grace y Hanley (2008) determinaron en su investigación que 416 niños de 7, 11 y 14 años de edad

presentaban ideas antropocéntricas y antropomórficas independientemente de la edad, aunque el porcentaje de alumnos con estas ideas fuese disminuyendo de acuerdo con la misma.

Los autores (Byrne, Grace y Hanley 2008) afirman también que las ideas están muy arraigadas y son difíciles de cambiar, y que los dibujos y el lenguaje muchas veces indicaban una forma metafórica de representar sus conocimientos, aunque esto sí solía presentar cambios con relación a la edad del alumnado. Como en otras investigaciones, los autores afirman que los alumnos consideran los microorganismos peligrosos y dañinos para la salud humana, puesto que son vistos de forma negativa. Esta forma de pensar, aparentemente “prohíbe” al alumnado pensar en la importancia de los microorganismos en el ciclo de la materia, en su papel en la descomposición y en sus aplicaciones benéficas en la biotecnología.

Así como los autores anteriormente citados y el más reciente trabajo de Byrne (2011), Mayerhofer y Márquez (2009) constataron que las ideas antropocéntricas y antropomórficas acerca de los microorganismos se hacen evidentes a través de varios conceptos clave como la morfología (los alumnos dibujan seres humanoides cuando van a representar a un microorganismo), la ubicación (los microorganismos forman ciudades y casas), la salud y la enfermedad en todas las edades investigadas, esto es, en alumnos de 5 a 14 años.

De igual manera, Dominguez (2009) constató en su estudio con niños y niñas de aproximadamente 4 años que son capaces de apropiarse de diversos conocimientos sobre los invertebrados (en su caso estudió las mariposas) y algunas características del ser vivo como aspectos morfológicos, ciclo de vida, actividades biológicas e interacciones con otros seres vivos. Según la autora, estos conocimientos contribuyeron en el proceso de construcción del conocimiento sobre los seres vivos.

Cañal (2003) en su artículo “¿Qué investigar sobre los seres vivos?” empieza afirmando la importancia y cuán valioso es estudiar en primaria a los seres vivos, animales y vegetales comunes en el entorno para el desarrollo de los niños y niñas, ya que la mayoría del alumnado de primaria suele “mostrar un notable interés por

conocer muchos aspectos sobre los seres vivos, cómo son, cómo viven, qué hacen, cuáles resultan peligrosos, cómo se reproducen, etc.”.

En concordancia con esta idea, nos planteamos ir un poco más allá de la enseñanza de animales y vegetales comunes, introduciendo las bacterias como seres vivos microscópicos de importancia vital para nosotros. Sobre todo, por la importancia de ayudar a los alumnos a generalizar y reconocer cómo diferentes seres vivos realizan de distintas maneras las mismas funciones vitales.

2.2 LA MICROBIOLOGÍA Y LOS MICROBIOS: EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO CIENTÍFICO

Conocer aspectos como la historia del origen de los microorganismos y algunas de sus funciones puede ayudar al docente a determinar cuáles son las dificultades conceptuales que se pueden generar y/o presentar en el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte del alumnado. El siguiente punto se ha redactado con este objetivo .

La microbiología, según Zinsser et al. (1994, p.15), es el intento de solucionar los “problemas del origen de la vida, la putrefacción de los materiales orgánicos muertos y la naturaleza de las alteraciones transmisibles en el cuerpo de los seres humanos y animales vivientes”. Brock y Madigan (1993, p.1) definen en su libro que “la microbiología es el estudio de los microorganismos, un grupo externo y diversificado de organismos que existe tanto como células individuales como en conglomerados de las mismas” y al mismo tiempo añaden que un microorganismo es aquel capaz de vivir independiente de otras células, llevando a cabo ella misma y sola, todos los procesos vitales para un ser vivo.

Esta disciplina nació de la preocupación por los “agentes invisibles” que causaban enfermedades como la lepra ya en el siglo II a.C., pero no pudo ser estudiado hasta 1608 a partir de la invención del microscopio por Galileo. Sin embargo, fue en 1674 cuando Anton van Leeuwenhoek, un pulidor de lentes, observó, describió y dibujó por primera vez lo que él llamó “animáculos” (Figura 2.2.1), concepto que incluía las principales formas morfológicas aceptadas hasta hoy en representaciones de

bacterias, protozoos y hongos, es decir, formas esféricas, de espirales, de bastones, filamentosos y cuerpos globulosos (Zinsser et al., 1994; Giordan et al., 1988).

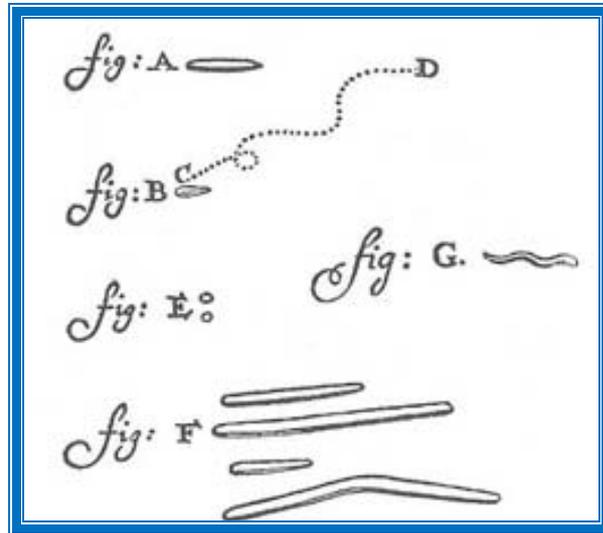


Figura 2.2.1: El 7 de septiembre de 1674, Anton von Leeuwenhoek presenta en su sexta carta a la Royal Society inglesa los dibujos de organismos microscópicos, estos los más antiguos que se conocen

Con el paso de los años y el perfeccionamiento del microscopio fueron surgiendo nuevos microorganismos; cada uno recibiría entonces un nombre científico. Generalmente se hacía uso de los nombres de los científicos que los observaron por primera vez, de manera que llegó un punto en el cual existían muchos nombres específicos, pero ninguno que generalizase a estos “animáculos”. Fue a partir de ese momento cuando, en una reunión de la *Royal Society* de Londres, los científicos más importantes de la década de 1670 (aproximadamente) decidieron llamar a todos estos microorganismos *microbios*, generalizando y facilitando el nombramiento de seres microscópicos y haciendo llegar así a toda la población el conocimiento de la existencia de seres diminutos invisibles a simple vista.

Los microorganismos pueden ser tanto benéficos para el cuerpo humano como perjudiciales. Existen algunos, como la bacteria *Lactobacillus sp*, que nos protegen el intestino, nos ayudan en la digestión de alimentos lácteos y son importantes en el combate del virus de la gripe; pero también existen otros muy comunes y que afectan

a nuestra salud, principalmente cuando somos niños, como es el caso del virus de la varicela (*Varicela-zoster*), que provoca erupciones rojas en la piel debido a las vesículas llenas de líquido que contienen una alta cantidad de este virus. Sin embargo, los microorganismos son esenciales para nuestra salud, ya que actúan como barreras contra otros microbios dañinos o en la digestión de verduras, por ejemplo.

Desde un punto de vista científico, los microorganismos tales como las bacterias y los hongos son considerados seres vivos, ya que cumplen con las propiedades básicas (materia organizada y compleja, reproducción, evolución, metabolismo y desarrollo). Las bacterias son unicelulares, es decir, agregan todas esas funciones en una única célula que lleva a cabo tanto el metabolismo como la reproducción, pero en un grado de complejidad más bajo si las comparamos con los seres vivos pluricelulares. Los seres unicelulares constituyen la mayor parte de seres vivos de la Tierra, entre ellos se encuentran las bacterias – como se ha dicho anteriormente, algunos hongos, los protozoos y las *archaea* (organismo muy semejante a las bacterias, pero con diferencias significativas entre la membrana celular y la composición de lípidos).

Los seres vivos pluricelulares son aquellos que albergan una cantidad superior a dos células, las cuales realizan las funciones vitales con mayor complejidad y mejor especificidad que los seres unicelulares, son capaces de formar tejidos y órganos especializados llevan a cabo una determinada función en un organismo multicelular. Entre ellos se encuentran otros hongos, las plantas y los animales.

La cantidad de células no limita y tampoco identifica si un organismo es o no perjudicial para la salud; lo que determina su nocividad son los componentes, acciones y funciones de cada ser vivo ligado a la inmunidad del hospedero, es decir, un microorganismo puede ser muy dañino en un individuo con baja inmunidad y no serlo en otro que goce de una buena salud.

Los microorganismos nocivos se encuentran muchas veces en la suciedad en general, en las manos, en objetos no esterilizados, en animales, en el aire, en la tierra o en cualquier ambiente que sea propicio para su mantenimiento hasta que encuentre un huésped con la inmunidad baja donde pueda reproducirse y liberar sus toxinas,

contaminando e infectando al individuo. Por esta razón es muy importante mantener hábitos como el de lavarse las manos como modo preventivo de contacto directo con estos seres vivos no deseados.

Por todo lo expuesto anteriormente, pensamos que desde la educación científica es importante que el alumnado sepa relacionar los microorganismos con el modelo de ser vivo, ya que estos, aunque diminutos, realizan las mismas funciones que cualquier otro ser vivo.

Pujol (2003) recuerda que el estudio del modelo de ser vivo es una tarea compleja, puesto que un ser vivo está en constante interacción con el medio que le rodea. La autora propone que el estudio sea planteado desde un contexto de aprendizaje, con el objetivo de aproximar el conocimiento científico a los alumnos para que puedan reconocer y construir las relaciones que vinculan cada ser vivo con el medio en el que vive.

2.3 EDUCACIÓN PARA LA SALUD

La escuela como fuente de conocimiento formal nos permite contextualizar los saberes científicos, cotidianos y pedagógicos, al ser un lugar de producción y divulgación del discurso científico y el espacio interactivo por excelencia (Cohen y Martins, 2008) y nos da la posibilidad de dar fundamento científico a temas habituales en nuestro día a día como los relacionados con la salud.

En el año 1986, el Departament d'Ensenyament, Sanitat i Seguretat Social de la Generalitat de Catalunya propuso en las Orientaciones y Programas Escolares que la enseñanza de la educación para la salud tuviera como objetivo la lucha por la salud personal y social, ya que esta era una manera de trabajar temas prioritarios para la sanidad del alumnado y que permitieran, al mismo tiempo, que estos se conviertan en adultos sanos, capaces de hacer posible una sociedad sana en el futuro. Así, la educación sobre la salud debe regirse por las ideas actuales de lo que constituye los conceptos de salud, considerando *salud* como la ausencia de enfermedad (Sutherland, 1980 en Gómez y Guillaumin, 2009).

También podemos considerar la salud como el estado óptimo de equilibrio dinámico entre el ser humano y su ambiente. Cuando este equilibrio se pierde debido a agresiones en el ambiente o en el cuerpo, nos encontramos en el estado de *enfermedad* (Ancarola, 1990). Llop (1995) recuerda que los niños muchas veces padecen enfermedades por infecciones durante los primeros 4 años de vida debido a la inmadurez de su sistema inmunitario, hecho que se presenta pocas veces durante los primeros meses de vida, ya que el bebé todavía posee la inmunidad pasiva transmitida por la madre. El autor incluso menciona que el riesgo de contraer estas enfermedades aumenta considerablemente si el niño o la niña frecuenta la guardería, debido a la mayor probabilidad de entrar en contacto con microorganismos de sus compañeros y/o funcionarios del local.

La mayoría de las enfermedades infecciosas se contraen por la presencia de microorganismos y la transmisión de éstos persona a persona o persona-objeto, es decir, entre la fuente de infección y el receptor. La transmisión del microorganismo muchas veces ocurre a través de las manos de la persona infectada o de un portador pasivo a otro ser sano, ella depende tanto de las características particulares de cada microorganismo como del modo de contagio, supervivencia en el ambiente, dosis infectante, formas asintomáticas, estado del portador y de las peculiaridades del ambiente en que se encuentra la persona (Llop, 1995).

Las guarderías y escuelas infantil y primaria son los principales centros de contaminación por la falta de conciencia natural de los niños sobre la importancia de la higiene y la cantidad de secreciones nasales y oculares, además de la mala limpieza cuando el niño va al lavabo, contaminando sus manos y ropas. Lo mismo pasa con las educadoras y funcionarias de las guarderías y escuelas que son responsables de cambiar pañales o ayudar a los niños en el lavabo.

Ancarola (1990) confirma la importancia de la piel y las mucosas que recubren los órganos exteriores, como la boca y la nariz, como la primera barrera de defensa del organismo que tiene la capacidad de ponerse en acción ante los ataques de los microorganismos y sus toxinas a partir de una elaborada red de defensa también formada por microorganismos para excluir o derrotar a los invasores que intentan y logran entrar en el cuerpo humano.

Llop (1995) sugiere un método de control preventivo para estas enfermedades en los ambientes escolares con la educación del personal en temas de higiene básica a través de normas escritas y estrictas sobre la desinfección de objetos que suelen ir a la boca y de la estructura física, además del lavado de las manos en momentos clave como después de ir o ayudar a un niño en el lavabo y antes de manipular las comidas y biberones. Ancarola (1990) afirma que el individuo en general, dentro o fuera del ambiente escolar, puede también contribuir a la disminución de las enfermedades infecciosas potabilizando el agua para provocar la destrucción de los

microorganismos infecciosos presentes en la misma, además de la vacunación regular de los niños y los adultos que trabajan directamente con ellos.

De este modo, la educación para la salud en las escuelas como eje transversal se da con el objetivo de promover el bienestar social e individual de las personas (Hernández y Martínez, 1998) como método preventivo o de auxilio en situaciones en que un simple acto puede cambiar el panorama de una situación como, por ejemplo, lavar las pequeñas heridas con jabón para evitar infecciones mayores. Otro aspecto importante de la educación para la salud reside en el intento de reducir las consultas por enfermedades infecciosas que ocupan el primer puesto en las visitas pediátricas extra-hospitalarias (Llop, 1995), con la enseñanza de la importancia de mantener buenos hábitos de higiene.

En último lugar, el objetivo principal de la educación para la salud debe ser a nivel individual, con el propósito de cambiar el comportamiento y enseñar maneras de mantener la buena salud. Igualmente, Perry (1984 en Gómez y Guillaumin, 2009) aboga por la promoción de la salud basada en la escuela con los objetivos de debilitar, reducir o eliminar los comportamientos que comprometen la salud, así como el fortalecimiento e introducción de un comportamiento que la mejore.

Para tener una vida sana es preciso tener algún tipo de conocimiento sobre las causas de las enfermedades, así como practicar una buena higiene personal y doméstica; además de saber aplicar el uso de medicamentos como los antibióticos. Para ello, se requiere la posesión de un conocimiento sobre los microorganismos que ponga énfasis en la diferencia entre bacterias y virus (Rowland, 2007).

Según Gómez y Guillaumin (2009), los profesores de ciencias están involucrados en la educación para la salud de dos maneras: a través de la incorporación de temas relacionados con la salud dentro de la ciencia en general y de los planes de estudio de biología a través de la enseñanza de la educación para la salud como un tema separado. Teniendo en cuenta que los profesores de primaria no suelen ser científicos, es decir, graduados en carreras como las ciencias experimentales (Física, Química o Biología), esta responsabilidad quedaría a cargo del tutor de clase, quien

seguramente, por su experiencia de vida, sabe – aunque de manera informal – de la importancia de la educación para la salud.

Por lo expuesto anteriormente, creemos que la enseñanza sobre las bacterias en primaria es vital para evitar enfermedades y mantener la buena salud. Así mismo, es importante que los alumnos reconozcan que las bacterias son seres vivos, que necesitan un medio óptimo para sobrevivir y que no todas son causadoras de enfermedades. También creemos importante que el alumnado sepa desde muy temprana edad que las bacterias y otros microorganismos forman parte de algunos alimentos que consumimos diariamente, como es el caso del yogur.

La educación para la salud en el contexto de primaria puede promover una mejor comprensión y dar significado a la necesidad de cepillarse los dientes y lavarse las manos. Por esta razón, nos planteamos la enseñanza de las bacterias a partir de la construcción y reconstrucción del modelo ser vivo, empezando por las caries, ya que esta es una enfermedad muy común en niños y niñas desde que les salen los dientes y que suele agravarse por la falta de higiene y el exceso de alimentos dulces.

Aunque la educación para la salud se percibe como una tarea apropiada y deseable para las escuelas y la importancia de la salud es algo incuestionable, encontrar un lugar para la educación para la salud dentro del currículo escolar ha sido una tarea difícil; la aplicación varía de un hecho específico, enfoques parciales o la inclusión de la salud como un tema separado (Gómez y Guillaumin, 2009).

2.3.1 LA SALUD EN EL CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se ha llevado a cabo en una escuela pública de Barcelona, por lo cual presentamos a continuación un breve relato del macro y micro contexto y sus particularidades. Dado que el tipo de alimento ingerido puede influir en la presencia de las caries, sin olvidar que esta es una enfermedad multifactorial, creemos importante conocer los hábitos alimenticios de la población.

En España, se realizan entre 4 y 5 comidas al día: el desayuno, que se hace generalmente en casa; el almuerzo y la merienda, a media mañana y por la tarde; la

comida del mediodía y la cena. La alimentación se basa en una dieta mediterránea, con cereales, frutas y verduras, además de carne y pescado, casi siempre acompañados de aceite de oliva.

Considerando que muchos niños y niñas se quedan a comer en la escuela, los menús servidos en los comedores de guarderías y centros educativos constituyen un elemento importante que incide de manera relevante en la alimentación, estado nutricional y de salud de los mismos. Así mismo, Zudaire (2011) comenta que los niños de preescolar (3-6 años) y primaria (6-12 años) tienen un crecimiento lento y uniforme, por lo que los menús preparados deben ser adecuados a su edad, proporcionar un crecimiento adecuado y evitar déficits de nutrientes como algunas vitaminas y minerales. Se espera, entonces, que las empresas prestadoras del servicio alimenticio cumplan estas normas, ya que muchos alumnos y alumnas se quedan a comer en las escuelas, configurando un dato relevante en su dieta diaria, que se repite cinco días a la semana durante todo el período lectivo.

De igual manera que una alimentación saludable, es imprescindible una buena higiene para evitar enfermedades, por lo que sería importante la presencia de un profesional (un dentista, por ejemplo) en las escuelas, aunque solo fuera de forma puntual, para explicar con mayor propiedad y claridad la necesidad de lavarse las manos antes de las comidas y cepillarse los dientes después de cada una de ellas. Sin embargo, raramente se puede encontrar profesionales en las escuelas que vayan a hacer una visita y expliquen un poco más sobre la necesidad de los hábitos de higiene. Por ello, cabría implementar en las familias la costumbre de visitar al dentista durante la infancia, con el objetivo de resolver dudas más específicas sobre las caries, como es el tema de este estudio.

En la escuela en particular donde se llevó a cabo esta investigación, la mayoría de los alumnos se quedan a comer al mediodía. De este modo, deben seguir la dinámica de lavarse las manos antes y después de la comida, así como cepillarse los dientes después de la misma. En concreto, un 70% del alumnado participante en esta investigación se queda a comer en la escuela.

2.4 COMUNICACIÓN MULTIMODAL

Actualmente existen muchos trabajos que se preocupan por la comunicación en las clases de ciencias. Algunos están dirigidos a la comunicación monomodal, es decir, únicamente a la expresión oral o textual, siendo el lenguaje el modo de comunicación dominante entre el maestro y el alumno (Kress, Jewitt, Ogborn. y Tsatsarelis, 2001). Jewitt, Kress, Ogborn y Tsatsarelis (2001) confirman esta idea y afirman que en el aula de ciencias, tradicionalmente, se ha dado mayor importancia a la comunicación oral, dejando en segundo plano el uso del texto para el estudio de la construcción de las explicaciones.

Sin embargo, otras investigaciones van ampliando sus estudios a una comunicación multimodal, la más comúnmente utilizada en clase, pero de la que pocos profesores se dan cuenta de estar haciendo uso. La comunicación multimodal, como su propio nombre indica, hace referencia al uso de múltiples modos comunicativos como el uso de textos, gestos, figuras, maquetas y, obviamente, la comunicación oral. Kress et al. (2001) afirman que el uso de imágenes, gestos y acciones en general son considerados por los maestros usos meramente ilustrativos del hecho real.

Dos trabajos son especialmente citados cuando investigamos sobre la comunicación multimodal, siendo los de Jewitt et al. (2001) y Kress et al. (2001), que han trabajado en sociedad y destacan la importancia de las explicaciones que integran el texto, el dibujo y el habla (así como nuestra investigación) sobre el cuerpo humano, específicamente sobre el proceso de circulación de la sangre.

Así mismo, Márquez, Izquierdo y Espinet (2003 y 2006) investigaron sobre la influencia de este método en la enseñanza del ciclo del agua, proponiendo metodologías de análisis que facilitan el entendimiento y la importancia del uso de

una comunicación multimodal en el aula. Las autoras prestan mayor atención al uso de los gestos y el lenguaje visual que una profesora utiliza en clase.

La actividad comunicativa en clase puede ser estudiada en el momento que vinculamos los significados que atribuimos a las palabras, imágenes, textos o gestos al conocimiento generado. Así mismo, Lemke (1998) defiende que la interacción entre los distintos modos comunicativos es lo que posibilita la construcción del significado de los conceptos científicos en un discurso multimodal. Esta interacción puede ser complementaria, equivalente o incluso contradictoria.

Así, el análisis del contenido en cada modo comunicativo puede o no complementar la información dada por el interlocutor. Cuando la información pasada en un modo comunicativo es distinta, de modo que la complementa, afirmamos que existe una relación de *especialización* entre los modos comunicativos; mientras que cuando la información es la misma, apenas transmitida de forma distinta, afirmamos que existe una relación de *cooperación* (Kress et al, 1998; Piccinini y Martins, 2004; Márquez et al, 2006 y Sasseron y Carvalho, 2010).

En esta investigación, la diferencia o similitud de los niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje es lo que define la relación entre los modos comunicativos, es decir, cuando los **niveles** son los **mismos** en los tres modos con los que trabajamos (oral, dibujo y texto) podemos afirmar que existe una relación de **cooperación**; mientras que cuando existe al menos **un nivel** de progresión de aprendizaje **distinto** entre los modos comunicativos, afirmamos que se da una relación de **especialización**. A cada modo comunicativo se le ha asignado un nivel de desempeño en la progresión, según el contenido conceptual representado.

Cuando pensamos en las categorías básicas del análisis de una comunicación multimodal, estas hacen referencia a los elementos o entidades protagonistas (Ogborn et al., 2002) y a los *procesos de interacción* (Mayerhofer y Márquez, 2009) que aparecen en el dibujo, texto o habla elaborados por los alumnos. Los elementos y procesos de interacción son determinados y conocidos cuando analizamos el

contenido de cada una de las representaciones (gráficas, textuales u orales) de los mismos.

De este modo, las categorías de análisis de las entidades representadas y enunciadas siguen el formato que denominamos “Modelo Ogborn”, donde la *Historia* (Ogborn et al., 2002) son las representaciones utilizadas para dar explicaciones científicas y los *Protagonistas* son las entidades que poseen sus “propios poderes de actuación”, como es el caso del caramelo, del *bicho* y los dientes, por ejemplo. Estos representan una secuencia de acontecimientos en la cual “se produce un resultado que generalmente es el fenómeno que hay que explicar”, lo que denominamos procesos de interacción, que el autor llama *Sucesos*.

Los *procesos de interacción* son determinados por verbos que denotan acción en un texto o en el habla del interlocutor, así como las flechas, símbolos de desplazamiento o aproximación entre dos elementos dibujados, que resulte en alguna modificación en un siguiente paso dibujado.

Gómez (2008) afirma que todavía existe un aspecto por estudiar: cómo cada modo semiótico (dibujo, texto, habla, figuras en 3D) influye en la construcción de la explicación y al proceso de modelización, pregunta que intentamos contestar con esta investigación. Kress et al. (2001) afirman que las explicaciones multimodales incorporan diversos soportes semióticos y complementan la idea, asegurando que los diferentes modos semióticos dentro de una tarea operan juntos para formar un texto coherente a través de una serie de características textuales.

2.4.1 EL HABLA EN LAS CLASES DE CIENCIAS: ANÁLISIS DE LA DISCUSIÓN ENTRE IGUALES

En una comunicación multimodal el habla es el modo comunicativo más utilizado (Jewitt et al., 2001 y Kress et al., 2001) que permite generar un intercambio de conocimientos en tiempo real a través de discusiones entre dos o más personas. Por este motivo, prestamos una atención especial a la discusión generada entre iguales, es decir, entre los alumnos en el momento de construir un dibujo en común.

Las explicaciones pueden tener un significado concreto y distinto en el discurso escolar, dependiendo del sistema de comunicación implantado por el profesor (Cazden, 1991 en Jiménez-Aleixandre y Díaz de Bustamante, 2003). Los significados atribuidos a un determinado elemento en la discusión estarían determinados según los argumentos y el contexto de un aula o de un momento específico.

Estamos de acuerdo con Jiménez-Aleixandre y Díaz de Bustamante (2003) cuando afirman que por argumentación se entiende la capacidad de relacionar datos y conclusiones, de evaluar enunciados teóricos basándose en datos empíricos.

En trabajos anteriores, Jiménez-Aleixandre, Bugallo y Duschl (2000) afirmaban que el razonamiento argumentativo es relevante para la enseñanza de las ciencias, pues uno de los objetivos de la investigación científica es la generación y justificación de enunciados y acciones orientados a la comprensión de fenómenos de la naturaleza.

Actualmente, uno de los métodos de análisis del razonamiento argumentativo más utilizado en las investigaciones en didáctica de las ciencias es el desarrollado por Toulmin en 1958. El autor propone que el argumento puede ser clasificado en *afirmación, datos, garantía, respaldo, justificación, refutación y conclusión*.

Para el autor las *afirmaciones* son el inicio y el final de un proceso argumentativo, lo que requiere ser válido como una conclusión. Son las afirmaciones las que empiezan el proceso crítico en una discusión.

En cambio, los *datos* son hechos o elementos que fundamentan la opinión del interlocutor, por lo tanto, deben ser relevantes y suficientes. Sin embargo, no suelen ser teorías generales, sino hechos específicos del asunto en discusión.

Los datos pueden estar acompañados de una *garantía*, es decir, una regla de inferencia, un principio, un enunciado general. Así mismo, pueden estar acompañados o requerir un *respaldo* cuando la garantía no es suficiente. El respaldo sería entonces un enunciado relevante y que valide el dato, el cual exige volver al mundo empírico, a códigos, a investigaciones realizadas sobre lo expuesto o incluso

a supuestos aceptados socialmente. Mientras que la garantía es puramente formal, el respaldo es un cuerpo de contenidos del que emana la garantía.

La garantía y el respaldo pueden ser entendidos como *pruebas* que dan fiabilidad a los datos. Jiménez-Aleixandre (2010) afirma en su libro *10 ideas clave: competencia en argumentación y uso de pruebas* que las pruebas juegan un papel central en la construcción del conocimiento científico. Así mismo, la autora afirma que estas son entendidas como datos de naturaleza empírica o teórica que sirven para apoyar una conclusión.

Utilizamos el término *prueba*, puesto que en castellano la palabra *evidencia* tiene otro significado: “lo que necesita ser probado”.

(Jiménez-Aleixandre, 2010)

Siguiendo el estudio de la argumentación, la *justificación* establece el grado de certeza con que el individuo afirma la conclusión. Para que un argumento sea válido no sólo se requiere que este cumpla con la estructura anterior, también es necesario saber cuál es el tipo de implicación práctica del argumento. La justificación conecta los datos con la conclusión que se pretende probar (Jiménez-Aleixandre, 2010).

Así mismo, en una discusión suelen presentarse argumentos que *refutan* la idea anteriormente presentada, que permiten que la discusión se torne más rica cuando se argumenta presentando otros datos que niegan o contradicen los ya citados. Las refutaciones aparecen cuando un individuo cuestiona las pruebas aportadas por otro.

La *conclusión* es el enunciado del conocimiento sometido a evaluación (Jiménez-Aleixandre, 2010). Según la autora, las explicaciones causales de fenómenos naturales son las conclusiones más comunes y de mayor relevancia encontradas en las ciencias experimentales, hecho que observamos constantemente en el análisis de los datos de esta investigación. Podemos encontrar en los argumentos otros elementos que respaldan la justificación, dándole mayor solidez, como es el caso de los calificadores modales y las refutaciones.

En el capítulo 3 (más concretamente en el apartado 3.5.4 *Análisis de la discusión entre iguales*, en la página 94), que versa sobre la metodología de análisis utilizada en esta investigación, hablaremos sobre el análisis de los elementos argumentativos en la comunicación multimodal.

2.4.2 LOS DIBUJOS EN LAS CLASES CIENCIAS

La imagen representa un material con gran potencial dentro de la educación para conocer los modelos mentales de los alumnos y sus ideas previas (Driver, 1986). Sardà y Márquez (2008) trabajaron con alumnos de secundaria pidiéndoles que construyesen una maqueta que representase el sistema nervioso, hecho que resultó muy favorable para su desarrollo mental y conceptual. Construir una maqueta o una representación gráfica como los dibujos, aunque en menor grado, supone una toma de decisiones que ayuda a concretar las ideas y los conceptos, pues obliga a los y las estudiantes a tener en cuenta qué material van a utilizar para representarlo, la textura, la forma, los colores, las relaciones entre los elementos involucrados en el estudio, etc.

En esta investigación, el alumnado ha tenido que tomar decisiones a la hora de representar gráficamente sus ideas, las cuales le permitieron hacerse preguntas que no se habían planteado antes, como podremos ver en los resultados, demostrando así el gran potencial del uso de imágenes. Sardà y Márquez (2008) afirman que las representaciones realizadas por los alumnos y las alumnas pueden ser un buen método para explorar e intervenir en los modelos mentales y promover la regulación de los mismos. Dominguez (2009) afirma que los dibujos infantiles constituyen un material provechoso para el estudio del proceso de significación sobre los seres vivos, ya que expresan el pensamiento de los niños.

La imagen en forma de dibujos, fotografías y gráficos es un medio importante en la enseñanza de las ciencias por la cantidad de conceptos abstractos, puesto que genera en los niños una gran dificultad para comprender lo que estos no saben cómo dibujar en su mente, como es el caso de los microorganismos o fuerzas físicas, invisibles a simple vista. Perales (2006) cree que, a veces, las imágenes constituyen el único

referente accesible para el estudiante y que en ámbitos distintos a la física – como sucede en geografía con los mapas, en historia del arte con las fotografías o en biología con las observaciones microscópicas – representan un elemento imprescindible en la enseñanza.

Para Ehrlén (2009) los dibujos pueden ser utilizados para aprender acerca de las concepciones de los niños, sin embargo debemos saber cómo los niños representan sus ideas en los dibujos. Piaget e Inhelder (1966/1969 en Ehrlén, 2009) describen la representación de los niños como la función semiótica, es decir, la capacidad de representar una entidad con la ayuda de un significante.

Las entidades se distinguen entre *símbolos* y *signos*, donde el primero tiene algún vínculo con lo que representa, tratándose muchas veces de creaciones individuales de los niños; mientras que los signos son arbitrarios, tienen una relación convencional con lo que representan y suelen ser convencionales y colectivos (Ehrlén, 2009).

Otras imágenes que pueden influenciar en la educación de los niños son las imágenes televisivas, la propaganda y los dibujos animados que, a veces, suelen introducir temas científicos para convencer al cliente de comprar el producto o dar más veracidad a la historia, generando una falsa imagen de las ciencias, ya que dan por supuesto el analfabetismo científico de la población en general (Perales, 2006). Estas imágenes, en su mayoría fantasiosas y poco científicas, son las que se fijan en la mente de los niños por sus colores llamativos y animaciones extraordinarias, dando origen a falsos conceptos y modelos mentales difíciles de cambiar.

En trabajos anteriores (Mayerhofer et al., 2006; García et al., 2007) realizados con la participación de alumnos y alumnas de 8 años sobre el ciclo vital de una planta, hemos podido comprobar la confusión mental entre el abono y las vitaminas como elementos esenciales para una planta. La mayoría de los niños y niñas creían que las vitaminas eran muy importantes para el ciclo vital de la planta, aunque la maestra nunca hubiera pronunciado la palabra vitamina, lo que nos hace pensar que esta idea está vinculada a propagandas televisivas que afirman que las vitaminas (el abono) son fundamentales para el buen crecimiento de las plantas.

2.5 MODELOS

En la literatura encontramos diversas definiciones sobre la palabra “modelo” semejantes entre sí, pero que suelen estar direccionadas según el interés de los autores en sus investigaciones. De este modo, presentamos las definiciones con las que estamos de acuerdo.

Para Gilbert, Boulter y Rutherford (1998), los modelos pueden ser representaciones de ideas, objetos, eventos, sistemas o procesos. Su producción consiste en la eliminación de las características del mundo como se experimenta, de los elementos que parecen ser extraños en la formulación de una pregunta. Para los autores, este proceso de simplificación permite que el propósito de una investigación pueda ser cumplido y que la atención se centre en el comportamiento del fenómeno.

Por otro lado, Izquierdo (2004) denomina modelización al proceso mediante el cual determinados fenómenos se convierten en ejemplos, de modo que permita representar lo que está ocurriendo al intervenir e interpretar los datos que se obtienen.

Para Izquierdo (2004) el proceso de modelización en la enseñanza es más complejo cuando lo comparamos con una investigación científica, ya que los estudiantes generalmente desconocen las teorías y sus aplicaciones, así como el lenguaje correcto utilizado para un concepto, y cuando tienen algún conocimiento sobre el lenguaje de la teoría, no saben aplicarlo. Sin embargo, modelizar es un proceso clave en la construcción del conocimiento científico, siendo considerado parte de una práctica social en el aula (Acher y Arcà, 2006; Izquierdo, 2004) con el objetivo de integrar entidades teóricas sobre los fenómenos estudiados, así como su validación a través de la regulación y prueba del poder explicativo (Gómez, 2008).

Por su parte, Schwarz et al. (2009) definen los modelos científicos como una representación abstracta y simplificada del sistema, centrándose en aspectos clave para explicar y predecir los fenómenos científicos. Igualmente, incluyen los

elementos de la práctica y el metaconocimiento que guía y motiva la práctica. La construcción, uso, evaluación y revisión de los modelos científicos serían los elementos de la práctica complementados por la comprensión de la naturaleza.

Finalmente, Byrne (2011) concluye afirmando que un modelo mental puede proporcionar una indicación de lo que un individuo entiende sobre un concepto en un punto particular en el tiempo e incluye tanto sus conocimientos como sus creencias sobre el concepto

Los modelos juegan un papel clave en las explicaciones de la ciencia (Gilbert et al., 1998). Según Windschitl, Thompson y Braaten (2008) el uso de modelos suele producirse en clases con alumnos de edad más avanzada y principalmente con fines ilustrativos o de comunicación, hecho que limita la riqueza epistemológica de la práctica científica.

No obstante, consideramos que el uso de modelos científicos en la vida escolar de alumnos de primaria no necesariamente tiene que estar relacionado con conceptos considerados difíciles o abstractos. Estos modelos deben partir de las representaciones iniciales de alumnos que serán guiados por los profesores hasta llegar a un modelo científico aceptado y consensuado por investigadores y maestros. La enseñanza de las ciencias basada en modelos científicos permite al alumnado desarrollar modelos cada vez más complejos para articular su propia comprensión del fenómeno científico (Schwarz et al, 2009).

Para Gómez et al. (2007), los modelos de ciencia escolar no deben suponer una reducción de la ciencia, sino la construcción de nuevos modelos complejos sujetos a muchas variables. Coincidimos con las autoras y por ese motivo planteamos a los alumnos de primaria la reconstrucción del modelo ser vivo con el objetivo de aumentar su complejidad, haciéndoles pensar en un ser microscópico al igual que lo hacen con una mascota, como es el caso del conejo.

Según Acher y Arcà (2006), para lograr una comprensión de fenómenos desconocidos, los niños construyen un modelo basándose en sus experiencias en el mundo material

de forma flexible, hecho que les proporciona un apoyo organizado y muchas veces guiado de la interpretación de un fenómeno complejo. Según Schwarz et al. (2009), para que un alumno pueda ilustrar, explicar o predecir un fenómeno, éste debe hacer uso de los modelos, puesto que, según los autores, son representaciones especializadas que incorporan aspectos del mecanismo, de la causalidad de un fenómeno.

Márquez et al. (2006) afirman que la construcción de significados en el aula se produce a través de palabras, diagramas, dibujos, imágenes, fórmulas y experimentos, dando fundamento a las ideas y conocimientos generados en clase, y añade la idea de que se puede describir la actividad comunicativa en el momento que vinculamos los significados que atribuimos a estas palabras, imágenes, textos o gestos, pudiendo llegar así a la expresión de los modelos iniciales de los alumnos y su evolución.

De esta manera, los modelos pueden maximizar la adecuación de una explicación, haciendo coincidir la necesidad de un interlocutor con un determinado tipo de explicación. Por otro lado, los modelos pueden apoyar la producción de explicaciones que son plausibles, parsimoniosas, generalizables y fructíferas (Gilbert et al., 1998).

Como conclusión a todo lo explicado anteriormente, en la Figura 2.5.1 presentamos un resumen sobre los principales aspectos de los modelos presentados por Schwarz et al. (2009). Comparando este cuadro con la presente investigación, en relación a la *naturaleza de los modelos*, hemos hecho uso del modelo ser vivo, precisamente para que el alumnado pudiera representar los procesos y características no visibles de las caries y de la elaboración del yogur, ya que son dos medios distintos en los cuales puede tener lugar la acción de bacterias. Además, el modelo ser vivo que fuimos construyendo, permitió la identificación de los cambios crecientes a partir de la comprensión del fenómeno por parte del alumnado.

En relación a la *finalidad de los modelos*, en esta investigación, la construcción o reconstrucción del modelo fue la principal herramienta que nos permitió constatar, a

partir de los modos comunicativos analizados, que el conocimiento fue desarrollándose y tomando sentido en el momento en que el alumnado empezó a ser capaz de explicar sus ideas a través de sus propias representaciones. La constatación de esta evolución creciente del conocimiento se dio a partir del análisis del contenido de las representaciones gráficas y textuales, lo que nos permitía asignar un nivel de desempeño en la progresión del aprendizaje del alumnado.

Para finalizar, los modelos construídos por el alumnado presentaban elementos verdaderamente relevantes; aunque algunos alumnos expresaran algunas características del conejo, por ejemplo, que eran irrelevantes para el modelo, pero sí significativas para ellos mismos.

Naturaleza de los modelos

- Los modelos pueden representar los procesos y características no visibles y no accesibles
- Diferentes modelos pueden tener diferentes ventajas
- Los modelos son representaciones que tienen limitaciones respecto a los fenómenos representados
- Los modelos pueden ser modificados para reflejar la creciente comprensión de los fenómenos
- Existen varios tipos de modelos: diagramas, modelos de materiales, simulaciones, etc

Finalidad de los modelos

- Los modelos son las herramientas que dan sentido a la construcción del conocimiento
- Los modelos son herramientas de comunicación del aprendizaje y conocimiento convenientes
- Los modelos pueden ser utilizados para desarrollar nuevos conocimientos mediante la predicción de los nuevos aspectos de los fenómenos
- Los modelos se utilizan para ilustrar, explicar y predecir fenómenos

Criterios para la evaluación y revisión de modelos

- Los modelos deben basarse en la evidencia acerca de los fenómenos
- Los modelos tienen la necesidad de incluir sólo lo que es relevante para sus fines

Figura 2.5.1: Principales características de los modelos científicos por Schwarz et al. (2009, pp 636)

2.5.1 EL MODELO SER VIVO

García (2005) afirma que “si queremos que los alumnos aprendan ciencias para poder explicar por qué los mohos del pan o las bacterias del yogur están vivas, no basta con haber memorizado la definición de ser vivo, sino que hace falta reconstruir con ellos en el aula el modelo ser vivo”. Por tanto, la autora propone un modelo simplificado que resume en pocas palabras las tres funciones básicas de un ser vivo: **nutrición**, **reproducción** y **relación**, como podemos ver en la siguiente Figura 2.5.2:



Figura 2.5.2: Modelo ser vivo propuesto por García (2005)

Aplicando este modelo al caso delimitado de las bacterias, específicamente las que causan las caries, encontraríamos algunas funciones realizadas por los seres microscópicos como las que mostramos a continuación (Figura 2.5.3):

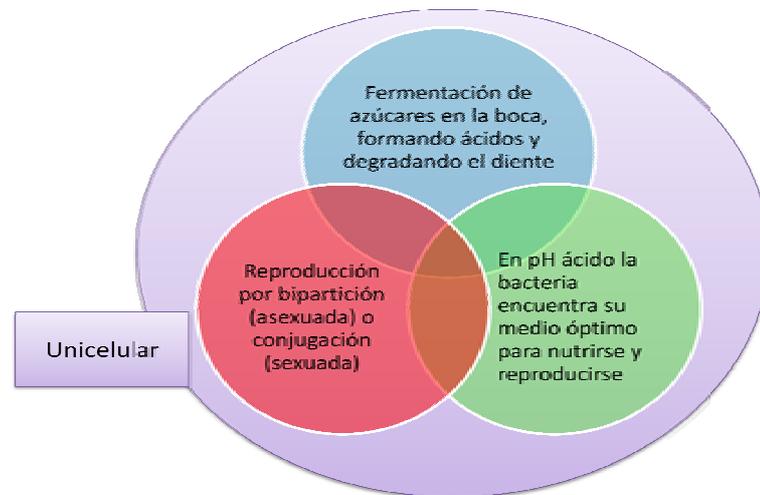


Figura 2.5.3: Funciones vitales específicas de las bacterias causantes de las caries

De forma más específica, en la Figura 2.5.4 observamos el modelo que representa los *Lactobacillus casei*, las principales bacterias utilizadas en la elaboración del yogur:

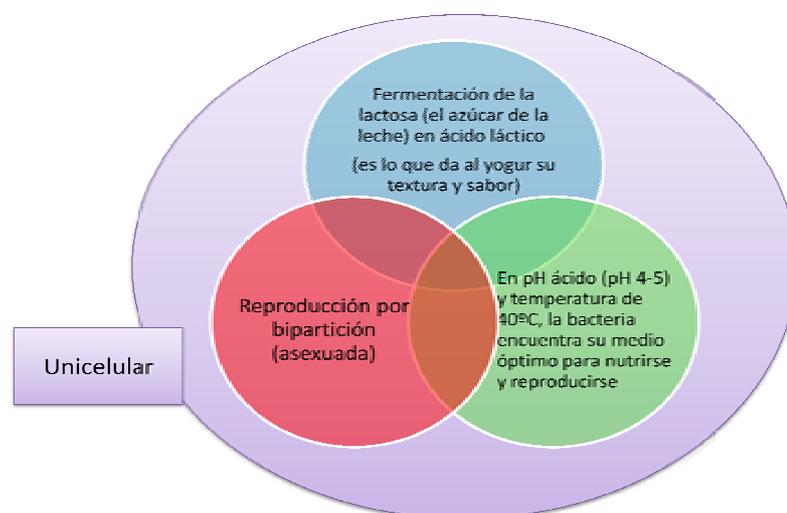


Figura 2.5.4: Funciones vitales específicas de las bacterias *Lactobacillus casei* que participan en la elaboración del yogur

Estamos de acuerdo con García (2005) al considerar que no es posible imaginar las “maneras de vivir” de forma descontextualizada, sino en constante interrelación con el medio ambiente, facilitando el aprendizaje de los alumnos y las alumnas que

podrán relacionar el ser vivo con las características del medio en que este se encuentra. Por tanto, presentamos de manera más específica el rol de cada una de las tres características básicas de un ser vivo entendidas desde el punto de vista de una bacteria.

- La **nutrición** de las bacterias *Streptococcus mutans*, principal causante de las caries, se da por la fermentación de los azúcares que consumimos, así como las bacterias comúnmente usadas en la elaboración del yogur, *Lactobacillus casei*, fermentan la leche y el azúcar de la mezcla.
- La **reproducción** de bacterias como el *Streptococcus mutans* y el *Lactobacillus acidophilus*, los causantes más comunes de las caries, se da por bipartición (asexuada) y conjugación (sexuada), modelos que fueron introducidos por primera vez a los alumnos y alumnas de segundo curso de primaria.
- La **relación** entre el medio y el microorganismo fue trabajada de diversas maneras, demostrando la importancia de cada una de ellas, es decir, sobre las bacterias causantes de las caries hemos trabajado la importancia de la presencia del azúcar u otro alimento en la boca para que estos seres vivos pudieran existir y reproducirse; así como en el caso de los *Lactobacillus sp* hemos destacado la importancia de la temperatura, del azúcar y de las propias bacterias para la elaboración del yogur.

Dichos modelos requieren un alto y complejo nivel de conocimiento científico, pero creemos que con buenas herramientas del día a día y de laboratorio hemos podido demostrar y ejemplificar cada uno de ellos, simplificando y haciendo la transposición didáctica de los conceptos científicos al nivel cognitivo de los niños y las niñas.

Partiendo del modelo ser vivo, hemos pretendido ampliar el conocimiento de los estudiantes, relacionando el consumo de caramelos con los microorganismos causantes de las caries y la elaboración de yogur con los agentes activos, es decir, las bacterias, introduciendo conceptos correspondientes a la nutrición, reproducción y la relación de la bacteria con el medio.

Siguiendo este pensamiento, en el cual coincidimos con Schwarz et al. (2009), diseñamos esta investigación de forma que creemos será eficaz para el aprendizaje de la ciencia, ya que hemos tenido en cuenta algunos aspectos claves de la práctica, es decir, del proceso de desarrollo en la progresión de aprendizaje, tales como la construcción, utilización y evaluación del modelo durante la discusión entre iguales y la revisión del modelo ser vivo, mostrándose estos elementos de gran utilidad para los alumnos.

Creemos que a partir de esta investigación se podría cambiar la típica idea errónea que tienen los niños sobre los microorganismos, la cual suele proceder de fuentes alternativas tales como el folclore y la televisión (Byrne y Sharp, 2006).

2.5.2 IDEAS PREVIAS DEL ALUMNADO

Desde 1953 con el trabajo de Maria Nagy se investiga sobre los problemas en la enseñanza y el aprendizaje de los microorganismos, motivados entre otras razones por la existencia de ideas previas en los alumnos y por el escaso éxito de algunas estrategias de aprendizaje (Díaz Gonzáles et al., 1996).

Las ideas previas en el alumnado de primaria sobre los microorganismos es un hecho poco estudiado dada la escasa cantidad de trabajos encontrados orientados a esta edad. Sin embargo, en los trabajos de Nagy (1953), los diversos trabajos publicados por Jenny Byrne (Byrne, 2003; Byrne y Sharp, 2006; Byrne et al., 2008; Byrne, 2011) y los nuestros (Mayerhofer y Márquez, 2009, 2010a, 2010b) pudimos encontrar algunas ideas previas. Las más citadas son:

- Los microorganismos son dañinos para la salud humana.
- Raras veces están relacionadas con la producción de alimentos.
- Las ideas y conceptos están basadas en la imaginación y en fantasías.
- Están relacionados con ideas antropomórficas y antropocéntricas.
- Cuando se representan gráficamente, los microorganismos son semejantes a:
 - animales pequeños
 - insectos

- formas geométricas (círculos, cuadrados, puntos) y deformes

Debido a esta visión negativa atribuida a los microorganismos por alumnos de primaria y secundaria, resaltamos la importancia de la presente investigación en el medio académico, ya que brindamos al alumnado la oportunidad de entender el concepto desde diferentes visiones y medios, como es el caso de la caries y del yogur, comparando las bacterias participantes de estos procesos con un conejo, en un intento por facilitar el aprendizaje del alumnado sobre el modelo ser vivo.

Sin embargo, nos basaremos en el trabajo de Driver (1986) sobre los esquemas conceptuales de estudiantes como base para entender el modo de pensar y la construcción del conocimiento desde la inmadurez del tema en la mente del pequeño estudiante y sus ideas previas hasta la construcción total o satisfactoria para la edad.

Driver (1986) sugiere que los esquemas conceptuales siguen unas determinadas características, las cuales compartimos y comparamos con nuestra investigación. Tales características son la clave para comprender las ideas previas de los alumnos, independientemente de la edad que estos tengan. Adaptándolas a esta investigación, creemos que los alumnos y las alumnas inconscientemente ya saben de la existencia de los microorganismos y ya los “ven” por televisión en los anuncios de yogures, por ejemplo; pero en ese momento no son capaces de relacionar esto con un concepto científico para generar un *esquema mental con alguna coherencia*, aunque sin exactitud que derivase en la utilización verbal y gráfica de términos vagos.

Driver (1986) afirma que los *conceptos alternativos son persistentes y no se modifican fácilmente*, motivo por el cual hemos pensado y propuesto una unidad didáctica que permita al alumno hacer más concretas y visuales las nociones de microorganismo, facilitando la asimilación y la relación del concepto con temas cotidianos como la higiene y la salud.

Driver (1986) recuerda que en investigaciones semejantes a la suya otros autores han descrito la dificultad de los alumnos en la construcción de conceptos debido al uso del lenguaje formal de las ciencias, así como de los gráficos y vectores. Sin embargo,

debido a la temprana edad de los participantes en la investigación y la falta de necesidad conceptual, los gráficos y vectores no fueron utilizados, lo que disminuyó el factor dificultad lingüístico-científica en la presentación de los microorganismos a los niños y las niñas de sólo 7 años.

2.6 PROGRESIÓN DE APRENDIZAJE

Como proponemos en el título del presente trabajo, uno de nuestros objetivos es investigar el desempeño presentado por el alumnado al construir el modelo ser vivo. Este desempeño se puede analizar a partir de la progresión del aprendizaje que en consecuencia nos va a indicar el avance en el aprendizaje a partir de los niveles que los alumnos vayan alcanzando. De este modo, la constatación de la construcción del modelo ser vivo se da a partir del análisis de los niveles de desempeño en una progresión de aprendizaje.

Dado que es un tema relativamente nuevo, todavía no hemos encontrado un consenso en cuanto al formato y las características esenciales de una progresión de aprendizaje (Alonzo et al, 2009), por lo cual presentaremos algunas definiciones que hemos encontrado en algunos de los principales trabajos sobre la progresión de aprendizaje y la educación científica.

En literatura encontramos algunos autores que se basan en el *National Research Council – NRC* (2007) de Estados Unidos para definir *learning progression*, es decir, la progresión de aprendizaje; entre ellos encontramos a Alonzo, Benus, Bennett y Pinney (2009) y Furtak (2009). El NRC (2007) la define como una descripción de formas cada vez más sofisticada de pensar sobre un tema que puede ser seguido uno tras otro. Así como los niños suelen aprender a investigar un tema en un amplio periodo de tiempo, la progresión de aprendizaje representa la vía de aprendizaje que se basa en la investigación del progreso de los estudiantes (Duschl, Maenga y Sezenb, 2011)

Para Duschl et al. (2011), “el interés en la investigación sobre las progresiones de aprendizaje representa un cambio en el énfasis de la enseñanza de particiones de unidades independientes o módulos de instrucción, que se centran en lo que sabemos

de la enseñanza secuencial coordinada que, a su vez, se centra en el desarrollo del conocimiento científico y matemático en el plano de acompañamiento cognitivo y prácticas metacognitivas”. En este marco basamos nuestra investigación con el objetivo de proporcionar el desarrollo conceptual del modelo ser vivo de forma gradual y secuenciada a partir de una unidad didáctica pensada de manera que ofrezca mayor complejidad al tema estudiado a medida que el asunto fuese estudiado.

Para promover una progresión de aprendizaje necesitamos tener algún conocimiento sobre algunas de sus características. Furtak (2009) nos presenta los dos enfoques que han surgido para la construcción de las progresiones de aprendizaje. El primer enfoque aborda el desarrollo de progresiones en los conceptos científicos, mientras que el segundo en la elaboración de progresiones sobre el desarrollo de prácticas científicas tales como la modelización o la argumentación.

Nuestra investigación se encuentra dentro del segundo enfoque, ya que tratamos el concepto ser vivo centrándonos especialmente en el desarrollo y (re)construcción del modelo ser vivo. Para definir los niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje, nos fijamos en el contenido de las representaciones gráficas, textuales y orales a lo largo de toda la unidad didáctica.

De este modo, podemos clasificar nuestra investigación, así como la de Schwarz et al. (2009), en el enfoque de las prácticas científicas de modelización; en nuestro caso nos centramos en el modelo ser vivo.

Schwarz et al. (2009) afirman que su progresión de aprendizaje para los modelos científicos incluye dos dimensiones que combinan metaconocimiento y elementos de la práctica, donde los modelos científicos son herramientas para generar y representar las explicaciones y predicciones sobre los fenómenos científicos, lo cual aumenta la comprensión de los cambios en los modelos, así como la integración

Los elementos de la práctica científica son: construcción, uso, evaluación y revisión de los modelos científicos.

(Schwarz et al., 2009)

de la construcción del sentido y los aspectos comunicativos de la práctica. Los autores comprobaron que los estudiantes de 10 a 13 años que participaban en la modelización desarrollaban visiones sofisticadas acerca de distintos modelos explicativos.

En contrapartida, Berland y McNeill (2010) creen que en el caso de la argumentación científica, la progresión de aprendizaje debe tener en cuenta la compleja relación entre el contexto y el trabajo de práctica de los estudiantes. Su trabajo describe la progresión de aprendizaje que han desarrollado para comprender esta relación, comparando cuatro cursos de primaria y secundaria para mostrar que tanto el contexto como las normas en el aula jugaban un papel importante al promover e incrementar la complejidad en la argumentación de los estudiantes.

En el desarrollo de nuestra progresión de aprendizaje, coincidiendo con Schwarz et al. (2009), reconocemos que los modelos pueden ser utilizados para ayudar a los científicos y a los estudiantes a generar nuevos conocimientos o comunicar su comprensión a los demás. En nuestro trabajo conferimos un nivel alto de complejidad al hecho de construir un modelo ser vivo a partir de la bacteria, por lo que la progresión de aprendizaje nos permite corroborar que el modelo construido ha permitido generar y comunicar los conocimientos aprendidos.

Alonzo et al. (2009) afirman que el desarrollo de una progresión de aprendizaje es necesariamente un proceso de esfuerzo interactivo que involucra hipótesis sucesivamente refinadas sobre la manera en que progresa el aprendizaje. Así mismo, los elementos de la práctica y el metacognoscimiento no deben ser vistos como algo separado de los objetivos de aprendizaje (Schwarz et al, 2009).

Capítulo 3 : METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se presentan las características metodológicas básicas de la investigación y las decisiones que hemos tomado para definir las.

El capítulo está organizado en cinco partes. En la primera exponemos la aproximación metodológica y el diseño de la investigación. A continuación, se presenta el contexto de la investigación y, más adelante, el diseño de la intervención, donde se detallan las sesiones de la unidad didáctica y los instrumentos de recogida de datos.

Para finalizar este capítulo, se exponen los objetivos y la descripción de la unidad didáctica y la metodología de análisis aplicada a los datos recogidos. En cada apartado se presenta la información más relevante para la investigación.

3.1 APROXIMACIÓN METODOLÓGICA

Esta investigación, como tantas otras en educación, tiene la pretensión de contribuir a la formación cívica y científica de las personas buscando realizar una propuesta de intervención y su posterior análisis en relación a la construcción del modelo ser vivo en el contexto del estudio de las bacterias presentes en las caries y en la fabricación de alimentos como el yogur. Todo ello con el objetivo de aportar datos que promuevan una acción transformadora en los hábitos de higiene y en la comprensión de la importancia de los microorganismos en nuestras vidas.

Así como Candela (1991) y Gómez (2005), para aproximarnos al estudio del conocimiento de las ciencias construido y compartido en clase, adoptamos una perspectiva etnográfica que permite hacer una reconstrucción de carácter cualitativo y descriptivo de lo que ocurre en un aula. Para ello, optamos por una investigación cualitativa etnográfica basada en la observación participativa sin interferir en las decisiones de los alumnos, sólo conduciendo las discusiones. Los datos que se analizan proceden de los dibujos y las respuestas orales y escritas a las distintas actividades planteadas en una unidad didáctica titulada: *¿Las bacterias también son seres vivos?*

Según Pérez Serrano (1998, p. 8), los estudios etnográficos en educación se caracterizan por ser “investigaciones de un escenario pequeño, relativamente homogéneo y geográficamente limitado”. Para Cohen y Manion (2002) y Montero y León (2002), en una investigación educativa etnográfica el investigador se integra en el estudio convirtiéndose así en una pieza clave como observador participante.

Del mismo modo, en esta investigación la autora se ha integrado en las clases como un agente observador y participativo, es decir, con el objetivo principal de observar. Pese a ello, ha actuado en diversos momentos de la investigación *in situ* para ayudar

y resolver dudas tanto de los alumnos como de la maestra. Así como Gómez (2005, p.108), hemos optado por un método cualitativo de observación participativa, “dado que nuestro interés es la comprensión de los procesos implicados en la construcción de significados, más que en la definición de los cambios absolutos”. Concordamos con la autora cuando afirma que para lograr este objetivo el investigador no puede ser un observador externo ajeno a la actividad, ya que de esa forma no podría comprender el sentido de las interacciones.

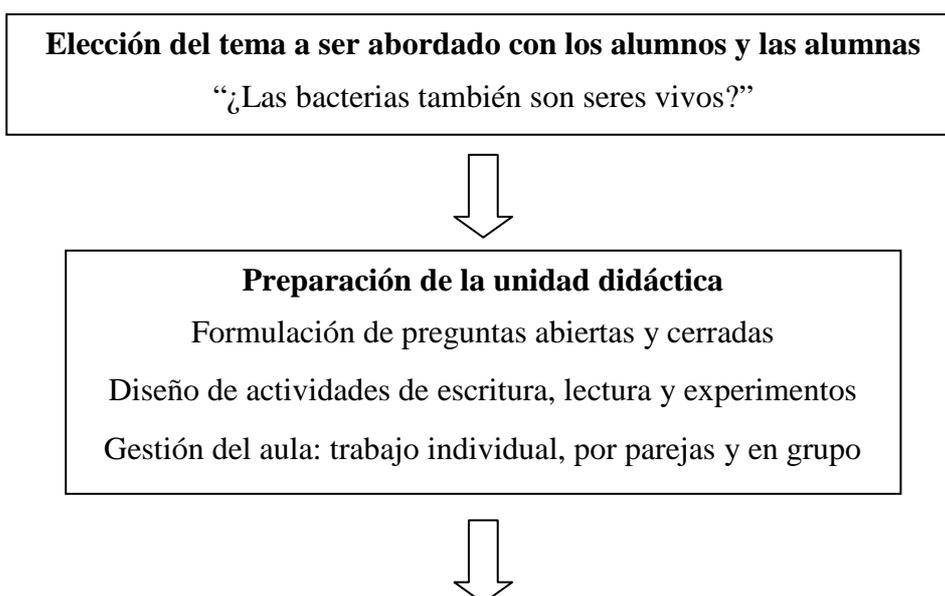
Para Pérez Serrano (1998) la etnografía educativa dedica una especial atención a descubrir lo que acontece en la vida diaria; recoge datos significativos de forma predominantemente descriptiva de lo que sucede, lo interpreta y puede así comprender e intervenir adecuadamente en lo que se denomina metafóricamente “nicho ecológico”, refiriéndose a las aulas. La autora sugiere que el proceso de la investigación etnográfica se divide en cuatro fases de análisis, las cuales se han tenido en cuenta en nuestro trabajo:

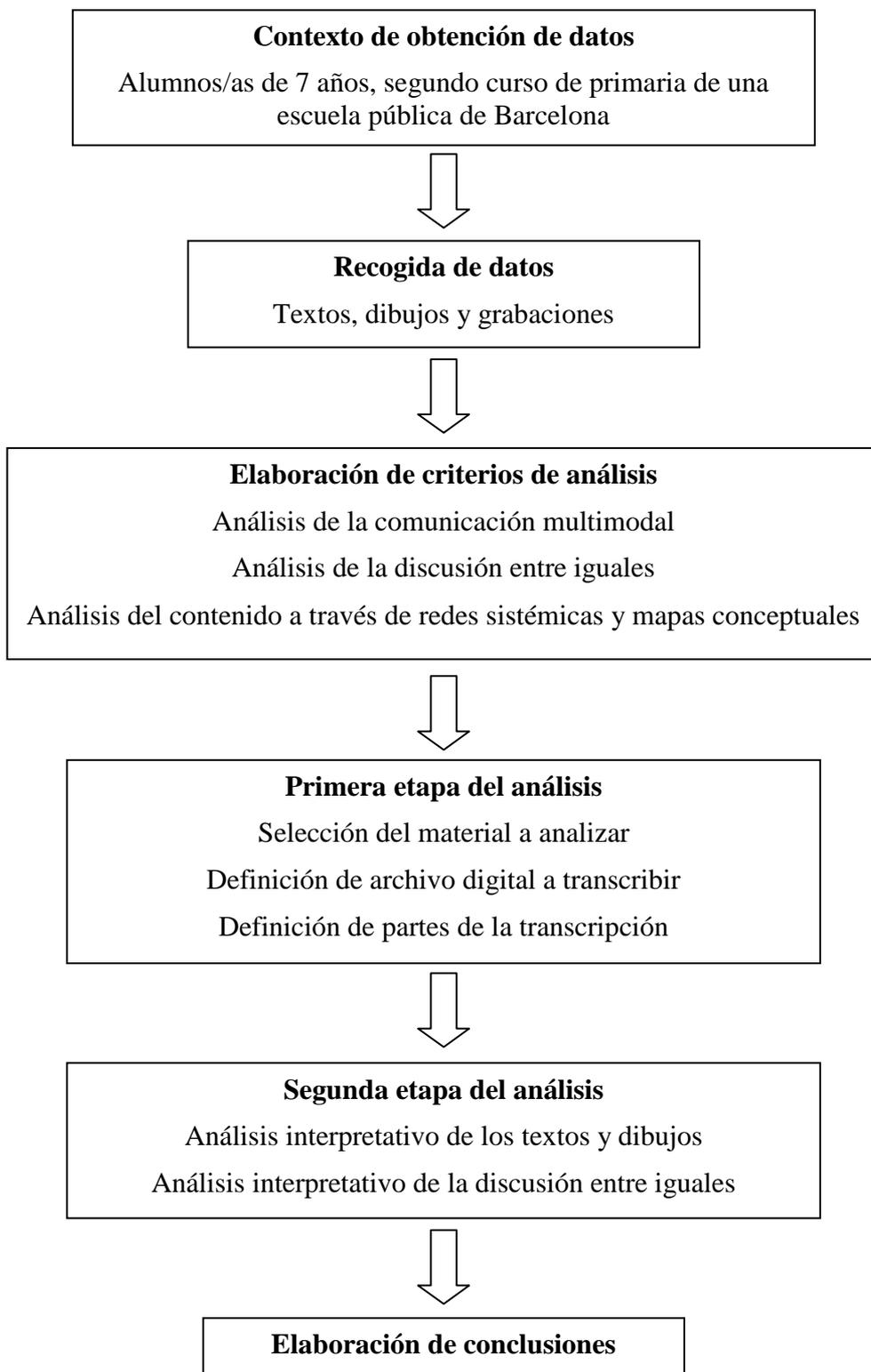
- **Selección y definición del problema:** El modelo ser vivo es un concepto muy importante desde el punto de vista de las ciencias experimentales. Teniendo en cuenta esta importancia y su relevancia para la enseñanza de otros conceptos, se plantea la (re)construcción del modelo ser vivo a partir de la bacteria como objeto de estudio. De esta forma, seleccionamos el **modelo ser vivo** y lo definimos a partir de las **bacterias**. Ante las dificultades que pueden tener los alumnos de segundo curso de primaria para identificar las bacterias como seres vivos, se plantea una propuesta didáctica en la que situamos las bacterias presentes en las caries y en la elaboración del yogur como punto de partida de esta construcción.
- **Conceptos:** Los conceptos científicos trabajados en la unidad didáctica son esencialmente: las **bacterias** y su relación con la **salud**, la **caries** y el **yogur** con el objetivo de (re)construir el modelo ser vivo. Para ello, se empieza estudiando el modelo inicial del alumnado y sus conocimientos en torno a la caries, se lleva a cabo un experimento de elaboración del yogur, se hace una

lectura y finalmente se compara la bacteria con otro ser vivo para cotejar si los alumnos son capaces de aplicar el modelo construido a otro organismo.

- **Incorporación de los hallazgos individuales en un modelo de organización:** Las ideas previas y la construcción del modelo ser vivo representadas gráfica, oral y textualmente por los alumnos son los “hallazgos” a partir de los cuales se pretende llegar a una generalización del modelo ser vivo. Esta generalización permitirá que los alumnos sean capaces de reconocer las diferencias y similitudes entre las bacterias y otros seres vivos (en este caso el conejo, estudiado el curso anterior) al identificar que, a pesar de ser dos organismos estructural y físicamente muy distintos, cumplen las características básicas de un ser vivo.
- **Recolección e interpretación de datos:** Los datos obtenidos tras aplicar la unidad didáctica en la escuela “Barcelona” fueron analizados e interpretados desde el **contenido** de cada producción, lo que nos ha permitido atribuirles niveles de progresión de aprendizaje con los que se ha podido corroborar la evolución y progresión del modelo construido.

3.1.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN





Esquema 3.1.1: Diseño metodológico y etapas del análisis de la investigación.

3.2 CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

Si tenemos en cuenta todos los seres vivos, las bacterias son de los menos estudiados en la escuela primaria debido a su alto nivel de complejidad y a la exigencia de abstracción necesaria para su comprensión. Sin embargo, nos parece un tema interesante, ya que permite al alumnado comprender que existen seres vivos microscópicos que pueden tener implicaciones en nuestra vida diaria. Los microorganismos participan en aspectos como la elaboración del yogur, la digestión humana y animal por parte de las bacterias intestinales, la protección de la piel, etc. También están involucrados en aspectos no tan benéficos como la formación de caries, provocada por la *Streptococcus sanguinis*, y otras enfermedades infecciosas como la gastritis, provocada por la *Helicobacter pylori*, o el tétanos, provocado por la *Clostridium tetani*.

En esta investigación se ha decidido estudiar las bacterias a partir de dos situaciones distintas, pero cotidianas para los niños y niñas, como es el caso de las caries en los dientes y del consumo de yogur. Las bacterias que participan en la formación de las caries son el objeto de estudio al que se aplicará el modelo ser vivo. Posteriormente, al compararlas con el conejo, estudiado en el curso anterior, se llegará a la generalización del modelo.

La introducción del tema se hizo a partir de una festividad a modo de contextualización. Así, decidimos que las fiestas de Sant Medir celebradas en el mes de marzo y en la que se distribuyen muchos caramelos a los niños y las niñas de Catalunya, que comen generalmente sin pararse a pensar en un posible problema de caries dentales o de la cantidad de azúcar que están ingiriendo en tan poco tiempo, sería un buen punto de partida, ya que muchos de ellos suelen llevar a las escuelas los caramelos recogidos para compartirlos con sus amigos.

El estudio sobre las bacterias causantes de las caries nos permite enlazarlo con las bacterias que participan en la elaboración del yogur como contraejemplo desde un punto de vista de “perjudicial o benéfico”, promoviendo un consumo responsable por parte de los niños y las niñas y abordando temas como la higiene dental, los seres vivos y los beneficios o perjuicios que una bacteria puede causar.

3.2.1 POBLACIÓN Y MUESTRA

a. Sobre el alumnado

La muestra de la investigación está formada por alumnos y alumnas de segundo curso del ciclo inicial de primaria, estudiantes de una escuela pública de Barcelona. Esta escuela trabaja con una metodología de enseñanza basada en modelos, uno de ellos es el modelo ser vivo. Las características básicas de dicho modelo son: **Nutrición** – intercambio de materia y energía con el medio modificándolo, **Reproducción** – cuando un ser vivo se reproduce transfiere información y **Relación** – cuando un ser vivo capta de estímulos del medio y responde a ellos (García, 2005).

El alumnado tiene ya un conocimiento científico previo sobre los caramelos. En el curso anterior a la recogida de datos, los alumnos estudiaron la composición y las propiedades químicas de los caramelos y su estructura física. Además, han experimentado con los caramelos a través de los diferentes sentidos (vista, tacto, olfato y gusto).

Se trata de 25 alumnos y alumnas, en su mayoría de 7 años de edad. 13 son niños y 12 niñas, entre las cuales se encuentra una niña de origen asiático que todavía tiene dificultades con las lenguas vehiculares de la escuela (catalán y castellano). Todos los demás dominan ambos idiomas.

Los niños y las niñas están sentados formando pequeños grupos (Figura 3.2.1). El grupo es bastante participativo, suele contestar a las indagaciones de la maestra y participar dando sus opiniones o exponiendo algún hecho ocurrido en sus vidas relacionado con el tema estudiado, como por ejemplo afirmar que habían tenido caries y que sus padres les habían llevado al dentista o que sus madres también

hacían yogur en sus casas. Así mismo, están acostumbrados a trabajar en grupo y saben respetar las normas de trabajo individual o por pareja cuando es necesario.



Figura 3.2.1: Disposición de los alumnos y alumnas en clase

Como se ha dicho anteriormente, un 90% del alumnado afirmó haber tenido caries y un 100% haber consumido yogur. Sin embargo, no conocían la relación entre estos dos elementos y los seres vivos, esto es, que las bacterias encontradas en ambos medios son nuestro centro de atención para el estudio y (re)construcción del modelo ser vivo.

Los nombres del alumnado utilizados en esta investigación son ficticios.

b. Sobre la maestra

Las clases (sesiones de la unidad didáctica) fueron impartidas por la maestra Noelia (nombre ficticio), quien nos ha ayudado durante la investigación. La maestra fue, en el curso anterior a la recogida de datos (2007/ 2008), la tutora de la clase participante en la investigación y como tal llevó a cabo con sus alumnos un estudio sobre los caramelos, como se ha mencionado anteriormente.

Noelia es una maestra muy experimentada, con gran capacidad para desarrollar la argumentación en los alumnos. Ella fue la responsable de impartir las clases. Así mismo, colaboró en la preparación de las sesiones de la unidad didáctica, la

secuencia y la manera de abordarlas. Antes de empezar las clases, la maestra y la investigadora resolvían las dudas en torno a la actividad que iba a realizarse y durante las mismas, si surgía alguna duda del alumnado no prevista en el programa, la maestra daba permiso a la investigadora para intervenir. De este modo, la investigadora tuvo participaciones puntuales a lo largo de la unidad, generalmente para apoyar y explicar conceptos en los que la maestra la invitaba a hacerlo.

La investigadora y la maestra acordaron previamente que la maestra sería la responsable de dirigir la clase y que la investigadora sólo podría intervenir con su permiso, ya que la idea era mantener la atención de los alumnos y las alumnas en una única persona a la que se le concedía la autoridad máxima en clase. Por su parte, la investigadora tenía un papel basado en la observación participativa, es decir, estar presente durante todas las sesiones de la unidad didáctica y actuar cuando fuera necesario.

La complicidad entre las dos profesionales permitió que toda la unidad didáctica diseñada se cumpliera y que el orden en clase se mantuviera a lo largo de las sesiones.

3.3 DISEÑO DE LA INTERVENCIÓN

A continuación presentaremos la organización general de la intervención, de cada una de las sesiones con las actividades correspondientes y de los instrumentos de obtención de los datos.

La unidad didáctica se diseñó en colaboración con la maestra y se desarrolló a lo largo de cuatro sesiones de aproximadamente 1h30 de duración cada una. Cada sesión tuvo un objetivo específico en el proceso de la construcción del ser vivo.

La estructura de la Unidad Didáctica se muestra en la Figura 3.3.1:

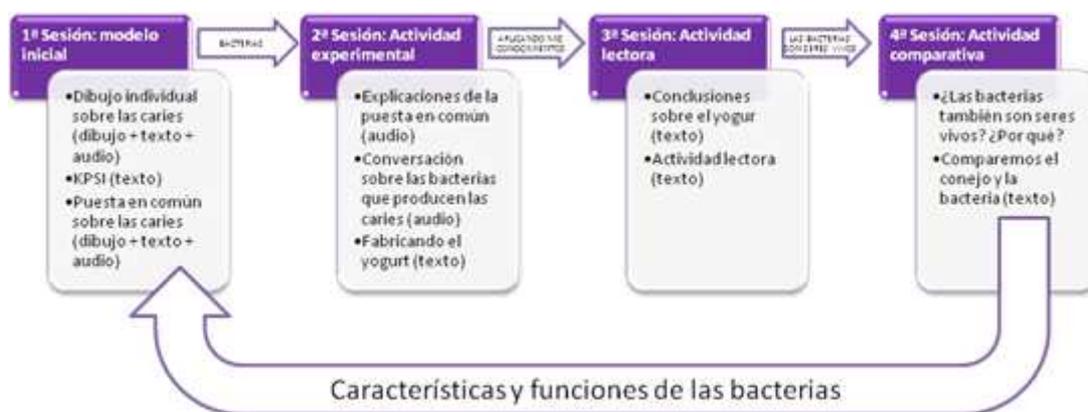


Figura 3.3.1: Estructura principal de la unidad didáctica

Las actividades se organizaron siguiendo el ciclo de aprendizaje basado en Jorba y Sanmartí (1993) y Ángulo y García (1997). En la primera sesión desarrollamos la **fase de exploración**; en la segunda, la **fase de introducción de nuevos conocimientos**; en la tercera, la **fase de estructuración** y finalmente, en la cuarta sesión, la **fase de aplicación y generalización**. Así mismo, la unidad didáctica pretendía la regulación continua de los aprendizajes ayudando a cada estudiante a progresar en la construcción del nuevo conocimiento.

De este modo, en la **primera sesión**, correspondiente a la fase de **exploración**, trabajamos con las ideas iniciales del alumnado sobre las caries y las bacterias que la provocan. El objetivo de la actividad se centraba en hacer explícitas las ideas de los alumnos y la comunicación de objetivos de aprendizaje.

En la **segunda sesión** fabricamos yogur con los alumnos, cumpliendo la fase de **introducción**, ya que en este punto explicamos al alumnado cómo las bacterias realizan sus funciones vitales y la importancia de las distintas condiciones según el medio en que se encuentran, aportándoles nuevos puntos de vista.

En la **tercera sesión**, **estructuramos** el tema en torno a una lectura en la cual aparecían tanto las bacterias presentes en la boca como en la elaboración de alimentos, lo cual permitió a los alumnos sintetizar y elaborar nuevas ideas, contrastándolas con su propio punto de partida.

Para finalizar la unidad didáctica, en la **cuarta sesión**, los alumnos **aplicaron** el conocimiento adquirido hasta el momento para reconstruir el modelo ser vivo a partir de la bacteria comparándola con el conejo, hecho que les permitió formarse nuevas ideas sobre el modelo ser vivo construido por primera vez en el curso anterior a la recogida de datos.

Para la recogida de datos se utilizaron distintos instrumentos y estrategias:

- a) Un cuestionario informativo con preguntas cerradas, el KPSI: *Knowledge and Prior Study Inventory* (Tamir y Lunetta, 1978), del cual hablaremos más adelante (ver página 67).

Según Günther (2003), una buena manera de concluir un cuestionario o entrevista es plantear una pregunta abierta, puesto que posibilita al investigador hacer un resumen de todo el cuestionario y a la vez refuerza la percepción esencial del que responde a las preguntas. Coincidiendo con Günther (2003), nos planteamos el uso del cuestionario *Knowledge and Prior Study Inventory* (KPSI), además de actividades con preguntas abiertas que

posibilitaran al alumnado expresar mejor sus ideas a través de las representaciones gráficas, textuales y orales.

- b) Actividades diversas realizadas por el alumnado con distintos tipos de preguntas que podrían ser contestadas verbalmente, textualmente o a través de dibujos, dependiendo del momento de la unidad didáctica.
- Grabaciones en audio de las actividades en el aula y las conversaciones de docentes y alumnos al realizarlas, discutir los experimentos y elaborar las representaciones en el contexto de la unidad didáctica sobre las bacterias como seres vivos.
- Fotografías de los experimentos y fotocopias de los dibujos y textos de los alumnos (Gómez, 2008).

A continuación presentaremos con más detalle cada una de las sesiones de la unidad didáctica y más adelante, los instrumentos de recogida de datos utilizados: plantillas, cuestionarios y la lectura propuesta adaptado por la autora.

3.3.1 PRIMERA SESIÓN: MODELO INICIAL

En primer lugar, nos detuvimos en el conocimiento del modelo inicial de los alumnos y las alumnas de segundo año de primaria sobre la evolución de las caries. En ese momento, el alumnado rellenó de manera **individual** una **plantilla** sobre el desarrollo de la caries en un diente a través de un dibujo y un texto.



Una vez recogida las ideas iniciales individuales, pedimos a los alumnos que rellenasen un **cuestionario tipo KPSI** para el control y conocimiento de sus ideas previas sobre las bacterias. En esta sesión el propósito era identificar las bacterias como microorganismos que se encuentran en la boca y establecer relaciones con la formación de las caries.

A continuación, les pedimos que formasen pequeños grupos de cuatro alumnos aproximadamente para que presentasen individualmente sus ideas y modelos iniciales y luego discutieran y construyeran una representación final con las ideas que considerasen más correctas de sus compañeros. Para iniciar la **actividad en grupo**, los alumnos tenían que hacer una puesta en común de los dibujos, la maestra intervino y pidió que cada alumno explicase su dibujo al resto del grupo y que entre los cuatro produjeran un dibujo único.

De esta sesión obtuvimos como producción del alumnado el texto, dibujo y audio individual y grupal, además de las respuestas del cuestionario KPSI individual.

***Maestra:** (...) cada grupo coge los cuatro dibujos y explica lo que ha representado y entre los cuatro, con las ideas de todos, os tenéis que poner de acuerdo con las ideas de todos, a partir de lo que han hecho y a partir de las ideas que esto puede darles... (refiriéndose al cuestionario KPSI)*

Gómez (2008) afirma que las docentes, además de apoyar la competencia en la ejecución proporcionando la silueta del cuerpo humano (y en nuestro caso la del diente), participan más activamente en la negociación social de la representación al incidir en la idea de que los alumnos han de pensar en lo que sucede dentro y fuera de su cuerpo.

3.3.1.1 INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE DATOS

a) **Plantilla individual y grupal**

Una de las opciones metodológicas que utilizamos fue la de plantear preguntas abiertas y analizarlas utilizando redes sistémicas y mapas conceptuales. Las preguntas abiertas pueden plantearse a partir de dibujos, fotografías e historias que pueden darse al alumno por escrito o ser leídas por la persona que realiza la encuesta

(Cubero, 1989). En nuestro caso se propuso al alumnado contestar a nuestras demandas utilizando esencialmente dibujos (Figura 3.3.2) en la primera sesión, aunque con la posibilidad de apoyarse en textos escritos y experimentos en las demás sesiones.

Günther (2003) afirma que las preguntas abiertas son exploratorias y muy útiles cuando no conocemos la variabilidad de las posibles respuestas. Además, comenta que las preguntas abiertas necesitan ser descifradas, transcritas y codificadas. Por este motivo, hicimos uso de las redes sistémicas y en algunos casos construimos mapas conceptuales.

Los dibujos, textos e intervenciones orales fueron utilizados como expresión de los modelos mentales de los alumnos y las alumnas de segundo curso de primaria. Estos instrumentos de recogida de datos fueron elegidos al considerar que era la mejor forma de que un/a niño/a de 7 años pudiera expresar sus ideas en relación con los microorganismos. Así mismo, valoramos el gran potencial comunicativo que tienen las imágenes en la expresión de las propias ideas.

De esta manera, tanto para la representación inicial individual como para la representación en grupo utilizamos la misma plantilla (Figura 3.3.2), con la diferencia de que para las individuales se presentaban en formato DIN A4 y para las grupales en DIN A3, es decir, el doble del tamaño individual.

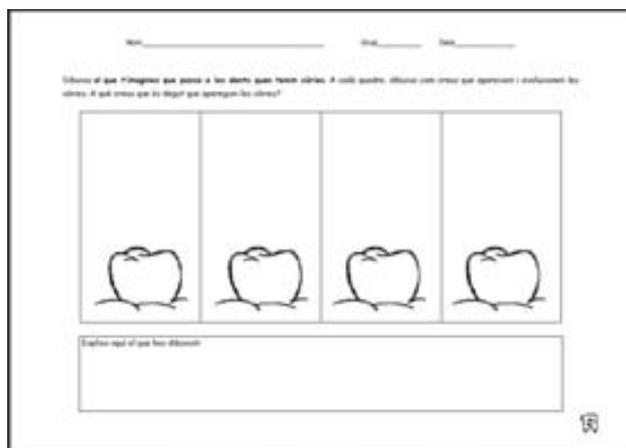


Figura 3.3.2: Plantilla utilizada en la primera sesión. Actividad: ¿Qué pasa en el diente cuando tenemos caries?

b) Formularios KPSI

El formulario KPSI: *Knowledge and Prior Study Inventory* (Tamir y Lunetta, 1978) es un cuestionario de autoevaluación del alumnado que permite de manera rápida y fácil efectuar la evaluación inicial. A través de este instrumento se obtiene información sobre la percepción que el alumnado tiene de su grado de conocimiento con relación a los contenidos que el profesor propone para su estudio; por tanto, es conveniente incluir los prerrequisitos de aprendizaje (Arellano et al., 2008).

Las preguntas cerradas que utilizamos en el KPSI eran del tipo elección múltiple. Estas fueron utilizadas para conocer el nivel conceptual sobre las bacterias, delimitando y especificando las posibles respuestas de los alumnos y las alumnas y reduciendo así el tiempo necesario para responderlas.

El cuestionario de preguntas cerradas tiene diferentes ventajas e inconvenientes. Para Cubero (1989) la ventaja de este instrumento radica en la posibilidad de enfrentar a todos los sujetos a un mismo instrumento estándar y poder recoger datos de muestras amplias, aunque en nuestro caso la muestra fuera pequeña. En cambio, Günther (2003) afirma que las preguntas cerradas deben ser utilizadas cuando ya se conocen los tópicos generales mencionados por quien debe responder sobre el tema estudiado, y que deben ser utilizadas cuando la muestra es muy grande y/o hay poco tiempo.

Conocer lo que los estudiantes *creen que saben o piensan* sobre determinados contenidos científicos se ha revelado tan útil como conocer *lo que realmente* saben o piensan acerca de cómo explicar o comunicar dichos conceptos bajo ciertos ambientes intencionados de aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia y el desarrollo del propio conocimiento científico (Quintanilla, 2006).

Debido a la edad de los estudiantes, este instrumento tuvo que ser gestionado de manera especial ya que, según la maestra, era una de las primeras veces que el grupo trabajaba con ese tipo de cuestionario. En este caso, la maestra leía los enunciados uno a uno y explicaba las opciones de respuesta, siempre poniendo énfasis en que no estaba mal si no sabían o no conocían alguna de las contestaciones. Después de cada

pregunta, la maestra esperaba unos minutos para que los alumnos marcaran con una “X” el cuadro correspondiente a sus creencias. Al mismo tiempo, la investigadora y el tutor del grupo pasaban por las mesas resolviendo las pequeñas dudas que surgían durante el proceso.

Por lo general, este tipo de cuestionario ofrece de cuatro a cinco niveles de respuestas previamente intencionadas, en nuestro caso hemos utilizado los niveles: *No sé nada*; *Sé poco*; *Sé algo*; *Sé bastante*. Cada nivel hacía referencia a la creencia del alumnado en relación al conocimiento del tema (caries, bacterias y yogur) y la capacidad de extrapolar el modelo ser vivo que ya conocían a otro nivel más abstracto, como es el caso de las interrelaciones de la bacteria con el medio.

El cuestionario fue utilizado en dos momentos: en la primera sesión, justo después de presentar la primera actividad *¿Qué sé de las caries y de las bacterias?* (que discutiremos más adelante) y al final de toda la unidad didáctica, es decir, en la cuarta sesión (Figura 3.3.3).

Activitat: què en sé de les càries i els bacteris?				
Assenyalala la resposta més adequada segons els teus coneixements sobre els temes següents:	No en sé res	En sé poc	En sé alguna cosa	En sé bastant
Saps què passa a les dents quan tenim càries?				
Saps què és un bacteri?				
Saps quina és la mida d'un bacteri?				
Saps què necessita per viure un bacteri?				
Saps si tots els bacteris són beneficiosos per a la salut?				
Creus que els bacteris són éssers vius?				
Saps a quins llocs podem trobar bacteris?				

Figura 3.3.3: Cuestionario KPSI pasado a los alumnos en la primera sesión de la UD

En la Figura 3.3.3 observamos el cuestionario KPSI que contestó el alumnado en la primera sesión. En él encontramos siete preguntas, aunque sólo fueron analizadas las seis preguntas comunes entre el KPSI inicial y final.

A continuación presentamos las preguntas analizadas y justificamos el objetivo de cada una de ellas:

- ¿Sabes qué pasa en los dientes cuando tenemos caries?

Con esta pregunta nuestro objetivo era saber si el alumnado tenía alguna idea sobre qué ocurre en el diente cuando tenemos caries. Así podríamos mapear el conocimiento del grupo sobre el asunto y reforzar en las siguientes sesiones, si fuese necesario, los conceptos trabajados. Es importante que los alumnos sepan qué pasa en el diente para que se den cuenta de que hay un ser vivo actuando en el proceso.

- ¿Sabes qué es una bacteria?

El objetivo de esta cuestión era saber si el alumnado conocía o tenía alguna idea sobre lo que es una bacteria, si ya habían oído hablar de ellas o si era la primera vez. Es importante que sepan qué es una bacteria porque este será nuestro punto de partida para reconstruir con ellos el modelo ser vivo, que ya habían formalizado con el conejo.

- ¿Sabes cuál es el tamaño de una bacteria?

Conocer el tamaño de una bacteria era importante para saber si los alumnos tenían alguna noción sobre lo que es un ser microscópico, algo que no podemos ver a simple vista, pero que sabemos que existe. Saber el tamaño de una bacteria es importante para situarles en una realidad que no es visible sin instrumentos adecuados, pero que es constante y que influye tanto positiva como negativamente en nuestras vidas.

- ¿Sabes qué necesita para vivir una bacteria?

Esta cuestión sobre las bacterias es bastante específica, la probabilidad de que el alumnado pudiese contestarla era muy baja al principio de la unidad didáctica. El objetivo era ver si al final los estudiantes habían sido capaces de asimilar y creían

saber cuáles eran las condiciones esenciales para la vida de una bacteria. Saber qué necesita una bacteria para vivir les dará más elementos o características que aproximan a estos microorganismos con los animales e incluso con nosotros.

- ¿Sabes si todas las bacterias son benéficas para la salud?

Esta cuestión surgió de la tesis del Máster en la que observamos que la relación microorganismo-enfermedad era una constante. Así, pensamos en preguntar a los alumnos y las alumnas si creían que las bacterias también podían ser benéficas. Es importante que sepan que existen bacterias benéficas para romper el mito de que todo microorganismo es nocivo para la salud humana.

- ¿Crees que las bacterias son seres vivos?

A partir de aquí introdujimos la relación bacteria-ser vivo. Partimos de la idea de que no lo tenían claro, ya que la mayoría de los niños y niñas de esta edad (7 años) suelen pensar que lo que se mueve está vivo y, por el general, no suelen conocer los seres vivos microscópicos. Saber que las bacterias son seres vivos es importante, porque les ampliará el concepto y les permitirá extrapolar el modelo ser vivo a otros seres que nunca hayan visto.

3.3.2 SEGUNDA SESIÓN: ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

La segunda sesión de la unidad didáctica consistió en la elaboración de yogur por parte de los propios alumnos según una **plantilla** en la que cambiábamos algunas condiciones como la ausencia de bacterias, de azúcar o la temperatura a la



la cual realizaríamos el experimento. Se dividió la clase en cuatro grupos, cada uno de los cuales se hizo responsable de una de las posibilidades presentadas.

El experimento se realizó con cuatro botes, como se ve la fotografía. Las condiciones de cada uno de ellos eran:

- **BOTE 1:** (Nevera a 5°C) 1 vaso de leche + 1 cucharada de yogur natural + 1 cucharada de azúcar
- **BOTE 2:** (Yogurtera a 40°C) 1 vaso de leche + 1 cucharada de azúcar
- **BOTE 3:** (Yogurtera a 40°C) 1 vaso de leche + 1 cucharada de yogur natural + 1 cucharada de azúcar
- **BOTE 4:** (Yogurtera a 40°C) + 1 vaso de leche + 1 cucharada de yogur natural

El montaje del experimento se hizo con la ayuda de la investigadora, quien oralmente explicaba qué estábamos haciendo, dejando a los alumnos la responsabilidad de explicar qué pasaría en cada uno de los experimentos y al día siguiente, qué había pasado realmente y por qué. Los alumnos tenían que elaborar hipótesis sobre lo que iba a pasar y al día siguiente, justificar lo que había ocurrido.

El mismo día del montaje se organizó un debate oral para compartir dudas y explicar científicamente lo ocurrido. El objetivo de esta sesión era presentar las bacterias, esta vez benéficas para la salud humana, en otro medio; siguiendo la idea de García (2005) de estudiar el mismo fenómeno en distintos medios para una mejor comprensión del tema.

Concordamos con Gil Quílez et al. (2008b) cuando afirman que las actividades prácticas “permiten aumentar el interés de los alumnos, el conocimiento de conceptos y procedimientos científicos, así como la adquisición de nuevas competencias que permiten a los alumnos construir nuevos conocimientos”.

3.3.2.1 INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS

El experimento fue llevado a cabo acompañado de un cuestionario de preguntas abiertas que guiaban el entendimiento del mismo.

Presentamos a los alumnos y las alumnas las condiciones necesarias para la elaboración del yogur, cada grupo recibió una consigna con algún elemento esencial distinto de los demás grupos (Figura 3.3.4). Las preguntas utilizadas fueron las mismas para todos los grupos:

Nombre _____ Grupo _____ Fecha _____

Cómo es la leche?				
¿Qué tenía?	¿Qué hicimos?	¿Qué pienso que pasará?	¿Qué pasó?	¿Por qué pasó?
	Al pot 2 le pusieron:	Al pot 2:	Al pot 2:	Al pot 2:
1 yogurtera 1L de leche 1 yogur natural 3 cucharadas de azúcar	1 got de leche 1 cucharada de yogur natural Temperatura 40°C			



Figura 3.3.4: Ejemplo del experimento designado al Grupo 3 con su consigna y condiciones correspondientes

- ¿Qué pienso que va a pasar?

Presentamos esta cuestión justo después de preparar el experimento. Los grupos debían expresar lo que creían que iba a pasar en sus respectivos experimentos. Es importante que el alumnado conteste creando hipótesis, desarrollando la capacidad de sacar conjeturas de lo que podría o no ocurrir.

- ¿Qué pasa?

El alumnado debía observar qué había pasado y describir los hechos, haciendo un esfuerzo de comparación entre el producto inicial y el resultado final.

- ¿Por qué pasa?

Ya con el experimento listo, los estudiantes tenían que contrastar su idea inicial con lo que había pasado, buscando una razón que justificase lo que había pasado y desarrollando así su capacidad de argumentación.

3.3.3 TERCERA SESIÓN: ACTIVIDAD LECTORA

En la tercera sesión presentamos al alumnado una lectura adaptada por la investigadora donde se presentaban **dos preguntas** a lo largo de una historia y se invitaba a los estudiantes a ser partícipes de la misma. Ésta contaba la visita al dentista de dos amigos. En la



consulta los niños veían dos carteles: en uno se presentaban dulces, caramelos, pasteles y refrescos, entre otros productos y decía que estos eran los enemigos de los dientes; el otro cartel presentaba un cepillo de dientes, hilo dental, frutas y verduras y decía que estos eran los amigos de los dientes.

El alumnado tenía entonces que contestar por qué creía que tales elementos eran considerados los amigos y los enemigos de los dientes. Siguiendo la historia, los dos amigos discuten el hecho de comer muchos caramelos y tener caries. Uno de ellos defiende que si se cepilla los dientes no tendrá caries, los alumnos y alumnas tenían que exponer qué pensaban al respecto y explicar el por qué de sus ideas. El objetivo de esta sesión era que los alumnos hicieran la lectura del material presentado, además de aplicar los conocimientos estudiados hasta el momento sobre las bacterias.

3.3.3.1 INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS

Presentaremos a continuación dos preguntas abiertas presentes en la actividad lectora y justificamos ambas. En la Figura 3.3.5 se puede observar una hoja de la lectura a modo de ejemplo. Toda la lectura se puede consultar en los anexos.

- ¿Por qué crees que dicen que los alimentos dulces son los enemigos de los dientes? y ¿Por qué comer sano y cepillarse los dientes son los amigos?

Observando los dos cuadros en los que se presentan los alimentos sanos y los no tan sanos el alumnado debía contestar a estas preguntas desarrollando la capacidad de argumentación y justificación. Es importante que los niños y las niñas sepan distinguir los tipos de alimentos y los elementos que les pueden proporcionar una vida saludable intentando relacionar los alimentos que consumimos con el alimento de las bacterias, lo que podría dar origen al desarrollo de las caries.

Hem anat al dentista i hi havia aquest anunci:

Els dolços, caramels, pastissos i refrescos són alguns dels enemics de les dents.



1

Figura 3.3.5: Ejemplo de una de las páginas de la lectura

- ¿Cómo puedes explicar que comer muchos caramelos casi siempre hace que se produzcan caries?

Después de haber reflexionado sobre los distintos tipos de alimento, pedimos al alumnado que pensasen sobre los efectos y causas que pueden generar el consumo exagerado de caramelos, así como en la importancia de cepillarse los dientes después de las comidas, factor que puede ayudar a reducir tales efectos en los dientes. Es importante que los niños y las niñas puedan evaluar las posibles condiciones relacionadas con el consumo extremo de azúcar y su relación con la caries. Como

vimos en la elaboración del yogur, a mayor cantidad de azúcar en el medio, mayor reproducción de las bacterias.

3.3.4 CUARTA SESIÓN: ACTIVIDAD COMPARATIVA

Como última actividad de la Unidad Didáctica (UD), los alumnos rellenaron individualmente un cuadro comparativo entre la bacteria y el conejo donde tenían que presentar las características que les definía como seres vivos. Se tomó al conejo como modelo comparativo, ya que era el



animal que habían utilizado en el curso anterior para construir por primera vez el modelo ser vivo. A continuación, pedimos al alumnado que se sentara formando un medio círculo para rellenar junto con la maestra el mismo cuadro comparativo a partir de las ideas de todos.

El objetivo de esta sesión era concluir y formalizar el modelo ser vivo demostrando que, independiente del tamaño o de la especie, el modelo puede ser aplicado a cualquier organismo vivo.

3.3.4.1 INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS

Para finalizar la unidad didáctica planteamos la pregunta de cierre, que les permitiría concluir que las bacterias, así como el conejo, son seres vivos. Para ello, presentamos el siguiente cuadro (Figura 3.3.6):

Nom. _____ Grup. _____ Data. _____

Dibuixa i explica: Quines proves tenim que els bacteris del iogurt són éssers vius?
Fes-los en el conill!

CONILL	BACTERI



Figura 3.3.6: Cuadro comparativo de los dos seres vivos estudiados: el conejo y la bacteria

- ¿Qué pruebas tenemos de que las bacterias del yogur son seres vivos? Piensa en el conejo.

Empezamos estudiando los microorganismos presentes en la boca que provocan las caries. Después, introdujimos la idea de que estos organismos están presentes en la elaboración del yogur. Les proporcionamos dos medios distintos, con dos funciones distintas y también con condiciones distintas para su existencia. A continuación, les pedimos que hicieran el esfuerzo de recolectar todas las informaciones pasadas para poder demostrar que las bacterias también son seres vivos y, así, (re)construir el modelo ser vivo. Es importante que el alumnado sepa que, aunque no podamos verlos a simple vista, existen organismos vivos microscópicos que cumplen los tres requisitos básicos (nutrición, relación y reproducción) y que por lo tanto son seres vivos.

3.4 OBJETIVOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

A continuación presentamos detalladamente todas las actividades que hemos llevado a cabo, así como los objetivos específicos de cada una de ellas.

Nos limitamos a analizar las que más nos interesaban a nivel metodológico y que nos aportaban información más relevante para la construcción del modelo ser vivo. En la Figura 3.4.1 presentamos un resumen de las principales actividades y los objetivos de cada sesión de la unidad didáctica:



Figura 3.4.1: Objetivos principales de la unidad didáctica

3.4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

Es importante resaltar que no se han analizado todas las actividades. Las actividades marcadas con un (☺) son las analizadas en esta investigación.

Diseño de la Unidad Didáctica	
Escuela "Barcelona"	
Sesión 1	
Objetivos	Establecer una relación amistosa entre los/as alumnos/as y la investigadora Identificar el modelo inicial sobre las caries y las bacterias. Conocer las relaciones que se establecen con la formación de la caries a través del dibujo. Para la construcción del modelo ser vivo: Reconocer que la

	<i>bacteria intercambia materia y energía con el medio y lo modifica al alimentarse.</i>
Actividades	<p>Presentación de la investigadora como ayudante de la maestra</p> <p>Actividad 1: ☐ ¿Cómo evoluciona el desarrollo de las caries? - DIBUJO, TEXTO y AUDIO.</p> <p>Actividad 2: ☐ Cuestionario tipo KPSI sobre las caries, bacterias y seres vivos</p> <p>Actividad 3: ☐ Presentación y discusión de los dibujos individuales en grupos de 5 alumnos y trabajo en grupo - DIBUJO EN GRUPO, TEXTO y AUDIO.</p>
Explicación de las actividades	<p>Actividad 1: Se plantea una situación de un diente en que los alumnos tienen que demostrar y explicar el desarrollo de las caries, cómo empieza y qué pasa a lo largo del tiempo.</p>
	<p>Actividad 2: Los alumnos y las alumnas rellenan el cuestionario de elección múltiple con la ayuda de la maestra y la investigadora, ya que dijeron no saber qué era un cuestionario.</p>
	<p>Actividad 3: Discusión en grupos sobre los dibujos individuales enseñándolos y explicándolos a sus compañeros, siendo estimulados a elegir el que mejor represente sus modelos iniciales con lo que consideraban correcto conceptualmente. Pedimos que dibujasen lo que creían que pasaba en el diente y que escribiesen lo que habían dibujado en un cuadro al lado.</p>
Sesión 2	
Objetivos	<p>Establecer una relación entre las bacterias de las caries y las que participan de la elaboración del yogur.</p> <p>Fabricar yogur.</p> <p>Estimular la indagación sobre las funciones del ser vivo.</p> <p>Para la construcción del modelo ser vivo: <i>Reconocer la influencia del medio en el desarrollo de las bacterias, captando estímulos del medio y respondiendo a ellos.</i></p>
Actividades	<p>Actividad 4: Discusión sobre la clase anterior relacionándola con las bacterias y propuesta del experimento científico.</p> <p>Actividad 5: ☐ Distribución de la hoja de seguimiento a cada grupo.</p> <p>Actividad 6: Elaboración del yogur utilizando distintas condiciones.</p>

Explicación de las actividades	Actividad 4:	Retomamos la idea de las caries y preguntamos si las recuerdan de la clase anterior. Introducimos el tema de las bacterias y la salud, conduciendo la discusión y resaltando los temas que los propios alumnos nombraban.
	Actividad 5:	Distribuimos una hoja de seguimiento con tres preguntas para que los alumnos rellenasen en el transcurso de unos días. Estas eran: "¿Qué crees que va a pasar?", "¿Qué ha pasado?" y "¿Por qué ha pasado?"
	Actividad 6:	Distribuimos a los grupos los elementos de acuerdo con la plantilla que han recibido: leche, azúcar, yogur y temperatura (dos posibilidades: poner en la nevera o en la yogurtera a 40°C durante 4h)
Sesión 3		
Objetivos	<p>Estimular la lectura. Establecer una relación entre las bacterias del yogur y de la caries. Discutir la importancia de cepillarse los dientes. Para la construcción del modelo ser vivo: <i>Identificar las condiciones necesarias para la existencia de las bacterias, tales como la reproducción, y al hacerlo, transferirles información.</i></p>	
Actividades	<p>Actividad 7: ¿Qué pasó en nuestros experimentos? Actividad 8: <input type="checkbox"/> Lectura y contestación de dos preguntas Actividad 9: Discusión: ¿Cuál es la importancia de cepillarse los dientes?</p>	
Explicación de las actividades	Actividad 7:	Pasados dos días, miramos qué había pasado en los botes de yogur y discutimos qué y por qué pasó, conduciendo la discusión hacia la importancia de las bacterias en la elaboración del producto.
	Actividad 8:	Los alumnos se sentaron en parejas, leyeron y contestaron a dos preguntas presentes en el mismo: "¿Por qué crees que dicen que los alimentos dulces son los enemigos de los dientes? y ¿Por qué comer sano y cepillarse los dientes son los amigos?"
	Actividad 9:	Discutimos oralmente con los alumnos y las alumnas la importancia de cepillarse los dientes y de no comer muchos caramelos, relacionando el azúcar como alimento de las bacterias.

Sesión 4	
Objetivos	<p>Identificar las bacterias como seres vivos.</p> <p>Identificar el modelo construido sobre las bacterias y los demás seres vivos.</p> <p>Para la construcción del modelo ser vivo: <i>Reconocer las funciones comunes que realizan las bacterias y el conejo, así como las diferencias en las maneras de realizarlas.</i></p> <p>Concluir la Unidad Didáctica.</p>
Actividades	<p>Actividad 10: ☐ Comparación de distintos seres vivos: conejo vs bacteria.</p> <p>Actividad 11: ☐ Discusión y construcción del cuadro comparativo en grupo.</p> <p>Actividad 12: ☐ Cuestionario tipo KPSI sobre las caries, bacterias y seres vivos.</p>
Explicación de las actividades	<p>Actividad 10: Pedimos a los alumnos que rellenasen individualmente un cuadro comparativo entre el conejo y la bacteria sobre las características que les definían como SV.</p> <p>Actividad 11: Después de que los alumnos terminaran de contestar individualmente, nos sentamos formando un semicírculo y, a partir de las respuestas de los alumnos, construimos un cuadro comparativo en grupo con la maestra.</p> <p>Actividad 12: Para finalizar la UD, pedimos al alumnado que contestara al mismo KPSI pasado inicialmente para tener un control de cambios en sus contestaciones.</p>

3.5 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE LOS DATOS

El análisis del proceso de construcción del modelo ser vivo se basa en identificar los niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje que van alcanzando los alumnos a lo largo de toda la unidad didáctica. Para ello, se ha construido una progresión de aprendizaje (PA) que va desde el nivel 0 (ninguna referencia al modelo) al 7, (identificación del origen de la bacteria y de las principales funciones que realiza) Para construir estos niveles nos hemos basado en otras investigaciones (Schwarz et al., 2009; Acher y Arcá, 2006; Lee y Liu, 2009; entre otros) y hemos contrastado la propuesta con investigadores expertos y con la comunidad científica a partir de la presentación de artículos en congresos.

Este proceso de construcción se ha realizado en un entorno que promovía el uso de distintos modos comunicativos (dibujo, texto escrito y habla). Por tanto, en el análisis interesa mostrar cómo cada uno de los modos comunicativos contribuye a la progresión de aprendizaje del modelo ser vivo. Para ello, se hace un *análisis del contenido* de los datos a través de identificar qué elementos, funciones y procesos de interacción del modelo ser vivo expresan y así asignarles un nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje. El análisis del contenido de las distintas actividades se realiza a través de redes sistémicas y mapas de contenido. Además, en el análisis del habla se identifican los elementos argumentativos (Toulmin, 1958).

En el análisis de datos será fundamental definir la progresión de aprendizaje y la metodología de análisis de la comunicación multimodal.

3.5.1 ANÁLISIS DEL CONTENIDO Y REDES SISTÉMICAS

a) Análisis del Contenido

Las categorías básicas de análisis del contenido de los datos hacen referencia a los *elementos* o entidades *protagonistas* (Ogborn et al., 2002) y a los *procesos de interacción* que aparecen en el dibujo, texto y en la comunicación oral elaborada por los alumnos (Mayerhofer y Márquez, 2010a y 2010b). Las categorías para las entidades representadas y enunciadas siguen el formato que denominamos “Modelo Ogborn” (Ogborn et al., 2002), donde los dibujos son la manera utilizada para dar explicaciones científicas, la *Historia*; los *Protagonistas* son las entidades que poseen sus “propios poderes de actuación”, como la **caries**, el **bicho** y el **azúcar**, y representan una secuencia de acontecimientos en los cuales “se produce un resultado que generalmente es el fenómeno que hay que explicar”, aquí llamados interacción, pero que el autor denomina *Sucesos*.

El análisis del *contenido* se hace en cada representación, ya sea gráfica, textual u oral – en las discusiones generadas en grupos. El análisis se da en cada intervención hecha por un interlocutor.

De un modo general el contenido hace referencia al **Alimento**, es decir, todo elemento que sirva de comida (como el caramelo, el pollo o la ciruela, por ejemplo); además del **Ser Vivo**, es decir, la bacteria o “*bicho*”, y el resultado del proceso, la **Caries**. Cada uno de estos elementos (alimento, ser vivo y caries) aparece en las categorías de análisis “Elementos Enunciados”, “Elementos Representados”, “Función que realiza” y “Procesos de Interacción”.

Estas categorías pueden variar de acuerdo con el tipo de datos recogidos. Si los datos están representados de forma escrita u oral pueden presentarse las categorías: “Elementos Enunciados”, “Función que realiza” y “Procesos de Interacción”. Si es dibujado pueden ser: “Elementos Representados”, “Función que realiza” y “Procesos de Interacción”.

Las categorías se determinaron a partir de su papel en el contenido analizado. La categoría “**Elementos Enunciados**” hace referencia a los elementos citados por el alumno, pero sin ejercer ninguna función ni interactuar con otro elemento. La categoría “**Función que realiza**” hace referencia a un elemento citado que ejerce una función que generalmente se presenta ligada a un verbo, pero sin interactuar con otro elemento. Y la categoría “**Procesos de Interacción**” hace referencia a la interacción entre dos o más elementos – alimento, ser vivo y caries – y sus acciones están ligadas por un verbo.

Partiendo de lo expuesto más arriba, presentamos las categorías que hemos creado para el análisis del contenido de la discusión entre iguales y la numeración que recibieron para facilitar el análisis de los datos. Las demás categorías van apareciendo a lo largo de los capítulos de resultados:

No hay [0]: Cuando no hay relación alguna con el contenido, es decir, el alimento, el bicho o la caries, así como con la higiene dental.

ELEMENTOS ENUNCIADOS:

Alimento [1]: Cuando el alumno cita algún tipo de comida, por ejemplo, un caramelo, una ciruela, un pollo o cuando simplemente nombra el azúcar.

Ser vivo [2]: Cuando el alumno cita algún tipo de ser vivo – bicho, microbio, bacteria, etc. – su ubicación, cantidad o tamaño.

[2]* Higiene dental: hace referencia a la presencia del bicho y la necesidad de eliminar dicha presencia. Será codificado de la siguiente manera: [2]*. Se trata de una relación inferencial.

Caries [3]: Cuando el alumno cita la presencia de caries en el diente, su formato o color.

FUNCIÓN QUE REALIZA:

Alimento [4]: Hace referencia a la función de la comida, de alimentar al bicho o a la caries.

Ser vivo [5]: Hace referencia a la función del bicho de agujerear, hacer daño, comer el diente.

Caries [6]: Hace referencia a la acción de la caries al expandirse, hacer daño al diente, agujerear, comer el diente, etc.

INTERACCIÓN:

Alimento ↔ Ser vivo [7]: Cuando el alumno establece una relación entre la comida y el bicho, es decir, cuando uno sirve para alimentar al otro, por ejemplo: el azúcar es el alimento de la bacteria.

Alimento ↔ Caries [8]: Cuando el alumno hace una relación causal entre la comida y la caries, pero NO tiene en cuenta la presencia del bicho: “...cae la comida y aquí comienza a mezclarse con todo y la caries va comiendo todo eso, todo el diente.”.

Ser vivo → Caries [9]: Cuando el alumno hace una relación entre el bicho y la caries sin tener en cuenta la presencia de la comida: “... la bacteria comiendo la caries...”.

Alimento ↔ Ser vivo → Caries [10]: Cuando el alumno hace una relación completa del proceso entre la comida que alimenta al bicho y, consecuentemente, sale una caries: “cuando se come un caramelo se te provoca un bicho, (...) que va comiendo el diente (...) hasta que llega un momento que hay que poner el empaste...”
[Entendemos que las bacterias ya están en la boca y que no es el azúcar el que provoca el bicho.]

Ver Tabla 3.5.2 referente a este contenido en la página 91.

Acuerdo: en esta categoría se tienen en cuenta todos aquellos segmentos de la discusión en los cuales los alumnos confirman la idea anterior, es decir, en sus respuestas están implícitas las ideas anteriormente presentadas por algún compañero. Se representará mediante la palabra “As” más el código de la categoría que confirma. En este caso no significa que el alumno lo haya entendido, puede simplemente que lo haya confirmado por haber afinidad con otro compañero.

Desacuerdo: en esta categoría se tienen en cuenta todos aquellos segmentos de la discusión en los cuales los alumnos rechazan la idea anterior, en sus respuestas están implícitas las ideas anteriormente presentadas por el compañero. Estará representado por “Rf” más el código de la categoría al que pertenece.

Como se ha dicho anteriormente, se analizan de manera independiente los dibujos. En tal caso se hablará de *Elementos e Interacciones Representados*. En el caso de los textos se denominarán *Elementos e Interacciones Enunciados*.

En relación con los dibujos, para llegar a los ítems de cada categoría, se hizo en primer lugar un borrador con las entidades principales representadas (protagonistas) y cómo éstas eran representadas (por ejemplo, formas geométricas de las caries). Más tarde, en reuniones de tutoría se fueron perfilando las categorías e ítems agregando unas y quitando otras en una triangulación de los datos.

Los textos son notablemente breves. Hemos de tener en cuenta que los aprendices tenían 7 años y todavía escribían con dificultad. En este caso se procedió de la misma manera: se clasificaron los nombres “alimento, higiene, bacteria” como algunos de los *elementos* y los verbos “limpiar, reproducir” como *procesos de interacción*. Para la lectura de sus frases o palabras hicimos uso del contexto en el que se realizó la actividad; sin embargo, algunos textos resultaron totalmente ilegibles e/o incomprensibles. En cualquier caso, estas respuestas también aparecen en las redes sistémicas en la categoría “sin coherencia”.

Para representar el análisis del contenido de los datos recogidos se hizo uso de las redes sistémicas.

b) Redes Sistémicas

Las redes sistémicas son un método de análisis cualitativo muy utilizado en nuestro contexto (Didáctica de las Ciencias), especialmente en este departamento como forma de exploración de los datos obtenidos, ya sean escritos, dibujados o hablados. Entre los autores que han utilizado el tipo de redes sistémicas que han ayudado para la elaboración de esta investigación se encuentran: Mayerhofer y Márquez (2009);

Márquez (2002); Pipitone (2008); Romero (1996); Azcárate y Sanmartí (1996), entre otros.

Bliss (1979) desarrolló un análisis sistémico con el objetivo de representar de forma codificada el significado de las palabras escritas en una frase y las no directamente expresadas. Para Romero (1996) la red sistémica permite que cada respuesta sea contemplada como una opción que tiene significado, porque posee una configuración particular de una red estructurada de opciones interdependientes.

En trabajos anteriores ya utilizamos este método y se demostró favorable en el análisis de dibujos y textos a partir de los cuales recogemos y organizamos los elementos enunciados y representados, además de los procesos de interacción en los distintos métodos de comunicación del alumnado. De ese modo se pudo clasificar las respuestas en categorías, sin importar si las ideas eran o no correctas, en función del tipo de razonamiento explicitado. Así se identifican las concepciones alternativas que fueron utilizadas en los razonamientos y los hilos de pensamiento que se pueden generar en la concepción del alumnado.

Estamos de acuerdo con la idea de que “las redes sistémicas son estructuras de posibilidades de significado que quieren describir no tanto los datos objetivos (las frases de los alumnos, por ejemplo), sino más bien su interpretación con el objetivo de comprender el significado que tienen para los estudiantes” (Quintanilla y Araya, 2011).

3.5.2 PROGRESIÓN DE APRENDIZAJE

La progresión de aprendizaje (PA) se ha construido a partir del análisis del contenido de los datos y del planteamiento teórico del modelo ser vivo. Primero, se ha tenido en cuenta el modelo ser vivo propuesto por García (2005), al cual se quería llegar. Posteriormente, se hizo un análisis previo de los datos para obtener los pasos que este grupo de alumnos dio para llegar a la construcción requerida. Justo después, se construyeron los niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje que respondían a nuestros objetivos.

A continuación presentamos en la Tabla 3.5.1 la definición de los niveles de progresión utilizados a lo largo del análisis. En la primera columna determinamos el nivel que va de 0 a 7, donde 0 corresponde al menor nivel, en el cual no se presentan ideas relevantes para el modelo que estamos construyendo, y 7 al nivel más alto, cuando el alumno es capaz de reconocer las mismas funciones en otros seres vivos, pero realizadas de maneras distintas. En esta columna podemos observar que cada nivel está numerado y enunciado.

Es importante aclarar que los niveles de 0 a 2 **NO** reconocen la existencia de las bacterias en el proceso de formación de las caries, y que del 3 al 7 ya la reconocen y, poco a poco, van atribuyendo funciones más complejas y esenciales para el ser vivo.

En la segunda columna damos una breve explicación del nivel correspondiente en relación a las ideas presentadas por los alumnos. En la tercera y cuarta columna abordamos el aspecto científico del modelo con relación al nivel de desempeño en la PA, hace referencia al concepto biológico o al físico-químico. Se ha tenido en cuenta esta diferenciación científica para ser precisos en el momento de presentar los hechos reales. Aun así, en algunos casos es complicado diferenciarlos y por este motivo unimos las dos columnas.

Finalmente, en la última columna presentamos un ejemplo extraído de los datos de esta tesis para que el lector pueda hacerse una idea de cómo hemos atribuido uno u otro nivel a la respuesta obtenida.

* **Niveles de 0 a 2:** NO reconocen la existencia de las bacterias.

** **Niveles de 3 a 7:** Reconocen la existencia de las bacterias.

Nivel de desempeño en la PA	Breve Explicación	Aspectos Biológicos	Aspectos Físico-químicos	Ejemplos basados en los datos
0. Ideas no relevantes para el modelo*	Las ideas presentadas son meramente descriptivas	No hay	No hay	<i>"... he hecho la encía con un lápiz gris... un lápiz negro que simboliza la caries"</i>

<p>1. Los alumnos identifican una relación causal entre el azúcar y la caries* (solo reconocen la presencia del azúcar y caries)</p>	<p>Las ideas presentadas están conectadas por una relación causal entre el azúcar y la caries</p>	<p>No hay</p>	<p>Hay azúcar en el medio que facilita la aparición de caries.</p>	<p><i>“el azúcar del caramelo se mete entre los dientes y se va produciendo la caries”</i></p>
<p>2. Los alumnos reconocen en la caries alguna función*:</p>	<p>Las ideas presentadas atribuyen a la caries alguna función</p>	<p>No hay</p>	<p>No hay</p>	<p><i>“... cuando se hace más grande la caries agujerea el diente”</i></p>
<p>3. Los alumnos reconocen la presencia de una bacteria**: 3a. Nombran y/o dibujan un ser vivo: bicho, microbio, bacteria... 3b. Atribuyen a la bacteria alguna función 3c. Reconocen un posible origen de la bacteria</p>	<p>a. Las ideas presentadas citan un organismo (<i>bicho</i> es el más citado) b. Atribuyen a la bacteria alguna función (comer es la más citada) c. Son capaces de presentar un posible origen de la bacteria</p>	<p>La bacteria degrada la dentina con los ácidos producidos de la fermentación de los azúcares y carbohidratos provocando agujeros que van creciendo de acuerdo con la disponibilidad de materia para fermentar y del número creciente de bacterias.</p>		<p>a. <i>“las bacterias son una especie de bicho”</i> b. <i>“ un bichito que va comiendo un poquito el diente”</i> c. <i>“El bicho que se ha formado primero va formando los otros”</i></p>
<p>4. Los alumnos reconocen la relación entre ingerir alimentos dulces, las bacterias y la formación de caries **</p>	<p>Las ideas presentadas establecen relaciones entre el azúcar, la bacteria y la caries</p>	<p>La bacteria fermenta los azúcares y carbohidratos de los restos de alimentos que consumimos, produciendo ácidos que degradan el diente.</p>	<p>La fermentación es un proceso catabólico de oxidación incompleta, es decir, fragmenta la molécula de azúcar, totalmente anaeróbica, siendo el producto final un compuesto orgánico.</p>	<p><i>“si comemos mucho azúcar damos comida a las bacterias de los dientes”</i></p>

<p>5. Los alumnos reconocen las condiciones favorables del medio para la existencia de las bacterias**</p>	<p>La bacteria necesita unas condiciones de temperatura, alimento y pH para existir</p>	<p>La bacteria necesita de un ambiente ideal con temperatura alrededor de 36°C, pH ligeramente ácido, azúcares y/o carbohidratos para poder dar inicio a la fermentación</p>	<p><i>“Le faltaban bacterias porque hemos puesto calor” (refiriéndose a la yogurtera a 40°C)</i></p>
<p>6. Los alumnos reconocen que las bacterias se reproducen**</p>	<p>Uno de los aspectos esenciales que determina que la bacteria es un ser vivo es el hecho de reproducirse</p>	<p>Las bacterias se reproducen por bipartición (asexual) y conjugación (sexual). El principal modo de reproducción que se enseñó a los niños fue la bipartición</p>	<p><i>“...bacterias sean más grandes y entonces se parten por la mitad y se hacen más bacterias y se producen las caries”</i></p>
<p>7. Los alumnos reconocen las mismas funciones en otro ser vivo**.</p>	<p>Son capaces de generalizar y reconocer las mismas funciones en otro ser vivo</p>	<p>Las características vitales que definen un ser vivo son el intercambio de materia y energía, la reproducción y la relación, además de estar constituido por célula.</p>	<p><i>“la bacteria es un ser vivo, respira, come azúcar”</i> <i>“el conejo es un ser vivo, come, respira y hace pipi y caca”</i></p>

Tabla 3.5.1: Definición de los niveles de progresión de aprendizaje.

La progresión de aprendizaje se analiza en cuatro momentos diferentes, siempre al acabar cada sesión de la unidad didáctica como podemos ver en la **Figura 3.5.1**:



Figura 3.5.1: Momentos en que aplicaremos el análisis de la progresión de aprendizaje

Los niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje (DPA) van apareciendo en el capítulo de resultados de acuerdo con el avance de la unidad didáctica,

demostrando que los alumnos y las alumnas van gradualmente (re)construyendo su modelo de ser vivo.

La atribución de los niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje se da a partir del *contenido* de cada representación o intervención en el caso de la discusión entre iguales.

3.5.3 RESUMIENDO LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

Para entender mejor cómo se han analizado las producciones del alumnado, se presenta el siguiente esquema (Figura 3.5.2):



Figura 3.5.2: Esquema utilizado para el análisis de los datos

Siguiendo este esquema, presentamos como ejemplo la red de contenidos expuesta anteriormente en la página 82, relacionándola con los niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje: Nivel de DPA (Tabla 3.5.2). Así mismo, recordamos que para cada sesión ha habido una red distinta que se corresponde con las producciones del alumnado.

ANÁLISIS DEL CONTENIDO		Categ.	Nivel de DPA
NO HAY (NH)		[0]	Nivel 0
Elementos enunciadados	Alimento	[1]	Nivel 0
	Ser vivo	[2]	Dibujado o nombrado Nivel 3a
			Explicación del origen Nivel 3c
	Caries	[3]	Nivel 0
Higiene dental	[2]*		
Función	Alimento	[4]	Caries Nivel 2
			Ser vivo Nivel 3b
	Ser vivo	[5]	Alimentación Nivel 3b
			Relación con medio Nivel 5
	Reproducción Nivel 6		
Caries	[6]	Nivel 2	
Proceso de Interacción	Alimento ↔ Ser vivo	[7]	Nivel 3b
	Alimento ↔ Caries	[8]	Nivel 1
	Ser vivo → Caries	[9]	Nivel 3b
	Alimento ↔ Ser vivo → Caries	[10]	Nivel 7

Tabla 3.5.2: Red utilizada para el análisis del contenido de cada intervención

3.5.4 ANÁLISIS DE LA COMUNICACIÓN MULTIMODAL

El análisis de la relación entre los modos comunicativos se hace a partir de las propuestas de Kress et al. (1998), Piccinini y Martins (2004), Márquez et al. (2006) y Sasserón y Carvalho (2010) donde se observa que los modos de comunicación adoptan dos tipos de relación semióticas: *cooperación* y *especialización*.

En nuestro caso consideraremos que la relación es de *cooperación* cuando la información aportada por los distintos modos de comunicación está en un mismo

nivel de progresión de aprendizaje, es decir, en el dibujo, la explicación textual y la oral encontramos los mismos elementos y la misma idea. La relación será de *especialización* cuando la información aportada por los modos de comunicación esté en niveles diferentes en la progresión de aprendizaje, es decir, cuando un modo complemente la idea que el otro empezó a delinear.

Por ejemplo, si determinamos que el dibujo se encuentra en un **nivel 3a** de progresión de aprendizaje (cuando el alumno dibuja un “bicho”) y el texto y la explicación oral se encuentran en un **nivel 3b** (cuando atribuye una función al “bicho”, por ejemplo, la de “comer”), estamos determinando que hay una relación de especialización entre los modos comunicativos y que el texto es el modo que especializa, ya que es el que alcanza un mayor nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje, al complementar la idea de que el “bicho” no solo existe en el proceso, sino que también tiene la función alimentarse del diente.

Para llegar a esta relación, se le ha asignado a cada modo comunicativo un nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje en función del contenido de cada uno de ellos. De este modo, primero se hizo un análisis individual de la representación gráfica, posteriormente de los textos escritos y finalmente del habla. Este análisis individual nos permitirá ver qué modo comunicativo es el más explicativo y el que alcanza un nivel mayor en la progresión de aprendizaje.

En el capítulo de resultados se presentan las producciones individuales del alumnado siguiendo el orden anteriormente citado (gráfica, textual y oral) y más adelante, una tabla resumen con los niveles de desempeño alcanzados por el alumnado en cada modo comunicativo, la relación existente entre los modos comunicativos (cooperación o especialización) y el nivel global del alumno/a (este corresponde al nivel de desempeño más alto alcanzado por el alumno, independientemente de cuál sea el modo comunicativo).

A continuación, se presenta el cuadro que se ha utilizado para el análisis de la comunicación multimodal de los alumnos y de las alumnas (Figura 3.5.3).

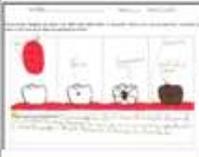
Nombre	DIBUJO	TRANSCRIPCIÓN	NIVEL DE PROGRESIÓN DE APRENDIZAJE	RELACIÓN ENTRE LOS MODOS COMUNICAT.	NIVEL DE P.A. DEL ALUMN.
Adán		<p>ORAL: "Yo creo que la caries empieza al comer lo igualmente lo dulce y lo que más le gusta, justamente así (ref. ...) después se va formando la caries y se va aumentando por todo el diente, después todo el diente, todo el diente se va y después tienes que ir al dentista porque sino... normal".</p> <p>DIBUJO: "El primer rectángulo, es cuando te comes el caramelo, y se produce la caries, después la caries ya es un poco más grande, después se expande la caries y después la ya es un poco más grande, después se expande la caries y caries invade tu diente. 3º expansión de la caries; 4º después la caries invade tu diente" que a "diente libre de caries".</p>	<p>1. "Yo creo que la caries empieza al comer lo (...) después se va formando la caries..."</p> <p>2. "El dibujo el caramelo cuando el proceso de la caries; 2. la caries crece"</p> <p>3. "Te comes el caramelo, y se produce la caries; 2. 3º caries más grande, después se expande la caries y después la caries invade tu diente"</p>	<p>1</p> <p>Especialización</p> <p>2</p>	2

Figura 3.5.3: Ejemplo del análisis aplicado a la actividad individual en la primera sesión

En la primera columna presentamos el nombre del alumno seguido del número del grupo al cual pertenece. En la segunda columna, el dibujo hecho individualmente. A continuación, la transcripción oral y textual referente a la explicación del dibujo. En la cuarta columna, exponemos el nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje al que pertenecen fragmentos del texto y de la explicación oral, así como elementos presentes en el dibujo. En la columna siguiente, presentamos la relación entre los modos comunicativos justificada por la igualdad o diferencia en los niveles de progresión de aprendizaje. Por último, presentamos el nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje global del alumno.

Observamos en este caso que el alumno llamado Adán pertenece al Grupo 1. Su explicación oral está clasificada en el **nivel 1** de progresión de aprendizaje, es decir, identifica una relación causal entre el azúcar y la caries. En cambio, las explicaciones dadas a través del dibujo y del texto están caracterizadas por el **nivel 2**, ya que Adán atribuyó una función a la caries, en su caso la caries crece en el dibujo y en el texto afirma que además de crecer (“se expande”), la caries *invade* el diente. Como existe una diferencia entre los niveles de progresión según el modo comunicativo utilizado, caracterizando un complemento en las informaciones e ideas, clasificamos la relación como **especialización**. El nivel del alumnado fue determinado por el mayor nivel presentado independientemente del modo comunicativo que se ha utilizado. Así, en este caso, consideramos de una manera global que Adán está en el **nivel 2** de progresión de aprendizaje.

3.5.5 ANÁLISIS DE LA DISCUSIÓN ENTRE IGUALES

Al final de la primera mitad de la primera sesión, dividimos a los alumnos en grupos para discutir sus ideas y modelos iniciales, dándoles la posibilidad de (re)construir su modelo y crear uno que fuera común para todo el grupo.

Basándonos en la investigación de Ramos y Espinet (2009), las autoras han constatado que la interacción social en el aula desarrollada en pequeños grupos de estudiantes es ventajosa, ya que promueve tanto una estrategia de aprendizaje de una nueva lengua – en su caso particular – como permite construir un modelo explicativo consensuado, siendo éste uno de nuestros objetivos, es decir, promover al alumnado compartir y discutir sus ideas, hasta llegar a un consenso que debe ser representado gráfica y textualmente.

A partir de esa discusión pretendíamos realizar el análisis con el objetivo de profundizar en algunas cuestiones, como asignar significados distintos a términos relacionados con el acceso al conocimiento (Jiménez-Aleixandre y Díaz de Bustamante, 2003).

Edwards y Mercer (1988 en Candela, 1991) afirman que el análisis del habla en la dinámica de la interacción social revela la dimensión social y contextualizada del pensamiento de los niños, aunque no da información suficiente para hacer inferencias sobre el aprendizaje o acerca de las representaciones cognitivas individuales. Sin embargo, nos permite tener una idea del conocimiento que empieza a ser (re)construido. Jiménez-Aleixandre y Díaz de Bustamante (2003) complementan esta idea al afirmar que la comunicación en el aula debería permitir a los participantes construir y compartir significados en distintas dimensiones como la cognitiva y la social. Al mismo tiempo, Kelly y Crawford (1997) recuerdan que no siempre los estudiantes trabajan verdaderamente en grupo, sino más bien dividen las tareas o actividades, generando así alumnos con diferentes conocimientos compartimentados.

A partir de esta interacción social, nos planteamos hacer un análisis del discurso basado en Toulmin (1958) analizando cada elemento de la discusión.

Después de la presentación individual de sus dibujos a través de una explicación oral para todos los miembros del grupo, los alumnos tuvieron que discutir, justificar y elegir los aspectos que mejor representaban las caries y que eran más completos conceptualmente para agregarlos al dibujo del grupo. Cada alumno intentaba convencer a sus compañeros de que su idea era la más correcta en términos conceptuales.

Tras más de media hora de discusión, cada grupo elaboró un dibujo. En algunos casos fue necesaria la intervención de la maestra y/o investigadora para direccionar la discusión y el dibujo, ya que los alumnos y las alumnas tenían dificultades en llegar a una opinión consensuada:

Maestra: *“¿Y entonces que piensan en representar? Una cosa está clara, que necesitamos el caramelo y el azúcar”*

(...)

Adolfo: *“El caramelo produce un bichito y el azúcar se agarra al diente y cuando el azúcar se agarra al diente produce un bichito y ese bichito se va comiendo el diente”*

Adán: *“¿Puedo hacer el bichito?”*

Adolfo: *“Sí, pero muy pequeño”*

Entre la pregunta de la maestra y la respuesta de uno de los alumnos hay una pausa de aproximadamente dos minutos en que el alumnado mira sus dibujos, piensa en voz alta (pero muy bajo en la grabadora, hecho que dificulta el entendimiento y la transcripción), hasta que Adolfo da, con más seguridad, el razonamiento.

Este razonamiento es tomado como cierto por los demás miembros del grupo, que una vez más hacen una pausa hasta que otro alumno, Adán, que está dibujando, pregunta para todo el grupo si realmente puede dibujar un *bicho*. En ese momento todos responden que sí y Adolfo complementa que este *bicho* debe ser muy pequeño sin decir el por qué.

3.5.5.1 TRANSCRIPCIÓN Y CODIFICACIÓN

La discusión fue transcrita utilizando una metodología sencilla según la cual cada vez que habla un alumno distinto se considera una intervención diferente. Los turnos de habla se determinaban cada vez que un alumno interrumpía a otro o cuando había una pausa de silencio entre los participantes del grupo. De este modo, las intervenciones se presentan codificadas de la siguiente manera: “**Nombre del interlocutor:** Intervención”, por ejemplo:

Ágata: Pues yo creo que el tercer dibujo y el cuarto se tendrían que mirar...

Hemos intentado ser fieles a todo lo que decía el alumnado, incluyendo los ruidos; y cuando en alguna intervención el interlocutor apuntaba a una parte específica del dibujo, de su boca, etc. hemos incluido una nota a la transcripción entre corchetes “[]”, por ejemplo:

Leonardo: No trabajan con taladros [se ríe]

Los momentos en que no entendíamos lo que decían o cuando un mismo alumno hacía una pausa corta mientras exponía sus ideas han sido representados de la siguiente manera “(...)”:

Alicia: Pues, el dibujo del Álvaro... (...) caramelo con papel, y el caramelo con papel no se puede comer

Los puntos suspensivos sin paréntesis “...” representan una pausa de menos de dos segundos en la exposición del interlocutor, estas pausas se dan generalmente cuando se piensa antes de hablar o cuando las ideas no se conectan con lo que fue dicho primero, como hemos podido observar en el ejemplo anterior. Así mismo, solemos encontrarlas al final de cada intervención ya que el alumnado deja de hablar por la intervención de otro compañero.

También encontramos en la transcripción colores que identifican la categoría de análisis de los elementos argumentativos utilizados, correspondiente al punto “a” que

presentaremos en el siguiente apartado. Los colores fueron utilizados para indicar en la propia intervención los tipos de elementos argumentativos. Nosotras utilizaremos:

- a) Afirmación: color azul
- b) Dato: color verde
- c) Justificación: color naranja
- d) Refutación: color rojo

La discusión de cada grupo se ha dividido en bloques de toma de decisión, es decir cada vez que el grupo llega a una decisión consensuada se identifica un bloque. Estas decisiones pueden estar presentes o no en el dibujo final. Todos los códigos y más ejemplos se pueden observar en la Figura 3.5.5 presente en la página 101.

3.5.5.2 CATEGORÍAS DE ANÁLISIS

El análisis de cada intervención de la discusión se dio por tres métodos distintos:

- a. Análisis de los elementos argumentativos utilizados: Afirmación, Dato, Justificación y Refutación;
- b. Análisis del contenido;
- c. Identificación del nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje en la discusión entre iguales.

a. Análisis de los elementos argumentativos utilizados:

Analizamos la discusión generada en el momento de construir el dibujo en grupo. Para ello identificamos en cada intervención los siguientes elementos argumentativos: Afirmación, Dato, Justificación y Refutación, basándonos en Jiménez Aleixandre (2010). Definimos:

Afirmación: Intervención a través de la que el/la alumno/a expresa una idea, una opinión o simplemente enuncia qué piensa. Generalmente va acompañada de un dato o justificación.

Dato: Intervención en la que el estudiante expresa una información, cantidad, color, hace relaciones o aporta pruebas con el fin de llegar a la solución de un problema o a la comprobación de un enunciado.

Justificación: Intervención en la que el estudiante establece una relación entre la conclusión y las pruebas o datos, mostrando cómo llega a la conclusión a partir de los datos presentados. Generalmente se inicia la intervención con la palabra “porque”.

Refutación: Intervención en la que el estudiante expresa que no está de acuerdo con el enunciado, que este no es válido según su opinión o simplemente cuestiona los datos aportados por otra persona.

Cada intervención ha sido dividida y clasificada según los elementos argumentativos que aparecen, tal como se muestra a continuación (Figura 3.5.4):

El diagrama muestra un ejemplo de análisis de los elementos argumentativos de una intervención. Se presenta un ejemplo de un estudiante llamado Álvaro y se desglosa su discurso en afirmación, justificación y refutación.

Álvaro: Yo creo que el dibujo del Adán debería mejorar un poquito porque yo no creo que cuando está toda la caries en el diente se te arranque el diente, se te caiga el diente... ¡yo no pienso eso!

Afirmación: el dibujo de Adán debería mejorar un poco.

Justificación: que cuando está toda la caries en el diente se te arranque el diente.

Refutación: no pienso eso.

Figura 3.5.4: Ejemplo de Análisis de los elementos argumentativos

b. Análisis del Contenido:

Las categorías básicas de análisis del contenido de los datos hacen referencia a los *elementos* y a los *procesos de interacción* que aparecen en la discusión entre iguales. El análisis del *contenido* se hace en cada intervención hecha por un interlocutor.

Como dicho anteriormente, el contenido hace referencia al **Alimento**, al **Ser Vivo** y a la **Caries**. Cada uno de estos elementos aparece en las categorías de análisis “Elementos Enunciados”, “Función que realiza” y “Procesos de Interacción”. Las categorías se determinaron a partir de su papel en el contenido analizado.

Recordamos que la categoría “**Elementos Enunciados**” hace referencia a los elementos citados por el alumno, pero sin ejercer ninguna función ni interaccionar con otro elemento. La categoría “**Función que realiza**” hace referencia a un elemento citado que ejerce una función que generalmente se presenta ligada a un verbo, pero sin interaccionar con otro elemento. Y la categoría “**Procesos de Interacción**” hace referencia a la interacción entre dos o más elementos – alimento, ser vivo y caries – y sus acciones están ligadas por un verbo.

c. Identificación del nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje en la discusión entre iguales:

A cada intervención se le ha asignado un nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje según el contenido expuesto por el interlocutor. De este modo, se analiza la intervención como un todo, permitiéndonos atribuir una clasificación en un determinado nivel. Si miramos la intervención de Álvaro utilizada como ejemplo (Figura 3.5.4), al no presentar información relevante para la construcción del modelo ser vivo la clasificamos en el **nivel 0**: Información no relevante para el modelo.

Cada bloque de toma de decisión ha recibido una clasificación de progresión de aprendizaje global. Para ello hemos tomado el mayor nivel presentado durante todo el bloque, ya que creemos que si uno de los alumnos fue capaz de verbalizar un concepto y ponerlo en discusión, los demás alumnos pudieron escucharlo y posiblemente están en proceso de interiorización del concepto.

3.5.5.3 EJEMPLO DEL ANÁLISIS APLICADO

En la Figura 3.5.5 se observa la plantilla utilizada en el análisis de las discusiones en grupo en el momento de realizar un dibujo en común. En la primera columna se encuentran las intervenciones de cada alumno, muchas veces con su nombre, excepto

cuando no se pudo reconocer quién hablaba, casos en los que está indicado como “Alumno”. En la segunda columna cada intervención está desglosada según el tipo de elementos argumentativos utilizados, es decir: afirmación, justificación, etc.

Si hacemos una lectura vertical, se observa que las cuatro columnas siguientes hacen referencia al nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje de cada intervención.

Si la lectura es horizontal, se cruzan las columnas referentes a los niveles de DPA con las intervenciones y en la intersección indicamos los elementos argumentativos haciendo uso de las letras A (afirmación), J (justificación), D (dato) y R (refutación).

En la séptima columna se indica el nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje global para el bloque de toma de decisión. Para acabar, la última columna hace referencia al análisis del contenido de cada intervención. Al final de cada bloque sintetizamos los acuerdos y decisiones tomadas por los alumnos hasta ese momento, la cantidad de bloques de decisiones depende del cierre o cambio de tema. Cada grupo presenta una cantidad distinta de bloques de decisiones.

Niveles de PA de cada intervención

Nombre de los alumnos del grupo		0. IN R	1. Relación casual	2. Atribuyen a la causa alguna función:	3. Reconoce la presencia de un SV:	Nivel de progresión de aprendizaje o del bloque	Contenido trabajado	
Cita (dibujo de)	¿Qué aporta? Afirmación, dato, justificación, refutación	0. Ideas no relacionadas para el problema	1. Identifican una relación casual entre el suceso y la causa	Causa, Conto, Ajustes	3a. Numeran y/o atribuyen un SV: Bichito, mirambito, bastantito... 3b. Atribuyen alguna función a suceso, ajustada.			
F : Yo creo que el dibujo del Arnan es el mejor porque ha hecho muy bien, de color los dientes cuando se te hacen las caries y el agujerito que comen los bichitos y también ha hecho el caramelo que se te enganchara entre los dientes y ya está.	Afirmación: Yo creo que el dibujo del Arnan es el mejor. Justificación ha hecho muy bien. Dato: de color los dientes cuando se te hacen las caries y el agujerito que comen los bichitos (...) el caramelo (...) entre los dientes.						[1] [3]	
A : Ha sido mejor el del Arnan porque ha utilizado más colores...	Afirmación: Ha sido mejor el del Arnan. Justificación porque ha utilizado más colores...	A. J					[0]	
C : Ha sido mejor el del Arnan porque ha pintado el diente de amarillo con rotulador, que aquí no hay, aquí no hay, y aquí no [apuntando a los dibujos de los compañeros] y también porque está muy bien dibujado...	Afirmación: Ha sido mejor el del Arnan. Justificación porque ha pintado el diente de amarillo (...) y también porque está muy bien dibujado...	A. J					[0]	
F : El Arnan pinta muy bien y tiene mucho color y quedó muy maco... y ya está...	Afirmación: El Arnan pinta muy bien mucho color y quedó muy maco... y ya está... Dato: tiene mucho color y quedó muy maco...	A. D				3	[0]	
A : Dime que... tiene mucho color y es muy maco, y es el mejor el del Arnan	Dato: tiene mucho color y es muy maco.	D					[0]	
J : A mí me ha agradado porque ha tenido muchos colores y ha sido más bonito que los otros y ya está...	Justificación: porque ha tenido muchos colores y ha sido más bonito que los otros.	J					[0]	
A : El del Arnan tiene muchos colores como ninguno más... bueno que total que los dientes, que los otros han hecho los dientes un poco sin color y el Arnan ha coloreado mucho.	Dato: tiene muchos colores como ninguno más...	D					[0]	
A : El señor Arnan ha pasado porque tiene más color...	Afirmación: El señor Arnan ha pasado, porque tiene más color... [Esta afirmación sintetiza la discusión anterior]	A					[0]	
¿Qué acuerdos se podrían extraer de sus comentarios?								
Los estudiantes presentan como datos importante para ellos el color del dibujo que fue utilizado en todas las intervenciones también como justificación del porqué el dibujo del Arnan es el mejor. En el dibujo final se nota claramente que la representación de Arnan es la base para el dibujo en grupo.								

Nivel de PA general del bloque que encierra un tema en la discusión
 Análisis del contenido trabajado
 Bloque de toma de decisión
 Intervención a que hace referencia
 Acuerdos o decisiones tomadas

Figura 3.5.5: Plantilla del análisis de la discusión entre iguales

3.5.6 ANÁLISIS REALIZADO A PARTIR DE LOS DATOS RECOGIDOS

Dada la diferenciación metodológica de análisis de los datos, el capítulo “Resultados y Discusión” se divide en dos. En el Capítulo 4 se presenta el análisis de los datos referentes al modelo inicial individual y grupal. En él se prioriza la comunicación multimodal y se analizan las representaciones gráficas, textuales y orales tanto individualmente como en la actividad en grupo. Sin embargo, el análisis de las representaciones textuales y orales individuales se presenta conjuntamente debido a la alta semejanza en las respuestas.

En el Capítulo 5 se presentan los análisis de las actividades experimentales, lectoras y comparativas y el KPSI. Los datos son representaciones únicamente textuales, puesto que nos pareció pertinente esta diferenciación para responder a los objetivos planteados en esta investigación.

En la **Figura 3.5.6** se muestra el esquema con la estructura del análisis aplicado:

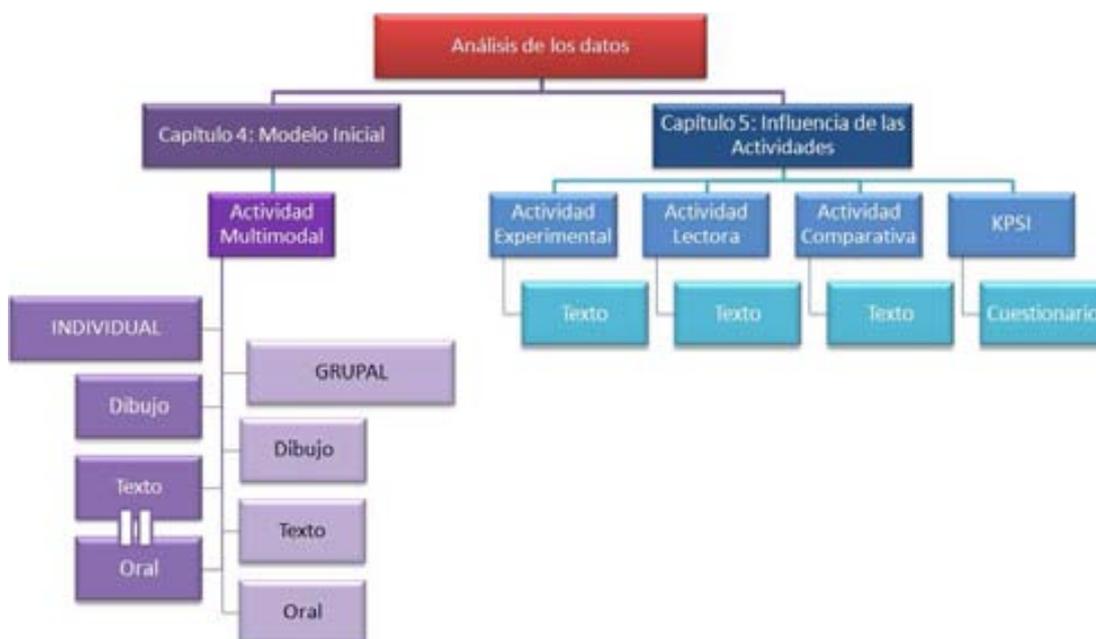


Figura 3.5.6: Estructura de la metodología seguida en el análisis y modo de presentación en los siguientes capítulos

Capítulo 4 : MODELO INICIAL - RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados y la discusión sobre la construcción del modelo ser vivo inicial individual y grupal.

Sobre el modelo inicial individual se presentan los análisis de los distintos modos comunicativos, concretamente de la representación gráfica, es decir, el dibujo y su potencial en la representación del *bicho*. Así mismo, se presentan ejemplos de las distintas relaciones entre los modos comunicativos que han surgido en esta investigación.

Sobre el modelo inicial grupal se presenta el análisis de las representaciones gráficas y textuales grupo por grupo, dando una mayor atención a la discusión entre iguales en torno a la construcción del modelo, el contenido y los argumentos utilizados y, posteriormente, determinando el nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje.

4.1 LOS MODELOS INICIALES INDIVIDUALES

Para identificar los modelos iniciales individuales de los alumnos se procede a:

- Un análisis de las producciones individuales gráficas.
- Un análisis de las producciones individuales textuales y orales.
- Un análisis de la relación entre los modos comunicativos individuales.
- La identificación del nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje en la construcción del modelo ser vivo.

En este apartado presentamos un análisis de los modelos iniciales de los alumnos (Figura 4.1.1) desde la perspectiva de la comunicación multimodal y de los niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje del modelo ser vivo.

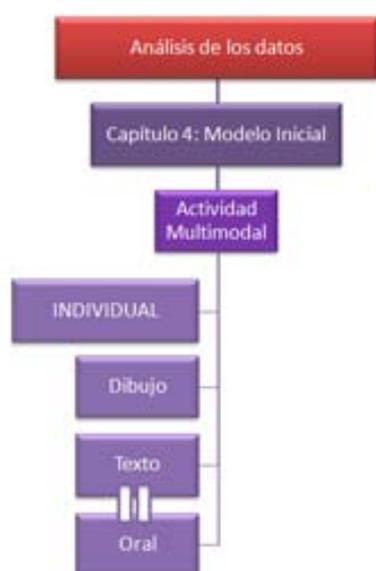


Figura 4.1.1: Análisis de los datos, primer paso. Actividad multimodal individual

Como se ha dicho anteriormente, el alumnado tenía que hacer una representación gráfica, una explicación textual de lo que había representado y, posteriormente,

explicar oralmente lo que había dibujado en relación al proceso de formación de las caries. A partir de la información aportada por cada uno de estos tres modos comunicativos – representación **gráfica**, representación **textual** y explicación **oral** – realizamos un análisis basándonos en los niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje (Schwarz et al., 2009 y Lee y Liu, 2009), determinado por la investigadora y triangulado con demás expertos. Procederemos a un análisis individual y otro por grupos. Las categorías utilizadas para identificar los niveles de progresión de aprendizaje son:

Nivel de Desempeño en la Progresión de Aprendizaje
0. Ideas no relevantes para el modelo
1. Los alumnos identifican una relación causal entre el azúcar y la caries
2. Los alumnos reconocen en la caries alguna función
3. Los alumnos reconocen la presencia de una Bacteria**: 3a. Nombran y/o dibujan un ser vivo 3b. Le atribuyen alguna función 3c. Reconocen su origen
4. Los alumnos reconocen la relación entre ingerir alimentos dulces, las bacterias y la formación de caries
5. Los alumnos reconocen las condiciones favorables del medio para la existencia de las bacterias
6. Los alumnos reconocen que las bacterias se reproducen
7. Los alumnos reconocen las mismas funciones en otro ser vivo

Los subniveles 3a, 3b y 3c son importantes para determinar partes de la idea del alumnado individualmente y en el análisis de la relación entre los modos comunicativos. Más adelante, en el análisis del grupo, los subniveles serán

importantes para demostrar cómo gradualmente se va construyendo la idea grupal sobre el modelo ser vivo.

Con relación a este aspecto consideramos que el alumno se encuentra en el **nivel 3 de PA cuando explicita en forma gráfica, textual u oral el ser vivo, es decir, cuando utiliza nombres como *bicho*, *microbio*, *bacteria* o dibuja formas a las que atribuye una función. Los casos en que el alumno no cita ninguno de estos nombres, pero en seguida escribe o nombra alguna acción, **NO** los consideraremos ni daremos por hecho que hacían referencia a un ser vivo, ya que podría estar confundándose con la caries, como ocurre muchas veces en las producciones analizadas. Ejemplo:

- *“un caramelo que como el diente se reparte y a través de la boca de un humano, entra en la boca y come el resto que queda de los caramelos”*

En este caso no queda claro quién “entra en la boca”, pudiendo ser un *bicho* o la caries o incluso el caramelo. Por esta falta de especificidad en la idea, no podemos descartar la posibilidad del alumno pensar que fuese la caries o el caramelo que realizara las funciones de “entrar en la boca y comer el resto de la comida”, aunque en realidad no puedan realizar tales funciones.

4.1.1 ANÁLISIS INDIVIDUAL DEL MODELO INICIAL: REPRESENTACIÓN GRÁFICA

En la primera sesión se propuso a los alumnos la siguiente actividad (Figura 4.1.2). El alumnado recibía una hoja con cuatro dientes dibujados, cada uno en un cuadro, y tenía que rellenarlos de acuerdo con lo que se imaginaba que pasaba en los dientes cuando tenemos caries. A continuación, tenía que explicar textualmente lo que había dibujado.

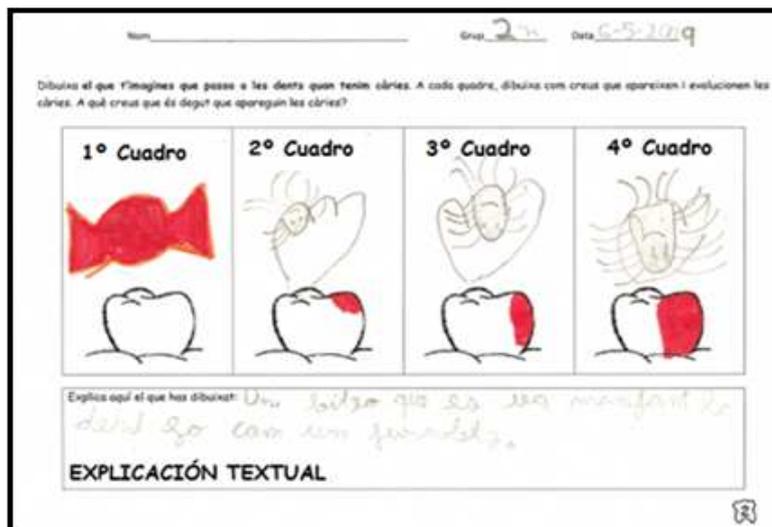
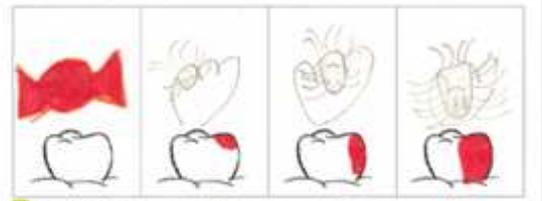


Figura 4.1.2: Actividad 1: La evolución de la caries

A continuación presentamos las producciones individuales, la interpretación de los datos y la identificación del nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje.

	Alumno/a	Explicación GRÁFICA	Interpretación	Nivel PA
Grupo 1	Adán		1. dibuja el caramelo; 2. la caries crece	2

Adolfo	 <p>1. dibuja el caramelo y la caries; 2. la caries crece; 3b. dibuja un bicho que crece</p>	3b
Ágata	 <p>1. dibuja el caramelo; 2. la caries crece</p>	2
Aída	 <p>1. dibuja el caramelo; 2. la caries crece</p>	2

Grupo 2	Alicia	<p>El dibujo de que l'Allegria que passa a los dentes que hehe caries. A cada quadró, dibuixa com creix que apareixen i reduïment les caries. A què creix que de algun que apareixen les caries?</p> <p>Explica què et que has dibuixat: Quan m'he menjat un caramell he sentit un dolor al diente i he perdut la caries i en el temps! Què he dibuixat perquè m'he menjat un caramell i he sentit el dolor al diente.</p>	<p>1. dibuja una piruleta y la caries; 2. la caries crece</p>	2
	Álvaro	<p>El dibujo de que l'Allegria que passa a los dentes que hehe caries. A cada quadró, dibuixa com creix que apareixen i reduïment les caries. A què creix que de algun que apareixen les caries?</p> <p>Explica què et que has dibuixat: Quan m'he menjat un caramell he sentit un dolor al diente i he perdut la caries i en el temps! Què he dibuixat perquè m'he menjat un caramell i he sentit el dolor al diente.</p>	<p>1. dibuja un caramelo y la caries; 2. la caries crece</p>	2
	Laura	<p>El dibujo de que l'Allegria que passa a los dentes que hehe caries. A cada quadró, dibuixa com creix que apareixen i reduïment les caries. A què creix que de algun que apareixen les caries?</p> <p>Explica què et que has dibuixat: He dibuixat un caramell i un diente que hehe caries. Hehe dibuixat un caramell i un diente que hehe caries.</p>	<p>1. dibuja un caramelo y la caries; 2. la caries crece</p>	2
	Lorenzo	<p>El dibujo de que l'Allegria que passa a los dentes que hehe caries. A cada quadró, dibuixa com creix que apareixen i reduïment les caries. A què creix que de algun que apareixen les caries?</p> <p>Explica què et que has dibuixat: Hehe dibuixat un caramell i un diente que hehe caries. Hehe dibuixat un caramell i un diente que hehe caries.</p>	<p>1. dibuja el caramelo, pollo, manzana, cebolla y la caries; 2. la caries crece; 3b. dibuja un microbio con una guadaña en la mano</p>	3b

Lázaro		<p>1. dibuja un caramelo y la caries; 2. la caries crece</p>	2
Leonor		<p>1. dibuja un caramelo y la caries; 2. la caries crece</p>	2
Lucas		<p>1. dibuja un caramelo y la caries crece; 3a. dibuja humanoides</p>	3a
Leticia		<p>2. la caries crece; 3b. dibuja un bichos que entra en el diente</p>	3b

	Leonardo	 <p>1. dibuja un caramelo y la caries; 2. la caries crece</p>	2
Grupo 3	Valentín	 <p>1. dibuja el caramelo y la caries; 2. la caries crece</p>	2
	Vicente	 <p>1. dibuja un caramelo y la caries; 2. la caries crece</p>	2
	Vanessa	 <p>1. dibuja un caramelo y la caries</p>	1

Grupo 4	Vera		1. dibuja un caramelo y la caries; 2. la caries crece; 3a. dibuja formas geométricas que denomina microbios en el texto	3a
	Víctor		1. dibuja un caramelo y la caries; 2. la caries crece	2
	Boris		1. dibuja un caramelo y la caries; 2. la caries crece; 3a. dibuja un bicho	3a
	Bárbara		1. dibuja un caramelo y la caries; 2. la caries crece	2

Bernardo		<p>1. dibuja un caramelo y la caries; 2. la caries crece</p>	2
Belinda		<p>1. dibuja un caramelo y la caries; 2. la caries crece; 3b. dibuja un bicho que se aproxima y "come" el diente</p>	3b
Bianca		<p>1. dibuja un caramelo y la caries; 2. la caries crece</p>	2
Berta		<p>1. dibuja un caramelo y la caries; 2. la caries crece; 3a. dibuja un bicho</p>	3a

Bruno		<p>1. dibuja un caramelo y la caries; 2. la caries crece; 3a. dibuja un bicho</p>	3a
-------	---	---	----

4.1.2 POTENCIAL DEL DIBUJO EN LA REPRESENTACIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE LAS CARIES

Para el análisis de esta actividad construimos una red sistémica (Tabla 4.1.1) en la que señalamos los distintos tipos y posiciones de las caries en los dientes, los agentes causantes y todo aquel elemento dibujado en cada uno de los cuatro cuadros. En las primeras columnas presentamos los elementos dibujados y sus correlaciones, en las tres últimas columnas la numeración de las categorías, la frecuencia real con que aparece cada elemento citado y el porcentaje calculado a partir de una regla de tres de la frecuencia real y el número total de alumnos.

ELEMENTOS REPRESENTADOS			Categ.	Frecue.	Porcentaje	
Elementos representados	Caramelos		1	20	80	
	Chupa-chup's		2	2	8	
	Organismo vivo	Sin especificar	3	6	24	
		Crece	4	3	12	
	Otras comidas		5	4	16	
	No identificado		6	3	12	
Parte afectada del diente	cuadro 1	Intacto	7	9	36	
		Superior	8	10	40	
		Centro	9	2	8	
		Derecho	10	2	8	
		Totalidad	11	3	12	
	cuadro 2	Superior derecha	12	4	16	
		Superior Izquierda	13	7	28	
		Centro	14	10	40	
		Totalidad	15	3	12	
	cuadro 3	Superior >	16	8	32	
		Irradiación central	17	3	12	
		Punto central >	18	7	28	
		Lado derecho	19	4	16	
		Totalidad	20	3	12	
	cuadro 4	Superior >>	21	8	32	
		Irradiación central >	22	6	24	
		Lado derecho >	23	1	4	
		Totalidad	24	11	44	
	Forma de la Caries	Grieta		25	4	16
		Mancha	Amorfa	26	13	52
Circular			27	11	44	
Circular con rayos			28	5	20	

Tabla 4.1.1: Elementos representados en la actividad 1

A través de los dibujos observamos que el alumnado representa diferentes factores que pueden dar inicio o participar en el proceso de las caries como los **caramelos** – representados en el **80%** de los dibujos, así como otros alimentos como el pollo y la manzana. Además, hemos identificado algunos organismos que incluso llegan a aumentar de tamaño a lo largo del proceso como podemos visualizar en la Tabla 4.1.1 presentada como ejemplo de la actividad.

En relación a las ideas iniciales de las partes del diente afectadas por la caries, obtenemos **diversos puntos** de ubicación tal y como ocurre en la realidad, lo que demuestra la capacidad del alumnado para reconocer y usar las experiencias que forman parte de su vida, ya que muchos de ellos afirmaron haber tenido al menos una caries.

Sobre la forma de las caries, los alumnos y alumnas dibujaron mayoritariamente manchas **amorfas** (52%) y **circulares** (44%), independientemente de la evolución que sigue la caries; otra de las formas atribuidas fue la **circular con rayos** (20%), semejante a un dibujo de un sol, dando la idea de un punto central de infección que va creciendo y tomando todo el diente. Esta representación se asemeja mucho a la realidad: una parte de diente queda afectada inicialmente y con el paso del tiempo y sin un tratamiento adecuado, ésta aumenta afectando a todo el diente con el consiguiente dolor.

4.1.2.1 EVOLUCIÓN DE LAS CARIES

Para cotejar si el desarrollo de las caries se da de manera gradual y progresiva o abrupta según los alumnos y las alumnas del segundo curso de primaria, dividimos la representación del diente en cuatro partes con la intención de obtener el porcentaje del diente afectado. De esta manera, para calcular aproximadamente el porcentaje, determinamos que cada una de las partes corresponde al 25% del diente. La Figura 4.1.3 muestra a modo de ejemplo cómo hemos hecho tal determinación.

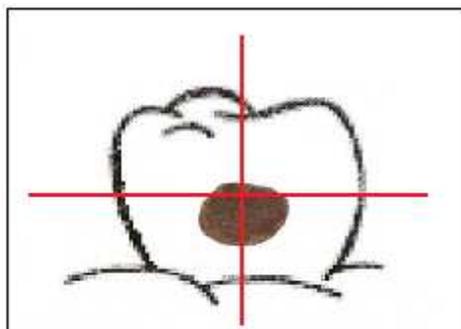


Figura 4.1.3: Ejemplo del modo utilizado para determinar el porcentaje de diente afectado

Elegimos un grupo de seis estudiantes al azar para ejemplificar la evolución de las caries en los dientes dibujados, dicho grupo reproduce la mayoría de las representaciones obtenidas. Siguiendo dicha metodología, determinamos para cada alumno y en cada cuadro un porcentaje de diente afectado por la caries según su dibujo, este podía estar pintado en formas de grietas o manchas, tal y como vimos en la red sistémica. En la Tabla 4.1.2 siguiente observamos este porcentaje:

Alumno/ cuadro	c1	c2	c3	c4
Alicia	25%	100%	100%	100%
Adolfo	0%	10%	25%	50%
Ágata	0%	20%	75%	100%
Aída	0%	2%	75%	90%
Adán	0%	2%	75%	100%
Álvaro	0%	5%	30%	80%
Promedio	4%	23%	63%	87%

Tabla 4.1.2: Porcentaje de diente afectado por la caries en cada cuadro según el alumnado.

La Tabla 4.1.2 muestra la evolución de la caries de los 6 alumnos de acuerdo con el porcentaje del diente afectado por la caries en cada uno de los cuadros.

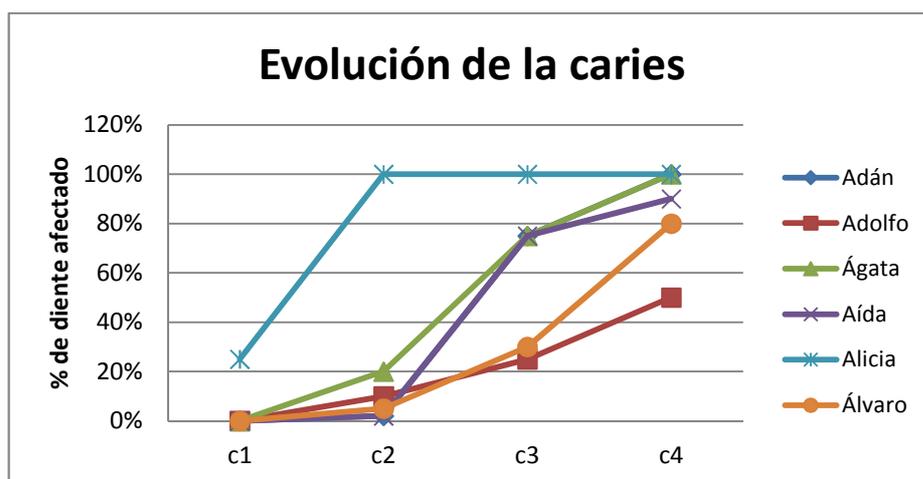


Figura 4.1.4: Evolución de la caries de acuerdo con el cuadro según cada alumno/a

La Figura 4.1.4 muestra la evolución de la caries según los diferentes estudiantes. Los dibujos de Ágata y Álvaro son dos buenos ejemplos que demuestran la evolución de la caries empezando por un porcentaje muy bajo (0%) que va subiendo gradualmente hasta que el diente se ve afectado casi al 100%. En cambio, Alicia empieza en el primer cuadro con el diente afectado por la caries en un 20%, pasando enseguida a un grado elevadísimo de contaminación, el 100% en el segundo cuadro, manteniéndose así en los cuadros siguientes, lo que demuestra que esta alumna, así como tantos otros, no tiene claro los pasos lentos y continuos de la contaminación ni de la reproducción microbiana.

A continuación se presenta el gráfico con la evolución de las caries de todo el grupo clase. Este se construyó a partir de la suma de los porcentajes individuales de cada cuadro dividido entre el total de alumnos, obteniendo así el promedio del grupo. Se observa que la mayoría de los alumnos y las alumnas representaron la evolución de la caries de manera gradual y lenta (Figura 4.1.5):

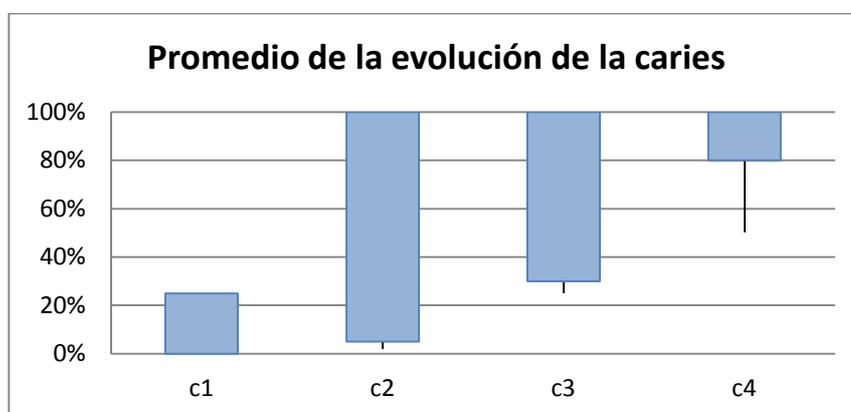


Figura 4.1.5: Promedio de la evolución de la caries del grupo de alumnos analizado

A continuación, presentamos un modelo en resina utilizado por muchos dentistas para enseñar a sus pacientes qué ocurre en el diente cuando tenemos caries, así como la evolución gradual del aumento de la misma sin el tratamiento adecuado (Figura 4.1.6):



Figura 4.1.6: Modelo de la evolución de la caries. Fuente: <http://www.odontomania.com.br/>

En este apartado trabajamos el análisis del dibujo individual. Nuestro objetivo principal era analizar cómo la competencia de reconocer y usar pruebas contribuye en la construcción del modelo ser vivo en primaria.

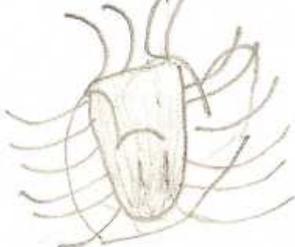
Se ha podido observar que el alumnado representa diferentes factores que pueden dar inicio y/o participar del proceso de las caries, señalando el **caramelo** representado en la mayoría de los dibujos como principal elemento propulsor de las caries. Así mismo, los estudiantes utilizan **diversos puntos** de ubicación en el diente para definir la localización de las caries y la representan mayoritariamente en forma de manchas **amorfas** o **circulares**.

También se ha constatado que son capaces de reconocer el proceso lento y gradual de desarrollo de las caries, representado por el aumento de tamaño de las manchas. El modelo de resina nos confirma que esta forma de representación se aproxima mucho a la realidad, lo que nos da a entender que los niños y las niñas son capaces de reconocer y usar las pruebas, estableciendo una conexión entre la ciencia y la realidad satisfactoriamente.

4.1.3 POTENCIAL DEL DIBUJO EN LA REPRESENTACIÓN DEL “BICHO”

Una de las potencialidades del dibujo en nuestro estudio es expresar la forma del bicho, además de la presencia del mismo en el proceso de desarrollo de la caries. En

la Tabla 4.1.3 que aparece a continuación presentamos un ejemplo de las formas utilizadas y los nombres que los alumnos atribuyeron al ser vivo que participa en el proceso. De manera excepcional, se presentan más adelante los dibujos hechos en grupo a título de complementación de este apartado.

Alumno/a - Grupo	Forma de representar	Como nombra
Leticia		Bicho
Adolfo		Bicho
Lucas		Caries que hacen ciudades
Boris		No nombra
Lorenzo		Microbios/ señores que trabajan
Berta		Bicho
Vera		Microbios

Belinda		Bicho
Bruno		No nombra
Grupo 1		Bichos
Grupo 2		Bichos
Grupo 4		Bicho/ caries

Tabla 4.1.3: Formas utilizadas para representar al ser vivo

El dibujo es un material de gran importancia para concretar la forma del ser vivo que se imagina el alumnado, ya que en ningún punto de este trabajo hemos encontrado una descripción ni escrita ni oral del mismo. Como observamos, se dan tantas formas como número de alumnos; para unos el ser vivo es simplemente una mancha negra, mientras que para otros es muy similar a un insecto o tiene forma humanoide.

Algunos alumnos confunden la bacteria con la caries, lo cual queda patente al dejar por escrito tal confusión. Sin embargo, a través de los dibujos en los que los alumnos no hacen ninguna referencia de este tipo, como sí sucede en el dibujo del Grupo 4, no hay manera de deducir si lo que habían representado hacía referencia a un ser vivo o al resultado de la acción de éste, es decir, la caries.

4.1.4 ANÁLISIS INDIVIDUAL DEL MODELO INICIAL: REPRESENTACIÓN TEXTUAL Y ORAL

En este apartado se presentan los análisis del modelo inicial expuestos textual y oralmente. En primer lugar, se presentan las explicaciones textuales, su interpretación según el nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje y el mayor nivel alcanzado por el alumnado con esta representación. A continuación, se vuelve a presentar lo mismo, pero para las explicaciones orales que muchas veces suelen ser una lectura de lo que ya habían escrito. El análisis del contenido de las dos representaciones se presenta en una sola red sistémica, ya que es muy semejante y en la mayoría de los casos los alumnos leían lo que habían escrito y no agregaban ninguna información nueva.

	Alumno/a	Explicación TEXTUAL	Interpretación	Nivel PA
Grupo 1	Adán	“El primer rectángulo es cuando te comes el caramelo y se produce la caries, después la caries ya es un poco más grande, después se expande la caries y después la caries invade tu diente”. (3° expansión de la caries; 4° encía y diente lleno de caries)	1. "te comes el caramelo y se produce la caries"; 2. "la caries ya es un poco más grande, después se expande la caries y después la caries invade tu diente"	2
	Adolfo	“Un bicho que se come el diente hace como huequitos”	3b. "un bicho que se come el diente hace como huequitos"	3b
	Ágata	“He dibujado un caramelo porque quiere decir que se forma las caries con los caramelos, cuando empieza a hacerse la caries es muy pequeña, después es más grande y después se hace toda”. (2° cuando empieza las caries; 3° cuando sube más; 4° cuando está toda)	1. "se forma las caries con los caramelos"; 2. "cuando empieza a hacerse la caries es muy pequeña, después es más grande..."	2
	Aída	“[1°cuad] me como un caramelo; [2°cuad]	1. "a veces cuando nos comemos un caramelo"	2

		a veces cuando nos comemos un caramelo tenemos caries; [3ºcuad] se hace cada vez más grande; [4ºcuad] y cuando se hace mucho más grande, la caries te agujerea el diente.”	tenemos caries”; 2. "la caries (...) se hace cada vez más grande", "la caries te agujerea el diente"	
	Alicia	“Que se come chupa chup's y va creciendo la caries.”	1. "se come chupa chup's"; 2. “va creciendo la caries"	2
	Álvaro	"Cuando comes muchos caramelos se te pega el azúcar y se produce la caries y en el [con él] tiempo se te va comiendo el diente y si no te la saca te puedes quedar sin [diente], por eso vamos al dentista.”	1. "cuando comes muchos caramelos se te pega el azúcar y se produce la caries"; 2. "la caries (...) se te va comiendo el diente"	2
Grupo 2	Laura	"Si se come un caramelo puedes tener caries, entonces se hace más grande y pica la muela y te puede hacer daño"	1. "si se come un caramelo puedes tener caries"; 2. "la caries entonces se hace más grande"	2
	Lorenzo	"Un caramelo de coca-cola, un pollo y los microbios, una cebolla, trozos de manzana y los señores que trabajan"	3a. “los microbios”; 3b. “los señores que trabajan”	3b
	Lázaro	"Es un caramelo y entonces se va partiendo por la mitad, cada vez más pequeño y entonces se forma una cosa negra que es la caries"	1. "un caramelo (...) y entonces se forma una cosa negra que es la caries"	1
	Leonor	"Es un caramelo que el azúcar del caramelo se mete entre los dientes y se va produciendo las caries. El caramelo se va haciendo pequeño."	1. "el azúcar del caramelo se mete entre los dientes y se va produciendo las caries"	1
	Lucas	"Las caries son como las células del azúcar e intentan hacer ciudades en los dientes, entonces hacen un hueco y atacan las	1. "las caries son como las células del azúcar e intentan hacer ciudades en los dientes"; 2. "las	2

		células de la raíz."	caries (...) entonces hacen un hueco"	
	Leticia	"Cuando tenemos caries te entra un bicho y te hace un hueco en el diente y primero un poco, después un poco más y más y más hasta que te hace un hueco y te cae el diente y te ponen una nueva"	3b. "Entra un bicho y te hace un hueco en el diente"	3b
	Leonardo	"Un caramelo que cae en el diente se reparte y a través de la boca de un humano entra en la boca y come el resto que queda de los caramelos"	0. Ideas no relevantes	0
Grupo 3	Valentín	"Cuando comes, si no te lavas muy bien los dientes te queda comida y unos bichos se te empiezan a comer los dientes y cuando te muerde el nervio es cuando te duele"	3b. "unos bichos se te empiezan a comer los dientes"	3b
	Vicente	"Caramelos, eso es lo que produce las caries"	1. "caramelos, eso es lo que produce las caries"	1
	Vanesa	"Un caramelo va hacia el (...) del diente. La muela y por eso se ensucia."	0. Ideas no relevantes	0
	Vera	"He dibujado que se come muchos [caramelos], vienen unos microbios que se comen la comida y la parte de dentro de la muela"	3b. "microbios que se comen la comida y la parte de dentro de la muela"	3b
	Víctor	"Las caries no se hacen con los caramelos, también se hacen por la encía"	1. "las caries no se hacen con los caramelos"	1
Grupo 4	Boris	"Es cuando entran las caries se ensucia ...yo tengo caries... es cuando se comienzan a ensuciar cada vez me entran	0. Ideas no relevantes	0

		más caries y yo tengo tres caries”		
	Bárbara	“Cuando has comido muchos caramelos y te salen unas líneas que te hacen unos puntitos pequeños y grandes y negros y te hacen daño los dientes, y después los dientes se ponen amarillos”	1. "cuando has comido muchos caramelos y te salen unas líneas que te hacen unos puntitos pequeños y grandes y negros"	1
	Bernardo	“1° te comes muchos caramelos; 2° La caries ve el caramelo y salta hacia el caramelo; 3° La caries empieza a comer hasta que ha atravesado el caramelo se come el diente; 4° se queda haciendo un agujero”	1. "la caries ve el caramelo y salta hacia el caramelo"; 2. "la caries (...) se come el diente"	2
	Belinda	“Cuando te comes muchos caramelos se te fabrica un bicho y se te va comiendo el diente cada vez más. Yo tengo una caries.”	3c. “comes muchos caramelos, se te fabrica un bicho”; 3b. "el bicho se te va comiendo el diente cada vez más"	3c
	Bianca	“Si comes muchos caramelos y muchas chuches se te pone como un bichito que se llama caries y te puede hacer daño a los dientes.”	3a. "bichito que se llama caries"; 3b. “puede hacer daño”	3b
	Berta	“Cuando comes, a veces se te quedan trocitos de comida en los dientes, y el cepillo y al cabo de rato estas comidas se convierten en bicho y los bichos hacen un agujero y se te hacen las caries.”	3b. "los bichos hacen un agujero y se te hacen las caries."	3b
	Bruno	“Que no hay que comer cosas como el chocolate o el chupa-chup's, porque después te salen caries, pero si comes esto te tienes que lavar los dientes siempre.”	1. "...el chocolate o el chupa-chup's, porque después te salen caries"	1

A continuación, se presentan las explicaciones orales individuales, la interpretación atribuida según el contenido a partir del análisis del desempeño en la progresión de aprendizaje.

	Alumno/a	Explicación ORAL	Interpretación	Nivel PA
Grupo 1	Adán	“Yo creo que la caries engancha el caramelo, igualmente lo mueve y lo lleva más lejos. Primero te sale un (...), después se va formando la caries y se va acumulando por todo el diente, después todo el diente, todo el diente negro y después tienes que ir al dentista porque si no... muy mal”	1. "la caries engancha el caramelo (...), después se va formando la caries..."; 2. “y se va acumulando por todo el diente”	2
	Adolfo	“Yo creo que la caries es como un bichito que va comiendo un poquito el diente y a lo largo del tiempo va comiendo todo el diente”	3b. "un bichito que va comiendo un poquito el diente..."	3b
	Ágata	“Yo creo que las caries se hace con los caramelos, porque si no te limpias los dientes cuando has comido caramelos, pues te hace la caries. Primero es pequeña, después va aumentando y después se hace en todo el diente”	1. "las caries se hacen con los caramelos"; 2. "[la caries] primero es pequeña, después va aumentando y después se hace en todo el diente”	2
	Aída	“Yo creo que te hace mal los caramelos, pero también creo que limpiar los dientes no te sirve de nada porque igualmente llegan las caries, y entonces el caramelo hace la caries porque hacen chiches [daño] por dentro, yo creo... y hay veces que	1. "el caramelo hace la caries", "hay veces cuando comemos caramelos tenemos caries"; 2. "la caries, (...) se hace cada vez más grande", "la caries agujerea el diente”	2

		cuando comemos caramelos tenemos caries, (...) se hace cada vez más grande y cuando se hace más grande la caries agujerea el diente”		
	Alicia	“Yo creo que el chupa-chup’s toca el diente y después sale la caries del chupa-chup’s y se pone en el diente, y eso al cabo de unos días, eso se va haciendo negro, negro, negro y entonces tendrás el diente tan negro que te hace muy mal y eso, que te quedas sin diente porque se come todo el diente y la encía”	1. "sale la caries del chupa-chup’s y se pone en el diente"; 2. "...porque se come todo el diente y la encía"	2
	Álvaro	"Cuando comes muchos caramelos el azúcar que hay en los caramelos se pega al diente y produce la caries, y una vez en el diente se reparte por todo el diente... Y si no cuidas bien y no vas al dentista, tendrás que arrancar todo el diente porque la caries va a comer todo el diente.”	1. "el azúcar que hay en los caramelos se pega al diente y produce la caries"; 2. "la caries va a comer todo el diente"	2
Grupo 2	Laura	“Quien come un caramelo puede tener caries, entonces se hace más grande y pica la muela y te puede hacer mal”	1. " Quien come un caramelo puede tener caries "; 2. " caries, entonces se hace más grande"	2
	Lorenzo	“Un caramelo de coca-cola, un pollo y los microbio, un trozos de manzana y señores que trabajan para romper el diente. Es un caramelo que se va partiendo por la mitad, se torna cada vez más pequeño y entonces se forma una cosa negra que es la caries”	3a. "los microbio"; 3b. "señores que trabajan para romper el diente"; 1. "Es un caramelo que se va partiendo por la mitad (...),entonces se forma una cosa negra que es la caries"	3b
	Lázaro	“Es un caramelo, el azúcar del caramelo se que entre los dientes y se va produciendo	1. "Es un caramelo, el azúcar del caramelo se que entre los dientes y	1

		la caries y el caramelo se va haciendo pequeño”	se va produciendo la caries”	
	Leonor	"Es un caramelo y entonces se va repartiendo por la mitad y cada vez se hace más pequeño y se forma una cosa negra que es la caries"	1. "Es un caramelo y entonces se va repartiendo por la mitad (...), se forma una cosa negra que es la caries"	1
	Lucas	“Las caries son como las células del azúcar e intentan hacer ciudades en los dientes, entonces hace un hueco y atacan las células de la raíz”	1. "Las caries son como las células del azúcar"; 2. " Las caries (...) entonces hace un hueco "	2
	Leticia	“Cuando tienes caries, te entra un bicho e te hace un hueco en el diente, primero un poco y después te hace un hueco hasta que se cae”	3b. "te entra un bicho e te hace un hueco"	3b
	Leonardo	“Un caramelo cae en el diente, se reparte y a través de la boca de un humano entra en la boca y se come el resto de caramelo que queda en el diente”	0. Ideas no relevantes	0
Grupo 3	Valentín	“Yo he explicado que cuando comes, si no te limpias muy bien los dientes te vienen las bacterias que se llaman caries que comienzan a comer, a comer lo que te ha quedado, los restos que te han quedado en las muelas, dientes y todo entre medio y llega el momento que ya no queda comida y empiezan a comer los dientes hasta que te hace un hueco, y llega al nervio y se come el nervio y es cuando se te hace muy, muy, muy mal y hay que ir al dentista”	3b. "te vienen las bacterias que se llaman caries que comienzan a comer (...) y empiezan a comer los dientes hasta que te hace un hueco"	3b
	Vicente	“Esto es el caramelo, esto es la cosa que	1. “el caramelo... produce las caries”	1

		produce las caries”		
	Vanesa	“Un caramelo va a la muela... y por eso se ensucia”	0. Ideas no relevantes	0
	Vera	"Yo he explicado que las bacterias son una especie de bicho que va comiendo todo el diente y llega un momento que se come todo el diente y se rompe el nervio"	3b. "las bacterias son una especie de bicho que va comiendo todo el diente"	3b
	Víctor	“Las caries no se hacen con los caramelos, también se hace por la encía”	1. "las caries no se hacen con los caramelos"	1
Grupo 4	Boris	“Es cuando se comienzan a ensuciar que a la vez tengo más caries y yo tengo tres caries”	0. Ideas no relevantes	0
	Bárbara	“Cuando has comido muchos caramelos y te salen unas líneas que te hacen unos puntitos pequeños y grandes y negros y te hacen daño los dientes, y después los dientes se ponen amarillos”	1. "cuando has comido muchos caramelos y te salen unas líneas que te hacen unos puntitos pequeños y grandes y negros"	1
	Bernardo	“He dibujado primero que te comes muchos caramelos, en el segundo es cuando la caries ve el caramelo y salta hacia el caramelo; en el tercero la caries empieza a comer hasta que ha atravesado el caramelo se come el diente; y en el cuarto se queda haciendo un agujero	1. "La caries ve el caramelo y salta hacia el caramelo"; 2. "La caries (...) se come la diente"	2
	Belinda	“Cuando te comes muchos caramelos se te hace unos bichitos y se te va comiendo los dientes cada vez más. Y bueno, otra cosa... que yo tengo una caries...”	3b. "unos bichitos se te van comiendo los dientes"	3b
	Bianca	“Si comes muchos caramelos y muchas	3a. "bichito que se	3b

	chuches se te pone como un bichito que se llama caries y te puede hacer daño a los dientes.”	llama caries”; 3b. "y te puede hacer daño a los dientes"	
Berta	“Cuando comes, a veces quedan trozos de comida entre los dientes y el cepillo no los puede coger y al cabo de un rato el cepillo todavía no lo ha cogido y entonces estas comidas se convierten en bichitos que... Y los bichos hacen un agujero y se comen los dientes y después se hace la caries y tenemos que poner un empaste para las caries”	3b. "bichos hacen un agujero y se comen los dientes"	3b
Bruno	“Que no hay que comer cosas como el chocolate o el chupa-chup's, porque después te salen caries, pero si comes esto te tienes que lavar los dientes siempre.”	1. "...el chocolate o el chupa-chup's, porque después te salen caries"	1

Una vez expuestas las representaciones textuales y orales, se presenta ahora en la Tabla 4.1.4 la red sistémica construida con base al contenido de las mismas. En esta tabla se muestran los elementos enunciados y los procesos de interacción encontrados en las representaciones del modelo inicial individual. El porcentaje de los elementos que se presentan se calcula a partir de la siguiente fórmula: “ $x/50*100$ ”, ya que se trata de datos duplicados, es decir, los 25 alumnos fueron multiplicados por 2 con la intención de representar de forma más real las ideas del alumnado.

Los elementos enunciados son unidades de conocimiento o, según Ogborn et al. (2002), los “protagonistas” que son la base de los procesos de interacción existentes en los modelos iniciales del alumnado. A continuación, se presenta la Tabla 4.1.4:

ELEMENTOS Y PROCESOS ENUNCIADOS		Categ.	Frecue.	Porcentaje	
Elementos Enunciados	Caramelos	1	33	66	
	Chupa-chup's	2	3	6	
	Azúcar	3	4	8	
	Otras comidas	4	6	12	
	Caries	5	39	78	
	Ser vivo	Bicho	6	12	24
		Microbio	7	3	6
		Señores que trabajan	8	2	4
		Bacteria	9	2	4
		Se llama caries	10	3	6
		Especie de bicho	11	1	2
	Encía	12	4	8	
	Dentista	13	4	8	
Procesos de interacción	Caramelo	Produce la caries	14	9	18
		Hace crecer la caries	15	3	6
		Se hace más pequeño	16	5	10
		Come el diente	17	1	2
		Fabrica un bicho	18	3	6
		El azúcar produce la caries	19	5	10
	Ser Vivo	Forma la caries	20	1	2
		Come el diente	21	9	18
		Hace huecos/agujeros	22	6	12
		Hace daño	23	4	8
		Come la comida de la boca	24	2	4
	Caries	Engancha el caramelo	25	4	8
		Agujerea/ Hace hueco	26	4	8
		Come el diente	27	3	6
		Deja el diente negro	28	7	14
		Se parece a un bicho	29	1	2
		Crece	30	8	16
		Toma el diente	31	7	14
		Hace daño	32	6	12
		Hace ciudades	33	2	4
	Ataca las células de la raíz	34	2	4	
Limpieza	Ir al dentista	35	4	8	
	Si no te limpias, tendrás caries	36	6	12	
	El diente se cae	37	5	10	

Tabla 4.1.4: Elementos y procesos enunciados en la actividad 1

La Tabla 4.1.4 muestra que los caramelos y las caries fueron los elementos más citados por el alumnado, un 66% y 78% respectivamente, seguidos del bicho, nombrado por un 24% de entre ellos. De igual modo, el proceso de interacción entre el caramelo y la caries fue el más citado, un 18% de los alumnos y las alumnas expresan que el “*caramelo produce la caries*”. Para un 18% de los estudiantes el ser vivo interactúa con el diente: “*come el diente*”.

Para un gran número de alumnos, la caries “*crece*” (16%) y “*deja el diente negro*” (14%), hechos reales que los alumnos han reconocido en el proceso de formación de las caries; probablemente por haber pasado por ellas, como muchos de ellos han reconocido.

Así mismo, algunos alumnos reconocen la importancia de la limpieza en el proceso de cura y ausencia de la caries, ya que la presencia de la misma puede tener consecuencias contundentes como la pérdida del diente: “*el diente cae*” (10%).

4.1.5 ANÁLISIS INDIVIDUAL DEL MODELO INICIAL: IDENTIFICACIÓN DEL NIVEL DE DESEMPEÑO EN LA PROGRESIÓN DE APRENDIZAJE INDIVIDUAL GLOBAL

La Tabla 4.1.5 presenta los niveles de progresión de aprendizaje (PA) alcanzados en cada modo comunicativo por cada alumno. A continuación, se indica la relación que se establece entre los modos comunicativos (cooperación o especialización). Para acabar, se indica el nivel de desempeño de cada alumno en la PA. Cabe recordar que este se determina a partir del mayor valor de nivel alcanzado por el alumno, ya que creemos que el hecho de que un alumno cite en un modo comunicativo u otro cierta idea, implica que ha sido capaz de reconocer la presencia de determinado elemento, pero que posiblemente no ha sabido explicarse mejor o explicar el mismo contenido utilizando otro modo comunicativo. De igual forma, la tabla permite observar, en el caso de la relación de especialización, cual es el modo comunicativo que permite alcanzar un nivel de desempeño más elevado.

	Alumno/a	Nivel PA Dibujo	Nivel PA Texto	Nivel PA Oral	Relación entre los modos comunicativos	Nivel PA global
Grupo 1	Adán	2	2	2	Cooperación	2
	Adolfo	3b	3b	3b	Cooperación	3b
	Ágata	2	2	2	Cooperación	2
	Aída	2	2	2	Cooperación	2
	Alicia	2	2	2	Cooperación	2
	Álvaro	2	2	2	Cooperación	2
Grupo 2	Laura	2	2	2	Cooperación	2
	Lorenzo	3b	3b	3b	Cooperación	3b
	Lázaro	2	1	1	Especialización	2
	Leonor	2	1	1	Especialización	2
	Lucas	3a	2	2	Especialización	3a
	Leticia	3b	3b	3b	Cooperación	3b
	Leonardo	2	0	0	Especialización	2
Grupo 3	Valentín	2	3b	3b	Especialización	3b
	Vicente	2	1	1	Especialización	2
	Vanesa	1	0	0	Especialización	1
	Vera	3a	3b	3b	Especialización	3b
	Víctor	2	1	1	Especialización	2
Grupo 4	Boris	3b	0	0	Especialización	3b
	Bárbara	2	1	1	Especialización	2
	Bernardo	2	2	2	Cooperación	2
	Belinda	3b	3c	3b	Especialización	3c
	Bianca	2	3b	3b	Especialización	3b
	Berta	3a	3b	3b	Especialización	3b
	Bruno	3a	1	1	Especialización	3a

Tabla 4.1.5: Relación Dibujo X Texto X Oral

En la Tabla 4.1.5 observamos los niveles de progresión de aprendizaje individual. Las representaciones gráficas (dibujos) fueron utilizadas por 15 alumnos para comunicar el crecimiento de la caries a lo largo del tiempo, hecho que sitúa a estos alumnos en el **nivel 2** de progresión de aprendizaje; 8 alumnos fueron capaces, además, de representar un organismo que muchas veces se parecía a un insecto o simplemente una bola negra de donde salía una flecha que informaba que aquel

elemento era un *bicho*, en estos casos hemos clasificado a dichos alumnos en el **nivel 3a**. Solo una alumna está en el **nivel 1**, ya que cuando tuvo que hacer una explicación oral o textual no fue capaz de expresar ninguna idea relevante para el modelo. Sin embargo, al utilizar el dibujo la alumna fue capaz de expresar una relación entre el caramelo y la caries.

Si miramos las representaciones escritas, encontramos el mismo patrón que en las representaciones orales, es decir, 6 alumnos han sido clasificados en el **nivel 1**, 8 en el **nivel 2** y otros 8 en el **nivel 3**.

En las representaciones orales encontramos que 8 alumnos expresaron oralmente elementos que sitúan su idea en el **nivel 3**, es decir, citaron y reconocieron la presencia de una bacteria, por lo general utilizando el término *bicho*. Otros 8 alumnos se encuentran en el **nivel 2**, ya que reconocieron alguna función de la caries, por lo general la de *expandirse*.

Esta coincidencia entre los modos comunicativos textual y oral puede deberse a que muchos alumnos en lugar de explicar lo que habían dibujado, leyeron simplemente lo que habían escrito.

La relación entre los modos comunicativos más utilizada fue la de **especialización**. 15 alumnos utilizaron distintos modos comunicativos para complementar sus ideas, hecho que generó una diferencia entre los niveles de PA en cada modo. Los demás alumnos (10) expresaron la misma idea en los distintos modos comunicativos, por lo que se encuentran en el mismo nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje al expresar su modelo y caracterizar una relación de cooperación entre ellos.

A continuación, representamos estos datos de forma gráfica (Figura 4.1.7):

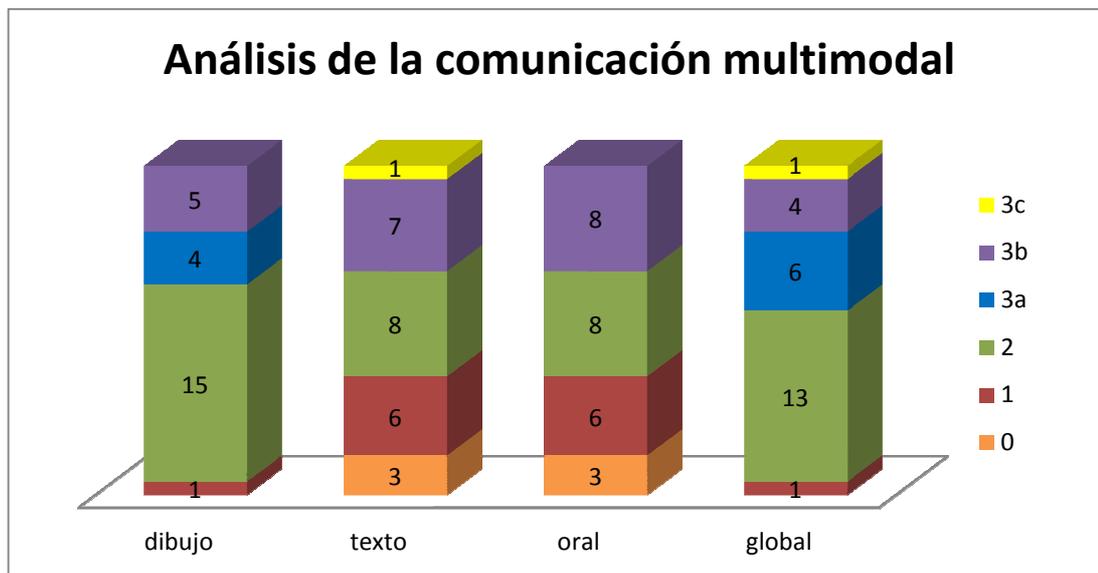


Figura 4.1.7: Análisis de la comunicación multimodal individual según los niveles de progresión de aprendizaje

La Figura 4.1.7 nos muestra en números reales los mismos datos de la Tabla 4.1.5. Sin embargo, resulta interesante fijarnos en dos aspectos: en la comunicación a través del dibujo **no** encontramos el **nivel 0** de progresión de aprendizaje, ya que todos establecieron una relación entre el caramelo y la caires, así como su crecimiento; del mismo modo, cuando observamos los niveles globales del alumnado, tampoco encontramos alumnos en este nivel, ya que a través de un modo comunicativo u otro complementaron su idea.

Podemos observar que los tres modos comunicativos fueron utilizados de igual forma para expresar la idea de la presencia de un *bicho* (**nivel 3**) durante el proceso de desarrollo de las caries. Sin embargo, el dibujo fue utilizado principalmente para nombrar o dibujar el *bicho*, correspondiente al nivel 3a; el texto y la explicación oral fueron utilizadas principalmente para atribuirle alguna función, nivel 3b; y, por último, en la representación textual una alumna fue capaz de darle un posible origen, nivel 3c.

En cuanto a la relación entre los modos comunicativos, se observa una diferencia significativa entre los mismos, debido a la diferenciación entre los subniveles del nivel 3 en la Figura 4.1.8:

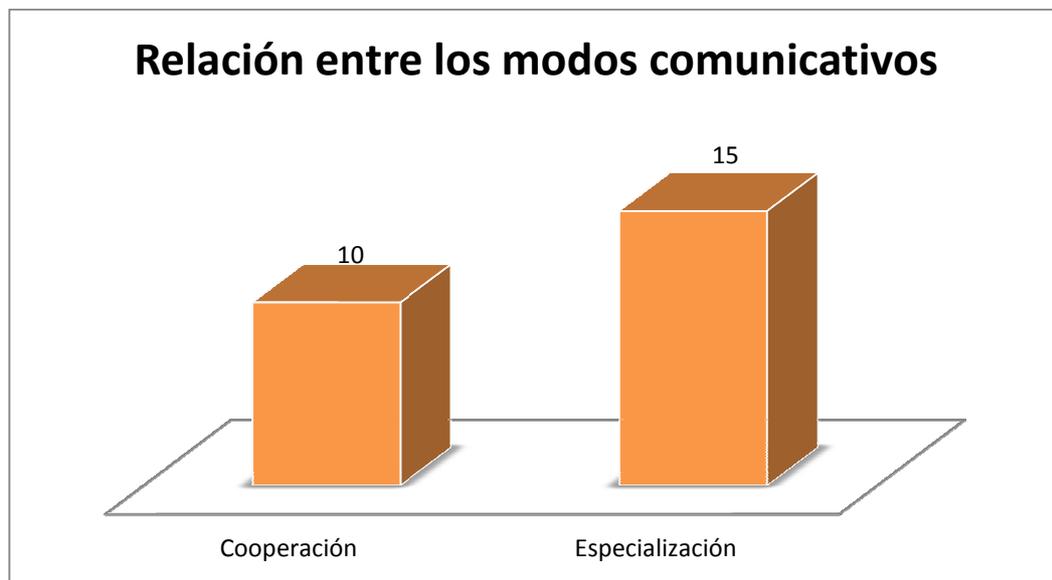


Figura 4.1.8: Relación entre los modos comunicativos: Oral X Dibujo X Texto

En la Figura 4.1.8 constatamos que 10 alumnos hicieron uso de la cooperación entre los modos comunicativos. El resto, 15, especializaron sus modelos complementando su idea en cada modo comunicativo, hecho que nos transmite informaciones distintas y complementarias, configurando niveles distintos de desempeño en la progresión de aprendizaje.

En el caso de la especialización, el **dibujo** fue el modo más utilizado (10 veces) para alcanzar un nivel de desempeño más elevado. Sin embargo, encontramos cuatro casos en los cuales el modo comunicativo que contribuyó a un nivel de desempeño más elevado fue el texto escrito/oral.

Más abajo, presentamos algunos ejemplos de cómo se ha analizado y clasificado la relación entre los modos comunicativos.

4.1.5.1 COOPERACIÓN EJEMPLO 1

A continuación, explicamos más detalladamente qué consideramos un modo cooperativo y especializado. Como ejemplo de modo comunicativo de **cooperación** hemos elegido la actividad de Ágata. Veamos (Figura 4.1.9):

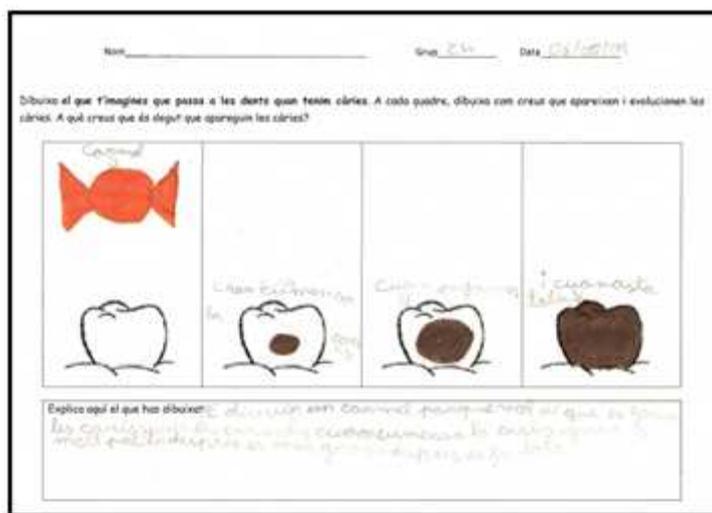


Figura 4.1.9: Actividad 1 hecho por Ágata: ejemplo de cooperación

En su explicación textual Ágata escribe: “*he dibujado un caramelo porque quiere decir que se forma las caries con los caramelos, cuando empieza hacerse la caries, es muy pequeña, después es más grande y después se hace toda*”. Esta explicación se corresponde con su dibujo. En cada cuadro la alumna escribe algo. En el primero indica que ha dibujado un “*caramelo*”, en el segundo especifica “*cuando empieza las caries*”, en el tercero “*cuando sube más*” y en el cuarto “*cuando está toda*”, indicándonos una vez más que los dos modos comunicativos están en un mismo nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje, comunicando un único modelo.

En la explicación oral Ágata dice lo siguiente: “*yo creo que las caries se hace con los caramelos porque si no te limpias los dientes cuando has comido caramelos, pues te hace la caries. Primero es pequeña, después va aumentando y después se hace en todo el diente*”. Una vez más la alumna transmite la misma idea y todos los

Si observamos el dibujo, vemos que en el primer cuadro el alumno dibuja una “mancha” roja grande e indica con una flecha que se trata de un *caramelo*, pero mantiene el diente intacto. En los siguientes cuadros dibuja una mancha marrón, a la que llama *caries*, que va creciendo hasta tomar todo el diente como indica en el 4º cuadro: *encía y diente lleno de caries*. Esta forma de representar el modelo que estamos construyendo nos lleva a clasificar el dibujo en el **nivel 2** de progresión de aprendizaje, ya que concede una función a la caries, la de crecer.

Textualmente, el alumno explica “*el primer rectángulo es cuando te comes el caramelo y se produce la caries, después la caries ya es un poco más grande, después se expande la caries y después la caries invade tu diente*”. En este texto identificamos que el alumno reconoce en la caries la función de crecer, de expandirse por el diente, hecho que nos hace determinar que este modo comunicativo, así como el dibujo, se encuentra en el **nivel 2** de progresión de aprendizaje, dándose una relación de cooperación entre el dibujo y el texto.

Así mismo, cuando el alumno explica su dibujo oralmente dice lo siguiente: “*yo creo que la caries engancha el caramelo, igualmente lo mueve y lo lleva más lejos, primero te sale humm (...) después se va formando la caries y se va acumulando por todo el diente, después todo el diente, todo el diente negro y después tienes que ir al dentista porque si no... muy mal*”. Sus palabras nos ayudan a deducir que, en su opinión, existe una relación causal entre el azúcar y la caries, lo cual nos permite clasificarlo en el **nivel 1** de progresión de aprendizaje.

A continuación, presentamos un ejemplo de los distintos modos comunicativos utilizados para especializar la construcción del modelo ser vivo.

4.1.5.3 ESPECIALIZACIÓN A TRAVÉS DEL DIBUJO

Como ejemplo de relación especializada entre los modos comunicativos a través del dibujo encontramos la actividad de Boris. Fijémonos (Figura 4.1.11):



Figura 4.1.11: Actividad 1 hecho por Boris: ejemplo de especialización

Si nos fijamos en el dibujo, observamos que Boris representa un *bicho* que a lo largo del dibujo va variando de tamaño así como también lo hace el hueco de la caries, lo cual situaría al niño en el **nivel 3b** de PA. El alumno utiliza la representación gráfica para comunicar la información sobre su modelo inicial, un proceso no observable en la parte escrita ni en la oral.

El alumno dice textualmente: “*es cuando entran las caries se ensucia... yo tengo caries... es cuando se comienzan a ensuciar cada vez me entran más caries y yo tengo tres caries*”. Esta explicación no contiene ninguna información relevante para el modelo ser vivo, por lo que la clasificamos en el **nivel 0** de progresión de aprendizaje. El hecho de que el alumno escriba “es cuando *entran* las caries” no nos permite afirmar con seguridad si hace referencia a un *bicho* que entra en la caries o a si “caries” es el nombre que le da al bicho. Pese al dibujo, creemos que cualquier inferencia podría ser equivocada, por eso consideramos que ni siquiera la parte explícita “yo tengo caries” sea una afirmación relevante para el modelo que estamos construyendo.

En su explicación oral, Boris nos dice: “*es cuando se comienzan a ensuciar que a la vez tengo más caries y yo tengo tres caries*”. Una vez más no presenta ninguna información relevante para el modelo, por lo que permanece en el **nivel 0**. Al

comparar los tres modos comunicativos podemos afirmar que Boris presenta una relación de **especialización**, ya que utiliza al menos uno de ellos para añadir más información, complementando así su modelo e idea.

4.1.5.4 ESPECIALIZACIÓN A TRAVÉS DEL TEXTO Y ORAL

Otro de los modos de especialización que encontramos fue la especialización a través del texto y del habla. Veamos el siguiente ejemplo:

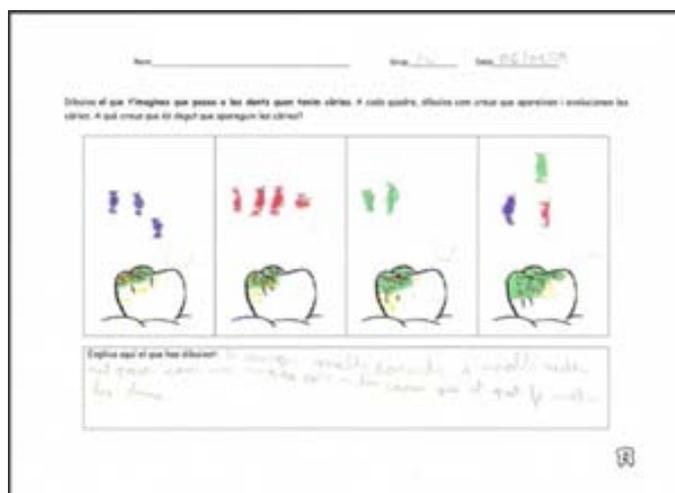


Figura 4.1.12: Actividad 1 hecho por Bianca: ejemplo de especialización

En cada cuadrante la alumna ha dibujado prácticamente lo mismo, esto es, distintos caramelos siempre con su envoltorio, una mancha verde que va creciendo a lo largo de los cuadros – que interpretamos es la caries – y puntos de colores en la mancha – que suponemos son trozos del caramelo. Tal representación nos permite clasificar el dibujo en el **nivel 2** de progresión de aprendizaje, ya que la alumna atribuye la función de crecimiento a la caries.

En el texto se puede leer “*si comes muchos caramelos y muchas chuches se te pone como un bichito que se llama caries y te puede hacer daño a los dientes*”. Al utilizar textualmente la palabra *bichito*, consideramos que la alumna reconoce la presencia de un ser vivo que participa en el proceso de desarrollo de las caries. Aunque lo denomine “*caries*”, confundiendo los conceptos, consideramos que el texto está en el

nivel 3b de progresión de aprendizaje. La relación entre el texto y el dibujo es de especialización, ya que el texto complementa la información presentada en el dibujo y, además, se encuentra en el otro nivel de PA.

Si pasamos al análisis de la explicación oral, la alumna se limita a leer lo que ha escrito, sin añadir ninguna información nueva: “*si comes muchos caramelos y muchas chuches se te pone como un bichito que se llama caries y te puede hacer daño a los dientes*”. Tal hecho es suficiente para comprender que no ha cambiado o añadido a su modelo ninguna información nueva, lo que la hace permanecer en el **nivel 3b** de progresión de aprendizaje, caracterizado por una relación entre los tres modos comunicativos de especialización del texto y el habla en relación al dibujo.

4.1.6 CONCLUSIONES EN RELACIÓN AL MODELO INICIAL INDIVIDUAL

Cada modo comunicativo ha contribuido de forma distinta a la construcción del modelo ser vivo.

En cuanto al dibujo, el modelo ser vivo ha sido inicialmente representado a partir del crecimiento de las caries y de elementos importantes en el proceso de desarrollo de la misma, como el caramelo u otro tipo de alimento (incluso un ser vivo).

Así mismo, el dibujo transmite algunas informaciones como la extensión de las caries, su formato y la parte del diente en la cual está ubicada. Es decir, a través de la representación gráfica el alumnado pudo transmitir la idea de crecimiento lento y gradual de las caries, utilizando como recurso el aumento en la mancha o grieta que la representaba. A este hecho se le ha atribuido el nivel 2 en el desempeño de progresión de aprendizaje, porque a través del mismo el estudiante constata que reconoce las caries y le atribuye una función.

Del mismo modo, se observa la presencia de un *bicho*, muchas veces semejante a un insecto que incluso interactúa con el diente (primero se encuentra fuera del diente, poco a poco se va aproximando y acaba dentro del mismo). A este hecho se le ha atribuido el nivel 3a, cuando simplemente se dibuja el *bicho*, o 3b, cuando hay una

interacción con el diente, ya que de esta manera el alumno está dando una función al *bicho*.

Individualmente y en relación al dibujo, la mayoría de los alumnos se mantienen en el **nivel 2** de progresión de aprendizaje. 15 de ellos han atribuido a través del dibujo una función a la caries, casi siempre la de crecer. Otros 9 alumnos han sido clasificados en el nivel 3 y solo una alumna ha sido clasificada en el nivel 1. Por lo tanto, se deduce que el dibujo ha sido a utilizado para representar la construcción inicial del modelo a partir de mayores niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje.

El texto y el habla han contribuido en la construcción del modelo a partir de la atribución de procesos de interacción entre los elementos representados en el dibujo y los elementos nuevos añadidos. Para el alumnado la caries tiene la función de “comer” o “agujerear” el diente. Se observa una confusión entre el papel de la caries y la bacteria en el proceso de la formación de la caries. Dicha confusión se manifiesta en las representaciones textuales y orales cuando el estudiante afirma que “*la caries va comiendo el diente*” (la caries es una consecuencia de la acción de las bacterias y no un agente causante, como se cita en este tipo de afirmación).

La semejanza entre el texto y el habla se hace presente en la distribución de los niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje. Los dos modos comunicativos obtuvieron 8 veces las clasificaciones de nivel 2 y nivel 3, respectivamente. Así mismo, en estos modos comunicativos se encontraron 3 alumnos en el nivel 0 y otros 6 en el nivel 1 de desempeño en la PA. Más allá, las representaciones textuales y orales fueron utilizadas de forma más variada y menos precisa en la construcción del modelo.

La relación entre los modos comunicativos más recurrente es la de **especialización**. Así mismo, el **dibujo** fue el modo más utilizado para especializar y expresar con mayor complejidad las ideas de los alumnos. Pese a lo cual, el texto y el habla fueron utilizados en cuatro ocasiones para especializar el modelo.

De este modo, podemos afirmar que:

- a) Los alumnos y las alumnas **confunden** los conceptos: bacteria y caries;
- b) Entienden que para **iniciar** el desarrollo de las caries se **necesita azúcar**, (principal alimento citado)
- c) Un 52% del alumnado hace representaciones de **nivel 2**, es decir, reconoce en la caries alguna función, refiriéndose principalmente al crecimiento de la misma y la relación de esta con el azúcar, de modo totalmente ilustrativo, sin mayores explicaciones;
- d) Un 44% de los alumnos (11) cree que las caries están provocadas por **bichos**, lo que sitúa sus representaciones en el **nivel 3**;
- e) **Reconocen** los elementos necesarios para que se produzca la caries: azúcar, falta de higiene y bacterias, pero las denominan *bichos*, *bichitos*, *microbios...*;
- f) Pocos explican los mecanismos de formación de las caries a nivel micro.

Más abajo, presentamos en la Figura 4.1.13 un gráfico en el que se indica el nivel alcanzado individualmente por los alumnos y las alumnas en esta sesión:

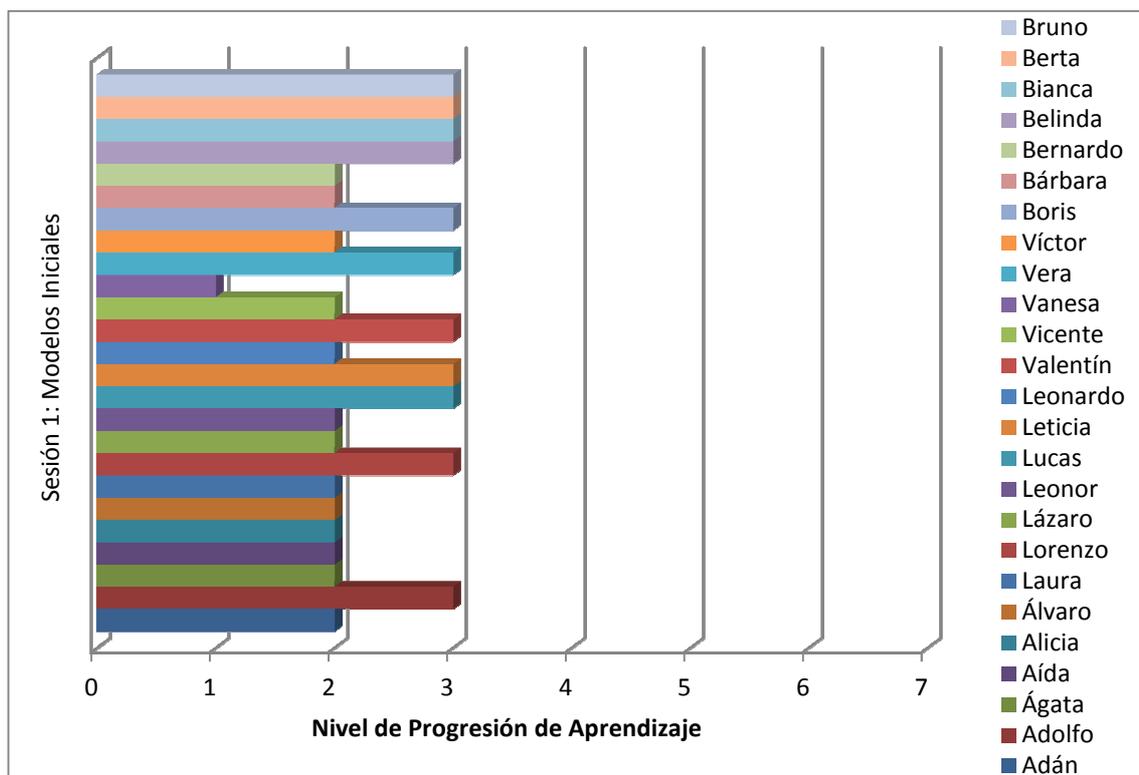


Figura 4.1.13: Distribución de los niveles de progresión de aprendizaje individuales: Sesión 1

La Figura 4.1.13 muestra una alumna en el nivel 1 de desempeño en la progresión de aprendizaje. Así mismo, 13 alumnos fueron capaces de atribuir alguna función a la caries, situándolos en el nivel 2. Además, 11 alumnos reconocieron la presencia de un ser vivo en el proceso de formación de las caires e incluso le atribuyeron alguna función, por lo que fueron clasificados en el nivel 3 de DPA.

En algunas investigaciones como la de Díaz González et al. (1996) la característica “comer”, como sucede en nuestro caso, se define como un esquema alternativo utilizado por el alumnado para evitar describir relaciones concretas entre el alimento y la bacteria, como la fermentación. Así mismo, los esquemas alternativos expresan relaciones antropomórficas y activas en lugar de expresiones más científicas y pasivas.

Díaz Gonzáles et al. (1996) argumentan la posibilidad de que el término “comer” sirva simplemente para explicar la desaparición del alimento u otras percepciones, esto es, que los alimentos sirvan de “comida” para los microbios o que sean “atacados” por ellos. Sin embargo, existe una baja aplicación de este concepto para explicar los fenómenos producidos o que justifique lo que puede producir tal relación.

Estamos de acuerdo con los autores (Díaz Gonzáles et al., 1996) en que es preciso investigar sobre la hipótesis de que los alumnos, al tratarse de fenómenos inaccesibles a la percepción, utilizan analogías para su comprensión. Este hecho ya fue relatado con anterioridad por Piaget (1984), quien afirmó que los niños siempre tienen una respuesta, aunque sea fabulosa, y que raramente se quedan en silencio; ante un cuestionamiento, prefieren inventar una respuesta a callarse. Así mismo, hemos de recordar que los medios de comunicación (dibujos animados de microbios con boca y ojos, soldados que atacan, etc.) son influencias comunes y que generan concepciones equivocadas de la realidad científica.

Piaget (1984) asegura que los niños y las niñas menores de siete u ocho años llegan a creer en sus respuestas espontáneas al no ser capaces de formular alguna hipótesis mejor o incluso por diversión. En nuestra investigación observamos un ejemplo de este hecho cuando uno de los alumnos afirma que las “*caries hacen ciudades en el diente*” y todos su grupo acaba creyendo y aceptando esta idea.

A causa de afirmaciones como la anteriormente citada, se hace necesario tratar temas como la escala en la enseñanza de los microorganismos (Bizerra et al., 2008) para así evitar un aprendizaje erróneo del concepto.

Al igual que en la investigación de Bizerra et al. (2008), los alumnos que participaron en este trabajo utilizaron el dibujo para expresar sus conocimientos e imaginación sobre los microorganismos. En las representaciones gráficas y verbales de ambos trabajos los niños presentaron una gran variedad de formas, colores y, en nuestro caso, de tamaño de las bacterias.

La relación entre la comunicación multimodal y la progresión del aprendizaje nos permite afirmar que la mayoría de los estudiantes utilizan los dibujos para expresar mejor sus ideas y para especializar esta relación. Se trata de un hecho bastante comprensible, ya que los estudiantes de 7 años de edad todavía no han desarrollado bien su habilidad de representación textual y oral. Del mismo modo, creemos que a los alumnos del estudio, debido al ambiente bilingüe (catalán y castellano) en que se encuentran, en ocasiones les resulta difícil expresarse, ya que no encuentran la palabra que desearían utilizar.

Como hemos visto anteriormente, el dibujo fue el modo comunicativo más utilizado para especializar, es decir, para expresar la información más relevante para el modelo en relación a los demás modos. Encontramos el mismo resultado en diversos trabajos como el de Oliveira y Carvalho (2005), Sasseron y Carvalho (2009) y Dominguez (2009).

Oliveira y Carvalho (2005) afirman que el dibujo contribuye al entendimiento del texto escrito; en este caso nos aporta detalles de cómo el alumno se imagina el ser vivo, lo cual ayuda en la comprensión del texto escrito. Sasseron y Carvalho (2009) recuerdan que el dibujo actúa como una forma de auxilio en la exposición de los significados construido por los alumnos y Dominguez (2009) sintetiza que el dibujo infantil es visto como un lenguaje con el cual los niños juegan, organizan sus ideas y se expresan

El dibujo es interpretado por Vygotsky (1989) como una etapa del desarrollo que precede a la escrita, aunque ambas tienen el mismo origen de construcción: el lenguaje hablado (Barbosa-Lima y Carvalho, 2008). De acuerdo con esta idea, creemos que el alumnado de educación infantil y primaria mientras desarrolla las habilidades para expresar mejor sus ideas y conocimientos a través del medio escrito, utiliza el dibujo para comunicarse. Uno de los factores más importantes que influyen y permiten este tipo de comunicación es la imaginación natural de los niños y las niñas, la cual acompaña su desarrollo (Vygotsky, 1997) y se torna más real y menos fantasiosa con el paso de los años.

Al hilo de esta idea, estamos de acuerdo con Barbosa-Lima y Carvalho (2008) al afirmar que los niños representan sus pensamientos, conocimientos sobre un determinado objeto y una situación vivida o imaginada, antes que otros hechos reales.

Mediante los dibujos, los estudiantes fueron capaces de representar lo que sucedía en el plano invisible (Acher y Arcà, 2006). De igual modo, fueron capaces de identificar algunos de los elementos involucrados en el proceso de la caries como el dulce, la bacteria o el hueco formado por la destrucción dental. Sin embargo, los niños citaron también otros elementos involucrados en la cura de las caries como el dentista y el factor financiero (algunos comentaron que sus padres les habían dicho que es muy caro ir al dentista para tratar la caries dental).

El consumo de dulces, la falta de higiene dental y la bacteria son tres elementos relacionados con la aparición de la caries. Tales elementos interactúan entre sí generando *procesos de interacción*. La interacción se observa cuando un niño dibuja un dulce en la fase inicial e indica en el texto que al comerlo se inicia el proceso de destrucción dental. Perales (2006) habla en su trabajo de la posibilidad de obtener información de un dibujo de acuerdo con los criterios de temporalidad, ya que los elementos pueden ser estáticos o dinámicos, lo cual proporciona más realidad al dibujo al aportar información graciosa (lúdica, por ejemplo) o ficticia.

En la primera sesión, los estudiantes no reconocieron explícitamente que las bacterias eran seres vivos involucrados activamente en el proceso y desarrollo de la caries. Pero gradualmente fueron presentando mejoras y avances en sus modelos a través de la representación de un organismo que consideraban parte del proceso y al que en un principio llamaron *bicho*, y que fueron modificando a partir de la interacción en la discusión entre iguales.

Así mismo, algunos alumnos empezaron a comprender que existen organismos que no son visibles a simple vista y que participan de procesos como el desarrollo de las caries.

4.2 MODELO INICIAL GRUPAL

Siguiendo el análisis de los datos (**Figura 4.2.1**) a partir de la actividad multimodal para la construcción del modelo inicial se plantea:

- Un análisis de la producción gráfica grupal.
- Un análisis de la producción textual grupal.
- Un análisis de la discusión entre iguales.
- Un análisis de la relación entre los modos comunicativos.
- Identificar el nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje en la construcción del modelo ser vivo.



Figura 4.2.1: Análisis de los datos, segundo paso. Actividad multimodal grupal

El análisis se realiza grupo por grupo. Para cada grupo se presenta un mosaico con los dibujos individuales, el grupal – que ayuda al lector a situarse y describir sus

estrategias – y los argumentos utilizados para elaborar el dibujo en grupo (actividad 3, trabajo en grupo).

En primer lugar se analiza el dibujo y el texto escrito.

El análisis de contenido se hace a través de la red sistémica presentada en la página 91 que reproducimos de nuevo a continuación (Tabla 4.2.1):

ANÁLISIS DEL CONTENIDO		Categ.	Nivel de DPA
NO HAY (NH)		[0]	Nivel 0
Elementos enunciados	Alimento	[1]	Nivel 0
	Ser vivo	[2]	Dibujado o nombrado Explicación del origen
	Caries		Nivel 3a Nivel 3c
	Higiene dental	[3]	Nivel 0
Función		[2]*	
	Alimento	[4]	Caries Ser vivo
	Ser vivo		Nivel 2 Nivel 3b
		[5]	Alimentación Relación con medio Reproducción
Caries	Nivel 3b Nivel 5 Nivel 6		
	[6]		Nivel 2
Interacción	Alimento ↔ Ser vivo	[7]	Nivel 3b
	Alimento ↔ Caries	[8]	Nivel 1
	Ser vivo → Caries	[9]	Nivel 3b
	Alimento ↔ Ser vivo → Caries	[10]	Nivel 7

Tabla 4.2.1: Red utilizada para el análisis del contenido de cada intervención

A continuación, se analiza la discusión entre iguales. Para ello se presenta la transcripción de la discusión entre los alumnos de cada grupo, donde se destacan las intervenciones individuales del alumnado y los bloques de toma de decisiones. De cada intervención se realizan los siguientes análisis:

- a. Análisis de los elementos argumentativos utilizados: Afirmación, Dato, Justificación y Refutación;
- b. Análisis del contenido;
- c. Identificación del nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje en la discusión entre iguales:

En la Tabla 4.2.2 se muestran los alumnos correspondientes a cada grupo.

Grupo 1	Adán Adolfo Ágata Aída Alicia Álvaro	Grupo 2	Laura Lorenzo Lázaro Leonor Lucas Leticia Leonardo	Grupo 3	Valentín Vicente Vanesa Vera Víctor	Grupo 4	Boris Bárbara Bernardo Belinda Bianca Berta Bruno
----------------	---	----------------	--	----------------	---	----------------	---

Tabla 4.2.2: Grupos y alumnos

4.2.1 ANÁLISIS DEL GRUPO 1

En la Figura 4.2.2 se muestran los dibujos realizados por cada miembro del grupo 1:

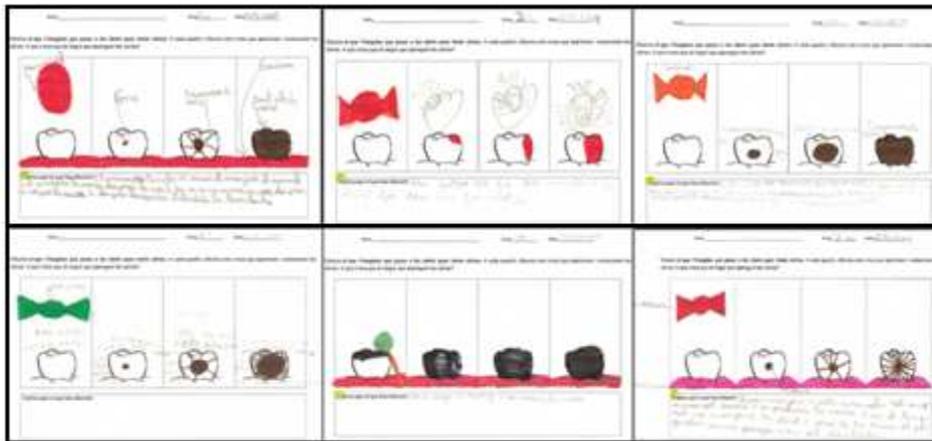


Figura 4.2.2: Dibujos individuales de Adán, Adolfo, Ágata, Aída, Alicia y Álvaro

En la Figura 4.2.3 se muestra el dibujo y el texto elaborado por el grupo 1:

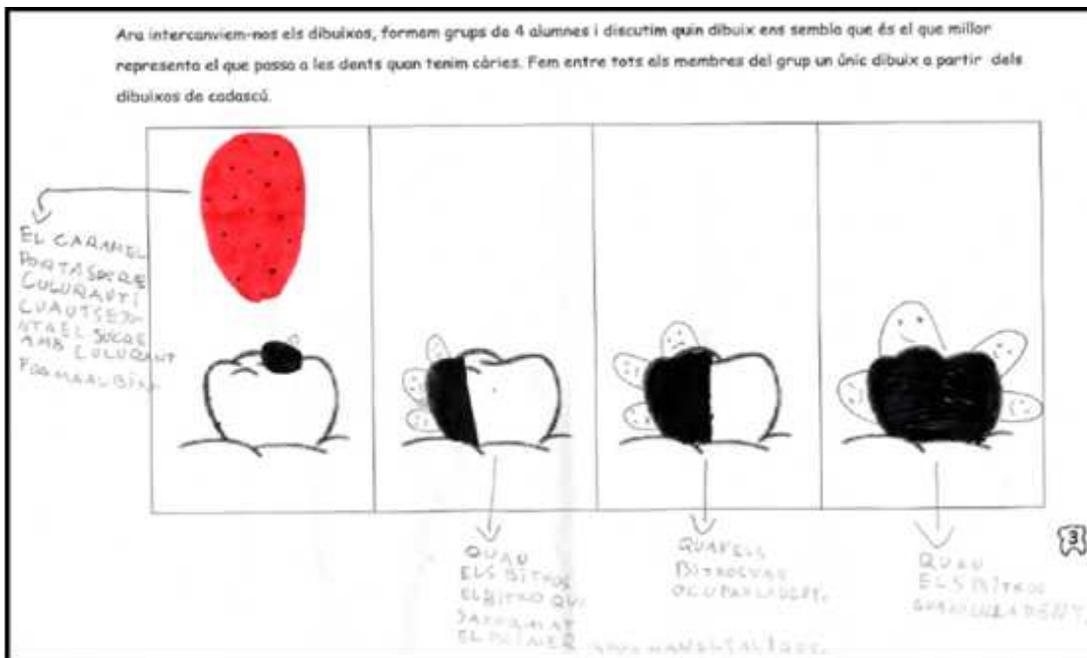


Figura 4.2.3: Trabajo del Grupo 1: ¿qué pasa en el diente cuando tenemos caries?

4.2.1.1 ANÁLISIS DEL DIBUJO Y DEL TEXTO ESCRITO

Los alumnos del Grupo 1 escribieron en el **1º cuadro**: *el caramelo lleva azúcar, colorante y cuando se junta el azúcar con el colorante, se forma el bicho*; en el **2º cuadro**: *cuando los bichos. El bicho que se ha formado, el primero va formando los otros*; en el **3º cuadro**: *cuando los bichos van ocupando el diente*; y, finalmente, en el **4º cuadro**: *cuando los bichos ganan al diente*.

En la Figura 4.2.3 encontramos elementos nuevos que no aparecían en los dibujos individuales (Figura 4.2.2) y nuevas relaciones entre los elementos.

En el primer cuadro de la producción en grupo observamos un diente con una mancha en la parte superior derecha con un *bicho* y un caramelo que no llega a tocar el diente, pero que en la

Alicia: (...) el caramelo con papel no se puede comer y también y por eso hay que mejorarlo...

Alicia: Yo creo que Adán lo ha hecho muy (...) bien porque no ha hecho ni papel ni nada y ha hecho la encía muy roja y la caries marrón...

explicación textual los alumnos aclaran que se trata del responsable de producir el *bicho* (“el caramelo lleva azúcar, colorante y cuando se junta el azúcar con el colorante, se forma un *bicho*”). Este primer cuadro es bastante semejante al dibujo de Adán, de hecho, el caramelo representado es prácticamente el mismo. El hecho de representar el caramelo con o sin papel es un aspecto debatido en la discusión del grupo.

En el primer cuadro podemos afirmar que existe una relación de **especialización del texto con el dibujo**, ya que la información textual y la gráfica no son la misma. En el texto se nombra el origen del *bicho*, lo que sitúa al grupo en el **nivel 3c**, mientras que en el dibujo, simplemente lo representan, por lo que se trata de un **nivel 3a**.

Adolfo, Ágata y Alicia representaron la caries en sus dibujos individuales como una mancha oscura en el diente que va creciendo gradualmente, demostrando que ésta es la forma de representar que ha convencido al grupo como la más correcta.

En el segundo cuadro el diente aparece con una mancha mayor y tres *bichos* al lado izquierdo, acompañado de la siguiente explicación: *cuando los bichos, el bicho que se ha formado, el primero va formando los otros*. Esto nos hace pensar que los alumnos son capaces de **construir** y **aplicar** el modelo de ser vivo. De forma clara, expresan que el primer *bicho* da origen a los demás haciendo uso del modelo madre-hijo, como estudiaron en el caso del conejo. En este cuadro la relación dibujo-texto es de **cooperación**, ya que se expresa la misma información utilizando los dos tipos de comunicación. El nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje es el **3b**, puesto que representan un *bicho* a partir del cual surgen otros, es decir, le atribuyen la función de reproducirse.

En los cuadros siguientes la caries – representada por una mancha negra – sigue aumentando gradualmente, al mismo tiempo que crece el número de *bichos* en el diente. Los alumnos escriben textualmente lo siguiente: *cuando los bichos van ocupando el diente y cuando los bichos ganan al diente*. En las citadas frases identificamos la construcción de un modelo de expansión y multiplicación tanto de los causantes de las caries como de su producto final (la propia caries), configurando una vez más la relación de **cooperación** entre el dibujo y el texto en un **nivel 3b** de progresión de aprendizaje.

En la Tabla 4.2.3 se muestra un resumen con el mayor nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje alcanzado en las representaciones gráfica y textual:

Grupo 1		
	Nivel de DPA	Relación entre los modos comunicativos
Dibujo	3b	Especialización del texto sobre el dibujo
Texto	3c	

Tabla 4.2.3: Relación entre el dibujo y el texto: Grupo 1

La representación gráfica utilizada en todos los cuadros alcanzó el nivel 3b y la representación textual el nivel 3c en el primer cuadro, lo que determina una relación de especialización entre los modos comunicativos.

Al analizar el dibujo y el texto se observa que los alumnos son capaces de **reconocer** los componentes de un caramelo (*azúcar, colorante*), **usarlos/hacer que interactúen** (*cuando se junta el azúcar con el colorante*) y **relacionarlos** con elementos nuevos (*forma un bicho*).

4.2.1.2 ANÁLISIS DE LA DISCUSIÓN ENTRE IGUALES: GRUPO 1

A continuación presentamos el análisis de la discusión oral vinculada al dibujo del trabajo en grupo (Figura 4.2.4). En la primera columna aparece el nombre del alumno (en los casos en que se pudo identificar) y su intervención. En la segunda columna se sitúa nuestro análisis seguido del nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje que corresponde a cada intervención. Por último, en la columna final se presenta el análisis del contenido de la discusión. Las flechas indican a qué intervención hace referencia cada alumno/a.

Capítulo 4: Modelo Inicial - Resultados y Discusión

Grupo 1: Adán, Adolfo, Ágata, Aída, Alicia y Álvaro		0. I N R	1. Relación causal	2. Atribuyen a la caries alguna función:	3. Reconocen la presencia de un SV:	Nivel de progresión de aprendizaje del bloque	Contenido trabajado
Cita (dibujo de Álvaro)	¿Qué aporta? Afirmación, dato, justificación, refutación	0. Ideas no relevantes para el modelo	1. Identifican una relación causal entre el azúcar y la caries	Creece, Come, Agujerea	3a. Nombran SV = Bicho, microbio, bacteria... 3b. Atribuyen alguna función - come, agujerea...		
Adán: Yo creo que el dibujo del Álvaro, el último rectángulo hay que mejorar un poco, porque es un poco extraño... es un poco extraño y yo creo que hay q mejorar un poco...	Afirmación: hay que mejorar un poco. Justificación: es un poco extraño.	A, J				2	[0]
Adolfo: Yo creo que el Álvaro... creo que es verdad que cuando te sale una caries... ¡ah no! ¿Cómo se dice?... va aumentando, se hace grande, creo que eso es verdad...	Dato: va aumentando, se hace grande.			A			[3], [6]
Alicia: Pues, el dibujo del Álvaro... (...) caramelo con papel, y el caramelo con papel no se puede comer y también y por eso hay que mejorarlo... y que la caries está por todos los lados y que esté todo marrón...	Afirmación: el dibujo hay que mejorando. Justificación: el caramelo con papel no se puede comer. Dato: que la caries está por todos los lados y que esté todo marrón.		A, J, D				[1], [3]
Álvaro: Pues yo creo que todo eso que ha dicho la Alicia, de estar en papel, para un dibujo, yo creo que es un poco absurdo	Refutación: lo que ha dicho es un poco absurdo.	R					Rf[1]
Ágata: Pues yo creo que el tercer dibujo y el cuarto, se tendría que mirar, el Álvaro, porque... en el segundo has hecho un círculo y en el tercero y el cuarto has hecho un círculo con rayas	Afirmación: el tercer dibujo y el cuarto, se tendría que mirar. Justificación: en el segundo has hecho un círculo y en el tercero y el cuarto has hecho un círculo con rayas.			A, J			Rf[3]
Adán: Lo que dijo la Ágata, es normal porque se va aumentando por todo el diente, pues que se va haciendo grande, entonces, claro! No se puede ser más redonda...	Afirmación: es normal [la caries va aumentando por todo el diente]. Justificación: el aumento de la mancha en el diente.			A, J			As [3], As [6]
Alicia: A mí me parece bien, porque es verdad que se va metiendo por todo el diente y después te quedas sin diente	Afirmación: me parece bien. Justificación: se va metiendo por todo el diente y después te quedas sin diente.			A, J			As [3], As [6]
Álvaro: Ágata, esta raya de aquí es cuando se empieza a repartir por todo el diente	Justificación: esta raya de aquí es cuando se empieza a repartir por todo el diente.			J			As [3], As [6]
Aída: Pues que ¡claro! Se va repartiendo... y ¡claro! Faltan más dibujos y ¡claro! Se va poniendo más marrón, más marrón, pero claro... se va aumentando la raya y se va aumentando por todo el diente...	Afirmación: Pues que ¡claro! [esta de acuerdo con el dibujo de Álvaro]. Datos: Se va poniendo más marrón, más marrón (...), y se va aumentando por todo el diente.			A, D			As [6]
¿Qué acuerdos se podrían extraer de sus comentarios?							
Los estudiantes presentan como datos: color de las caries, la caries como un proceso que con el tiempo aumenta de tamaño. Se comenta que la representación de la caries debe ser redonda/ manchas siguiendo una forma linear de crecimiento.							

Cita (dibujo de Adán)	¿Qué aporta? Afirmación, dato, justificación, refutación						
Adolfo: Yo creo que el dibujo del Adán está muy bien, pero la única cosa que yo no sé, en este dibujo, no sé cómo se produce la caries, porque aquí no has explicado muy bien, vale?! Cómo se hace, qué lleva y todo eso...	Afirmación: el dibujo está bien. Refutación: no has explicado muy bien cómo se hace.			A, R		2	[3]
Álvaro: Yo creo que el dibujo del Adán debería mejorar un poquito porque yo no creo que cuando está toda la caries en el diente, se te arranque el diente, se te caiga el diente... ¡yo no pienso eso!	Afirmación: el dibujo debería mejorar un poco. Justificación: no creo que cuando está toda la caries (...) se te caiga el diente. Refutación: yo no pienso eso.			A, J, R			[6]
Alicia: Yo creo que el Adán lo ha hecho muy, muy, muy, y muy bien porque no ha hecho ni papel ni nada y ha hecho la encía muy roja y caries marrón y lo ha hecho muy, muy, muy, muy, muy bien	Afirmación: el dibujo está muy bien. Justificación: y ha hecho la encía muy roja y caries marrón Datos: el color de la encía (roja) y de la caries (marrón).	A, D, J					As [1], [3]
¿Qué acuerdos se podrían extraer de sus comentarios?							
El color característico de la caries (marrón) y de la encía (roja), aunque en la representación final del grupo se haya utilizado el color negro y no se ha pintado la encía. El caramelo utilizado en el dibujo del grupo es similar al dibujado por Adán.							
Cita (dibujo de Adolfo)	¿Qué aporta? Afirmación, dato, justificación, refutación						
Alicia: Yo creo que el dibujo del Adolfo está bien, pero que la encía es roja y tampoco has puesto en su dibujo como se hace la caries...	Afirmación: el dibujo está bien. Dato: la encía es roja y tampoco has puesto en su dibujo como se hace la caries	A, D				3	[3]
Adolfo: No, no es verdad, eso es el bicho y eso rojo es cuando se va comiendo, comiendo, comiendo el diente...	Refutación: No, no es verdad. Afirmación: el bicho (...) va comiendo el diente.				R, A		[2], [5]
Aída: Yo creo que el dibujo del Adolfo, no hacía falta hacer más dientes porque ya hay uno y también creo que el dibujo de los dientes no hay sangre...	Refutación: no hacía falta hacer más dientes. Justificación: ya hay uno y también creo que el dibujo de los dientes no hay sangre...	R, J					[0]
Álvaro: Yo creo que el bichito es demasiado grande y que la caries no es roja y no sé porqué en un diente ha hecho la caries, en un diente, ha hecho la caries roja y después un bichito muy grande y después una caries... no sé, está loco... otro bichito, y después la caries roja, no sé... no entiendo...	Datos: el tamaño del bicho y la caries en el diente representada con el color rojo. Refutación: no sé porqué en un diente ha hecho la caries, (...) no sé... no entiendo.				D, R		[2], [3]
Adán: Yo creo que el dibujo del Adolfo (...) porque tiene un bichito tan grande, que este bichito que debía... porque primero tiene un bichito minúsculo, y después un bichito un poquito más grande y después un poquito más grande, pero el diente es rojo...	Afirmación: no es correcto el dibujo. Dato: primero tiene un bichito minúsculo (...) después un poquito más grande.				A, D		[2]
Alicia: Yo creo que este bichito tiene que ser bichitos, bichitos, bichitos, bichitos... pues mira! A mí el dibujo del Adolfo me parece un poco así, así... también... un poco regular, porque el bichito, igual que el Adán, que era pequeño, mediado y grande... ¡Ah! ¡Y el diente no es rojo!	Afirmación: el dibujo del Adolfo me parece (...) un poco regular. Dato: Yo creo que este bichito tiene que ser bichitos, bichitos. El diente no es rojo. Refutación: porque el bichito, igual que el Adán, que era pequeño, mediado y grande.				A, D, R		[2]
¿Qué acuerdos se podrían extraer de sus comentarios?							
El color característico de las caries, que no es rojo y el número de bichos (bacterias) debe ir aumentando a lo largo del proceso. La forma de representar la caries en el dibujo en grupo es similar a la utilizada por Adolfo.							

Cita (Intervención de la maestra)	¿Qué aporta? Afirmación, dato, justificación, refutación					3	
Maestra: ¿Y entonces qué piensan en representar? Una cosa está clara, que necesitamos el caramelo y el azúcar...	La maestra interviene para entender mejor la idea del grupo.						
Adolfo: El caramelo produce un bichito y el azúcar se agarra al diente y cuando el azúcar se agarra al diente, produce un bichito y ese bichito se va comiendo el diente...	Afirmación: el caramelo produce un bicho. Dato: el azúcar se agarra al diente, produce un bicho que come el diente.				A, D		[1], [2], [7]
Adán: ¿Puedo hacer el bichito?	Afirmación: Puedo hacer el bichito [Pregunta buscando apoyo del grupo]				A		[2]
Adolfo: Sí, pero muy pequeño y unos cuantos	Afirmación: Sí. Datos: muy pequeño y unos cuantos.				A, D		[2]
¿Qué acuerdos se podrían extraer de sus comentarios?							
La presencia de bichos en el proceso de la caries y la cantidad superior a uno como se había dibujado individualmente algunos alumnos. Además de la ubicación de estos bichos, que no está dibujados al acaso y sí dónde hay presencia de caries en el diente.							

Figura 4.2.4: Análisis de la discusión del Grupo 1

En total se contaron 21 intervenciones. Todos los alumnos del grupo hablaron al menos en dos ocasiones; la maestra intervino una sola vez. Al final de cada tema de discusión se extrajeron las conclusiones a las que llegaron los alumnos; sin embargo, estas no siempre llegaron a ser plasmados en los dibujos. Se han dividido las intervenciones en 4 bloques de tomas de decisiones.

a. Análisis de los elementos argumentativos utilizados:

En la Figura 4.2.5 observamos el porcentaje de cada tipo de argumento – afirmación, dato, justificación y refutación – presentado por los alumnos y las alumnas.

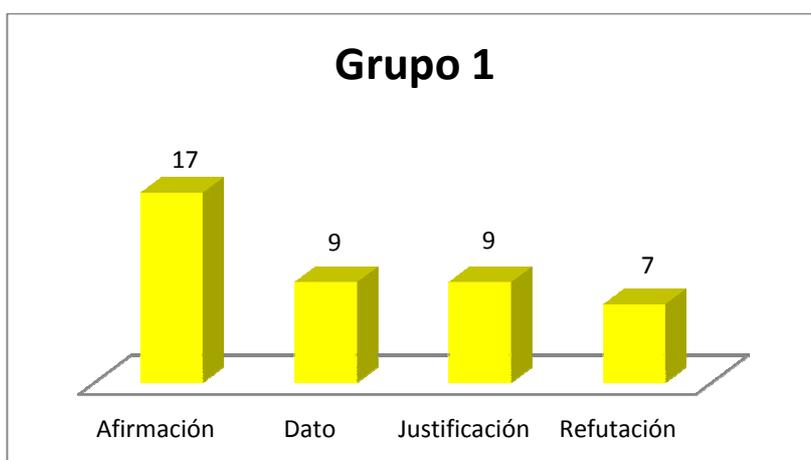


Figura 4.2.5: Frecuencia absoluta de la clasificación de los argumentos presentados en el Grupo 1

Se observa que en 17 intervenciones los alumnos hicieron uso de la afirmación, en otras 9 utilizaron datos y justificaciones (generalmente vinculadas al color, tamaño o formato de las caries) y solo en 7 ocasiones usaron la refutación. Veamos algunos ejemplos:

Afirmación

Adán: “...*el último rectángulo hay que mejorar un poco...*”. Afirmación con relevancia para la construcción del dibujo en relación a los cuadros, que deberían ser mejorados.

Adolfo: “*El caramelo produce un bichito*”. Afirmación relevante que indica cómo se produce un *bichito*, según el alumno.

Dato

Aída: “*Se va poniendo más marrón, más marrón, pero claro...*”. Dato que informa sobre el color de la caries.

Alicia: “*Yo creo que este bichito tiene que ser bichitos, bichitos, bichitos, bichitos...*”. Dato que informa sobre el número de bichitos que se deberían dibujar.

Justificación

Adán: “*...porque se va aumentando por todo el diente, pues que se va haciendo grande...*”. Justificación de porqué ha dibujado una mancha que crece.

Alicia: “*...porque es verdad que se va metiendo por todo el diente y después te quedas sin diente...*”. La alumna justifica porqué está de acuerdo con la afirmación anterior de su compañero sobre la mancha creciente en el diente.

Refutación

Álvaro: “*...yo creo que es un poco absurdo*”. El alumno refuta la idea de dibujar un caramelo con o sin el papel

Adolfo: “*...no has explicado muy bien, ¿vale?...*”. El alumno refuta la explicación de su compañero informándole de que no ha quedado muy claro lo que ha dibujado.

b. Análisis del contenido:

En la Figura 4.2.6 podemos visualizar el análisis del contenido de la discusión. Recordamos que “NH” simboliza que “no hay contenido” y “HD” se refiere a la “higiene dental”. Los números [1], [2] y [3] hacen referencia a la presencia del alimento, del ser vivo y de la caries – respectivamente – en la discusión. Los números [4], [5] y [6] hacen referencia, por su parte, a la atribución de una función al alimento, el ser vivo y la caries respectivamente. Los números [7], [8], [9] y [10] representan el tipo de relación existente entre los elementos listados: el [7] indica la relación entre el alimento y el ser vivo, el [8] entre el alimento y la caries, el [9] entre el ser vivo y el alimento y el [10] hace referencia a la relación completa, es decir, entre el alimento, el ser vivo y la caries. (En la página 91 del capítulo de metodología se encuentra la red sistémica utilizada para realizar este análisis del contenido).

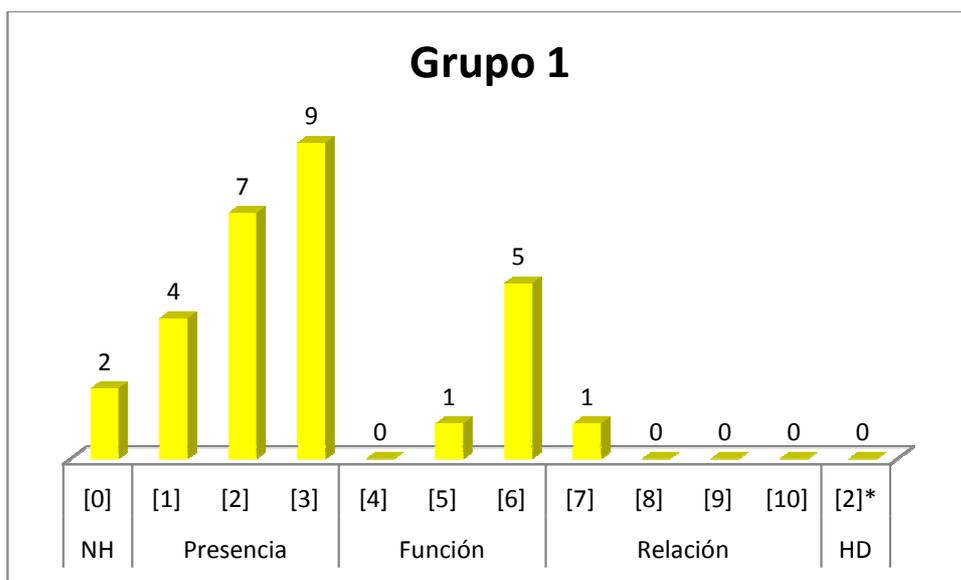


Figura 4.2.6: Análisis del contenido: Grupo 1

Durante la discusión, los alumnos citaron un mayor número de veces la presencia de la caries [3], seguida del *bicho* [2] y la comida [1]. Así mismo, fueron capaces de atribuir a la caries alguna función [6], por lo general la de *aumentar*. Este grupo sólo

fue capaz de establecer una relación entre los elementos principales, esto es, la comida y la bacteria [7]: *El caramelo produce un bichito.*

No se encontró mención alguna durante la discusión sobre las relaciones entre el alimento y la caries [8], entre el ser vivo y la caries [9], y la relación completa del modelo entre el alimento, el ser vivo y la formación de la caries [10]. Tampoco se nombró en ningún momento la importancia de la higiene dental [2]*.

La discusión giró en torno a la presencia de la caries en el diente, la función de la misma y la función de las bacterias. Encontramos dos refutaciones (Rf [1] y [3]), además de diferentes tipos de aseveraciones (As [3] y As [6] tres veces cada una y As [1] una sola vez.) Tanto las refutaciones como las aseveraciones aparecen en el gráfico de acuerdo con la categoría correspondiente.

c. Identificación del nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje en la discusión entre iguales:

Siguiendo con el análisis y con base al contenido de las intervenciones, observamos que durante toda la discusión las ideas fueron variando entre los niveles de progresión de aprendizaje. En la Figura 4.2.7 podemos comprobar las veces en que los niveles de PA fueron utilizados durante la discusión en grupo.

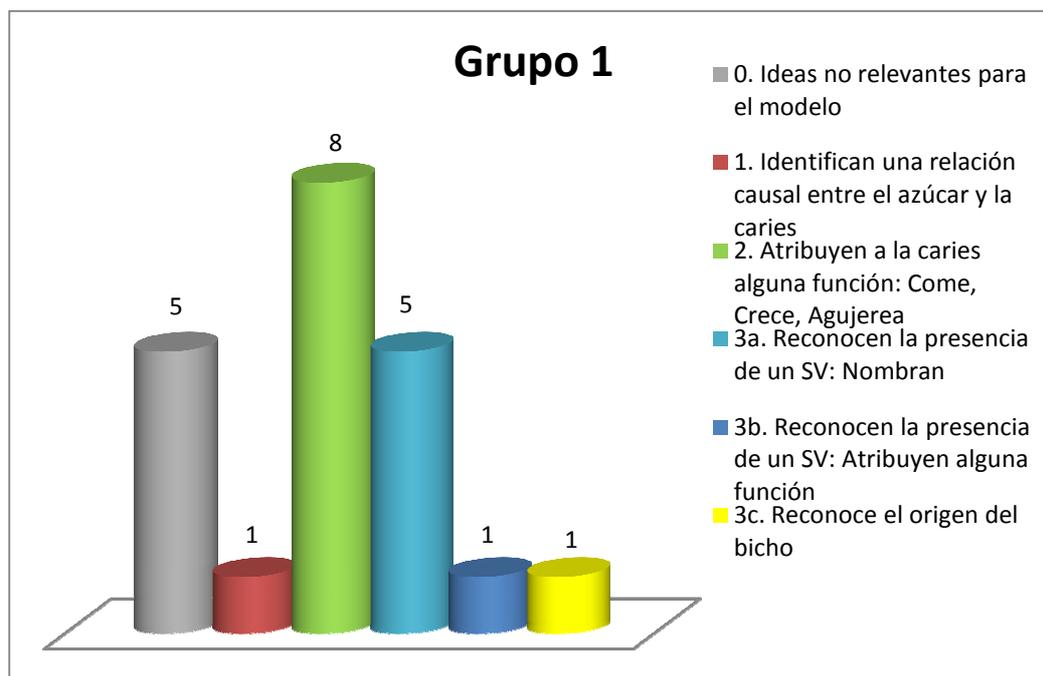


Figura 4.2.7: Desempeño en la progresión de aprendizaje: Grupo 1

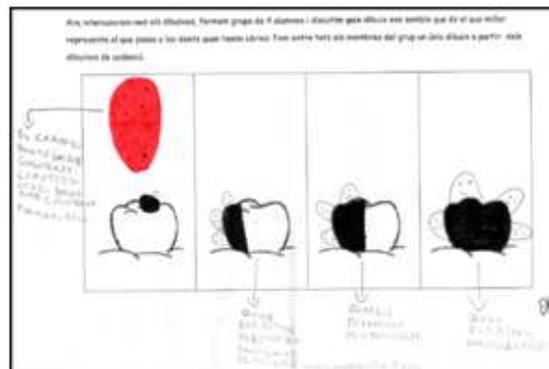
Los primeros niveles fueron los más utilizados a lo largo de la discusión. Los alumnos discutían temas que no tenían implicación en el modelo ser vivo, como es el caso de los colores que utilizarían para pintar el dibujo, lo cual les sitúa en el **nivel 0** de progresión de aprendizaje. Sin embargo, fueron capaces de discutir y atribuir a la caries alguna función (**nivel 2**), generalmente la de crecer o *aumentar*, hecho que fue ampliamente discutido entre ellos. Así mismo, encontramos el **nivel 3a** en más de una ocasión, concretamente cuando los alumnos hacían alusión al *bicho*.

Es interesante destacar que este grupo fue capaz de explicar, a su manera, el origen del *bicho* (**nivel 3c**):

Adolfo: “El caramelo produce un bichito y el azúcar se agarra al diente y cuando el azúcar se agarra al diente produce un bichito y ese bichito se va comiendo el diente...”

Los acuerdos para construir la representación final

Antes de llegar al dibujo final, durante la discusión, se alcanzaron algunos acuerdos, aunque – como se ha dicho anteriormente – no todos fueron tenidos en cuenta. A continuación, presentamos los acuerdos a los que llegaron:



Los estudiantes presentan los siguientes

datos: 1) color de las caries; 2) la caries como un proceso que con el tiempo aumenta de tamaño. Los alumnos comentan que la representación de la caries debe ser redonda o en forma de manchas y que debe seguir una forma lineal de crecimiento.

El color característico de la caries debería ser el marrón y el de la encía el rojo; aunque en la representación final se haya utilizado el color negro y no se haya pintado la encía. El caramelo utilizado en el dibujo del grupo es similar al dibujado por Adán.

Más adelante se vuelve a discutir el color de las caries y se acuerda que no es roja. También se determina que el número de *bichos* (bacterias) debe ir aumentando a lo largo del proceso. La forma de representar la caries en el dibujo en grupo es similar a la utilizada por Adolfo.

Finalmente, se decide que la presencia de *bichos* en el proceso de la caries será superior a uno, como habían dibujado individualmente algunos alumnos. Además, la ubicación de los mismos no será azarosa, sino que se han de situar donde haya caries en el diente.

Nivel de desempeño final en la PA del Grupo 1

Debido a la representación gráfica de algunos *bichitos* a los que se les atribuye la función de crecer – correspondiente al nivel 3b –; a la representación textual, que utiliza la palabra *bicho* y proporciona un posible origen al mismo – nivel 3c – y la oral, donde se hace referencia al ser vivo al que se denomina de nuevo *bicho* y se

aporta un intento de explicación sobre su origen un poco más complejo – también correspondiente al nivel 3c, clasificamos al Grupo 1 de manera global en un **nivel 3** de desempeño en la progresión de aprendizaje.

A partir de esta clasificación podemos afirmar que la relación entre los modos comunicativos es de **especialización** del texto y el habla en relación al dibujo (Tabla 4.2.4).

Grupo 1		
	Nivel de DPA	Relación entre los modos comunicativos
Dibujo	3b	Especialización del texto y oral con relación al dibujo
Texto	3c	
Oral	3c	

Tabla 4.2.4: Relación entre los modos comunicativos: Grupo 1

4.2.2 ANÁLISIS DEL GRUPO 2

El grupo del que ahora nos ocupamos produce un dibujo con elementos nuevos que no aparecían en los dibujos individuales. Observemos los dibujos individuales en la Figura 4.2.8 y comparémoslo visualmente con el dibujo construido en grupo:

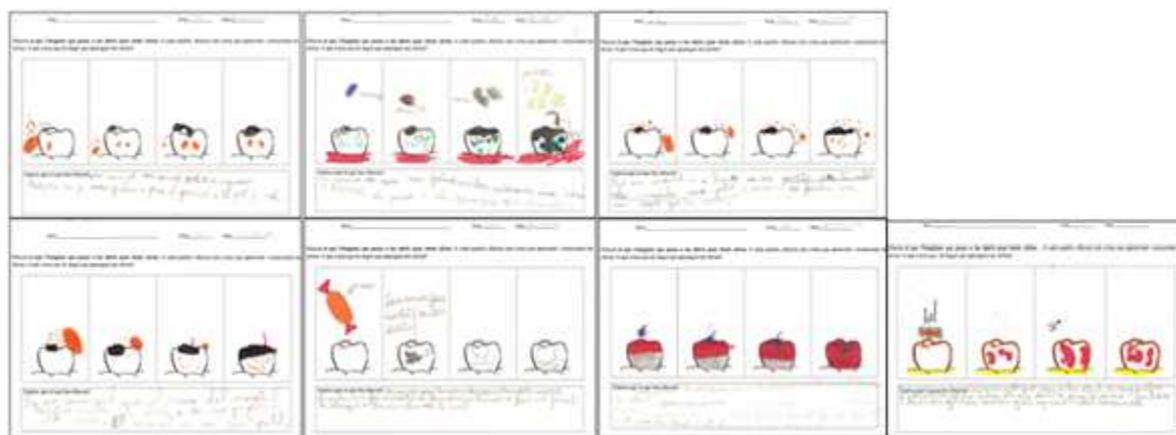


Figura 4.2.8: Dibujos individuales de Laura, Lorenzo, Lázaro, Leonor, Lucas, Leticia y Leonardo

Es importante que el lector/a observe los detalles de cada dibujo teniendo en cuenta la Tabla 4.1.5 (página 133), donde describimos los niveles individuales, y compare los elementos con el objetivo de identificar los que podemos observar en la representación final hecha en grupo (Figura 4.2.9), como por ejemplo la forma de representar la caries – muy semejante al dibujo de Leonardo – o la presencia de una casa en el diente – como el dibujo de Lucas.

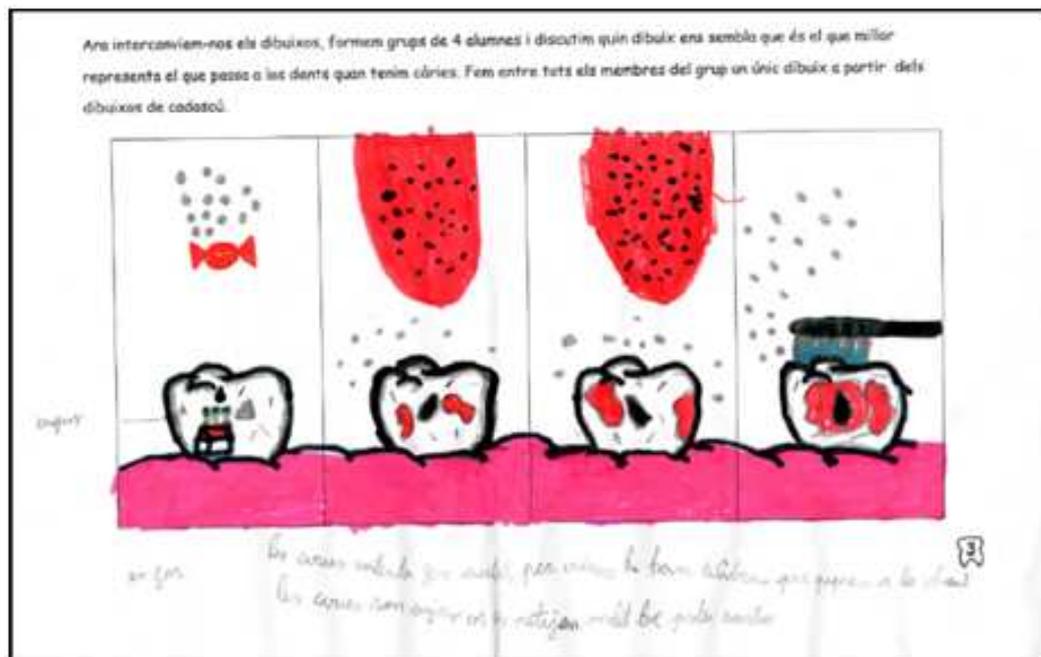


Figura 4.2.9: Representación final Grupo 2: ¿qué pasa en el diente cuando tenemos caries?

4.2.2.1 ANÁLISIS DEL DIBUJO Y DEL TEXTO ESCRITO

Los alumnos del Grupo 2 escribieron que en el primer cuadro habían dibujado *bichos* y, a continuación, dijeron: *las caries intenta hacer ciudades para vivir. Hay taladros que pican el diente. Las caries son bichos. Si se limpian muy bien pueden salir [del diente].*

Uno de los alumnos de este grupo, Lucas, tenía la idea fija de las ciudades, según informa el tutor de la clase. Este alumno, de carácter dominante, fue el único que presentó esta idea, pero logró convencer a los demás para que la aceptaran como correcta.

El dibujo empieza como la mayoría: con un caramelo, hecho que refuerza la idea de que para empezar el proceso de las caries es necesario un elemento externo. Nos situamos, por tanto, en el nivel 1 de progresión de aprendizaje, ya que se representa una relación causal entre el azúcar y la caries. Si prestamos atención al diente, vemos en su interior una casa dibujada con chimeneas en forma de piruleta junto a las cuales aparece escrita la palabra *bichos*. Este hecho nos permite situar el primer cuadro en el

nivel 3a de PA, ya que se nombra y dibuja al *bicho*. Así mismo, al comparar la información gráfica con la textual, podemos clasificar la relación entre los modos comunicativos de **especialización**, ya que al *bicho* dibujado (nivel 3a) se le atribuye una función: *hacer ciudades; para vivir hay taladros que pican el diente (nivel 3b)*.

En los dos cuadros siguientes, las manchas rojas grandes representan los caramelos sin el envoltorio y los puntos son las *moléculas de azúcar*, como explican los alumnos de forma oral a la investigadora. Siguiendo con la idea presentada en el primer cuadro,

Laura: *¿Y eso qué es?!*

Alumno: *Esto es el cepillo de dientes, Laura, que limpia el diente...*

suponemos que las manchas en el diente son las *ciudades de las caries*; aunque esta idea no sea compartida por todos, los alumnos reconocen que hay *bichos* que participan de la formación de las caries. Estos dos cuadros se sitúan en el **nivel 1** de progresión de aprendizaje, ya que simplemente informan sobre la relación entre el caramelo y la caries. Por ello, podemos clasificar la relación entre los modos comunicativos de **especialización**, ya que no existen evidencias en el texto de elementos que hagan referencia a la relación entre el caramelo y la caries representada.

En el último cuadro observamos un elemento que no había aparecido en los dibujos individuales y que, tras la discusión grupal, se reveló de gran importancia: el cepillo de dientes. El cuidado de los dientes era un tema del que hasta ese momento no se había hablado, pero que después del debate decidieron representar gráfica y textualmente, al mismo tiempo que indicaban su interacción e importancia en el desarrollo y cuidado de las caries. Al escribir “*si se limpian muy bien*” demuestran que **reconocen** y **usan** algunos elementos como pruebas, lo que justifican al añadir que “*pueden salir [del diente]*”, refiriéndose a las caries. De esta manera, podemos clasificar este cuadro como cooperativo en su relación entre los modos comunicativos, ya que la información gráfica y textual es la misma. Sin embargo, a

este cuadro se le atribuye el **nivel 0** de progresión de aprendizaje, ya que no aporta ninguna información relevante para el modelo ser vivo.

En la Tabla 4.2.5 se muestra el mayor nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje alcanzado en el dibujo y en el texto, así como la relación generada entre ambos.

Grupo 2		
	Nivel de DPA	Relación entre los modos comunicativos
Dibujo	3a	Especialización del texto sobre el dibujo
Texto	3b	

Tabla 4.2.5: Relación entre el dibujo y el texto: Grupo 2

4.2.2.2 ANÁLISIS DE LA DISCUSIÓN ENTRE IGUALES: GRUPO 2

A continuación, nos disponemos a analizar la discusión del Grupo 2 (Figura 4.2.10). Los alumnos del Grupo 2 discutieron durante la mayor parte del tiempo sobre asuntos no relevantes para la investigación. Pese a ello, estos fueron incluidos en el análisis, ya que hacían referencia a la representación final. De nuevo, los asuntos no relevantes giran en torno al color o a elementos dibujados que parte de los alumnos no entienden.

GRUPO 2: Laura, Lorenzo, Lázaro, Leonor, Lucas, Leñicia y Leonardo		0. I N R	1. Relación causal	2. Atribuyen a la caries alguna función:	3. Reconocen la presencia de un SV:	Nivel de progresión de aprendizaje del bloque	Contenido trabajado
Cita (dibujo de Lucas)	¿Qué aporta? Afirmación, dato, justificación, refutación	0. Ideas no relevantes para el modelo	1. Identifican una relación causal entre el azúcar y la caries	Crisol, Coma, Agujerica	3a. Nombra un SV = Bicho, microbios, bacterias... 3b. Atribuyen alguna función = comer, agujerica...		
Lucas: (...) La caries hace ciudades para vivir y entonces llega un momento... que... ¡calla! ... las caries, las caries hacen ciudades para vivir (...) y entonces hay microbios con taladros y señores que trabajan...	Afirmación: las caries hacen ciudades para vivir. Dato: hay microbios con taladros y señores que trabajan.						[3],[2],[5]
Leonardo: No trabajan con taladros [se rie]	Refutación: No trabajan con taladros.					A, D R	Rf [5]
Lucas: Sí, aquí adentro del diente trrrrr	Dato: aquí adentro del diente.					D	As [5]
Lorenzo: ¡Hola mecánico!	Refutación: ¡Hola mecánico! [el abrazo bromea con el compañero, podemos interpretar que refuta su idea].		R				[0]
Lázaro: Pero eso lo hacen...	Afirmación: Pero eso lo hacen...					A, D	As [5]
Leonor: son como los humanos...	Dato: son como los humanos.					D	As [2]
Lucas: ¡No! Son como un taladro. Las caries son como un taladro	Refutación: ¡No! Justifica: Son como un taladro. Las caries son como un taladro			R, J			[6]
Invest.: ¿qué es la caries?	Afirmación: La investigadora interviene para entender mejor la idea del grupo.	Notamos por la dirección de las flechas que todos los alumnos están hablando sobre la intervención de Lucas					—
Lázaro: una cosa marrón...	Dato: una cosa marrón.		D				[3]
Lorenzo: una cosa marrón... yo creo...	Dato: una cosa marrón.		D				[3]
Invest.: tu crees que es marrón. muy bien, tienes que argumentar por qué crees que es marrón?	Afirmación: La investigadora interviene para entender mejor la idea del grupo.						—
Lázaro: porque la Leonor me lo ha muriado	Justificación: porque la Leonor me lo ha muriado		J				[3]
Invest.: ¿y tú, por qué crees que es negro?	Afirmación: La investigadora interviene para entender mejor la idea del grupo.						—
Lorenzo: porque la cosa la he visto	Justificación: porque la cosa la he visto.		J				[3]
Invest.: ¿Y tú?	Afirmación: La investigadora interviene para entender mejor la idea del grupo.						—
Lucas: porque de la comida... el agua... demasiadas cosas mezcladas que se quedan marrón	Justificación: porque de la comida... el agua... demasiadas cosas mezcladas que se quedan marrón.		J				[8]
Invest.: ¿quién está de acuerdo con Lucas, con Lorenzo o con Lázaro?	Afirmación: La investigadora interviene para entender mejor la idea del grupo.						—
Alumno 1: Yo con Lázaro	Afirmación: Yo con Lázaro.			A			As [3]
Alumno 2: Yo con Lázaro	Afirmación: Yo con Lázaro.			A			As [3]
Alumno 3: Yo también con Lázaro	Afirmación: Yo también con Lázaro.			A			As [3]
Alumna 4: Yo con Lorenzo	Afirmación: Yo con Lorenzo.			A			As [3]

3

Invest.: Bueno, si la mayoría está de acuerdo con Lázaro, tenemos que hacerlo por mayoría.	Afirmación: La investigadora interviene para entender mejor la idea del grupo.								—
Alumna 5: ¡yo no!	Refutación: ¡yo no!								Rf [3]
Lorenzo: Ya, pero todavía no hemos acabado, todos tenemos que votar...	Afirmación: Ya, pero todavía no hemos acabado, todos tenemos que votar.								[0]
Invest.: Sí, entonces tenemos que terminar de votar...	Afirmación: La investigadora interviene para entender mejor la idea del grupo.								—
Leonardo: Que tontería que has dicho...	Refutación: Que tontería que has dicho...								[0]
Invest.: ¡No! Él no dijo ninguna tontería, está correcto. Vosotros no han acabado de votar, tienen que votar cada uno, deci quién está de acuerdo y quien no está de acuerdo y poner aquí lo que la mayoría dijo que estaba de acuerdo.	Afirmación: La investigadora interviene para entender mejor la idea del grupo.								—
Lorenzo: Ya, por eso.	Afirmación: Ya, por eso.								[0]
¿Qué acuerdos se podrían extraer de sus comentarios?									
Aunque la mayoría de los estudiantes estén de acuerdo que el dibujo de Lázaro es el que mejor representa la evolución de las caries, en el dibujo final se representa la forma de dibujar de Leonardo y prevalece la idea de que las caries hacen "ciudades". Además discuten el color de la caries sin llegar a un consenso.									
Lázaro: tengo una opinión. las caries están solo en la muela... atención, atención...! ¿quién vota que las caries están solo en las muelas?	Afirmación sin relevancia para el modelo.								[3]
Laura: están de acuerdo tres... ¡perfecto! estamos todos de acuerdo...	Afirmación sin relevancia para el modelo.								[3]
Lorenzo: Tengo una pregunta facilísima dijo... ¿quién vota que las caries están solo en las muelas?	Afirmación sin relevancia para el modelo.								[3]
Lázaro: yo creo que eso es cierto, es bastante cierto...	Afirmación sin relevancia para el modelo.								[3]
Maestra: A veces salen en otros dientes, pero es más difícil que salga.	Afirmación: La maestra interviene para aclarar una duda de los alumnos.								—
Lorenzo: Me han dicho tres, pero todos, todos dijeron que están de acuerdo... lo que dijo el Lázaro, ¡claro! que la caries salen solamente en la muela.	Afirmación sin relevancia para el modelo.								[3]
Lucas: ¿Están de acuerdo con lo que se ha dicho? (los niños confirman con la cabeza)	Afirmación sin relevancia para el modelo.								As [3]
Leonor: Me ha salido una caries...	Afirmación sin relevancia para el modelo.								[3]
Lucas: ¡Yo quiero pintar!	Afirmación sin relevancia para el modelo.								[3]
Lucas: ¿Puedo pintar la caries de gris?	Dato: caries de gris.								[0]
Alumna: ¿Puedo pintar las burbujas?	Afirmación sin relevancia para el modelo.								[0]
Alumno: Pero la caries la pintamos de negro...	Dato: la caries la pintamos de negro.								[0]
Laura: ¿Y eso qué es?!	Afirmación sin relevancia para el modelo.								[0]
Alumno: Esto es el cepillo de dientes, Laura, que limpia el diente...	Dato: cepillo de dientes, Laura, que limpia el diente.								[2]*
Alumno: Ahora ¿qué quieren hacer?	Afirmación sin relevancia para el modelo.								[0]
Alumna: Nada más, no?!	Afirmación sin relevancia para el modelo.								[0]
Alumna: Ahora estamos haciendo un dibujo... de cómo evoluciona una caries.	Afirmación sin relevancia para el modelo.								[3]
¿Qué acuerdos se podrían extraer de sus comentarios?									
Los alumnos vuelven a discutir la idea sobre el color de las caries y aunque se haya dicho los colores marrón, gris y negro, prevalece el color negro, el que la mayoría de los alumnos han utilizado individualmente.									

Figura 4.2.10: Análisis de la discusión: Grupo 2

Durante la discusión se contaron 36 intervenciones relacionadas con la construcción del dibujo en grupo. Todos los alumnos participaron, pero Lucas fue el que lo hizo en más ocasiones. En este grupo encontramos dos bloques de tomas de decisión. La discusión giró en torno al *bicho* y su posible origen. Del mismo modo, cabe destacar la intervención casi constante de la investigadora con el objetivo de entender mejor las ideas del grupo y aclarar alguna duda. Las intervenciones de la investigadora y de la maestra no están clasificadas ni forman parte de los niveles de progresión de aprendizaje del grupo.

a. Análisis de los elementos argumentativos utilizados:

En la Figura 4.2.11 presentamos el gráfico correspondiente al porcentaje de los diferentes tipos de argumentos – afirmación, dato, justificación y refutación – que aparecen en la discusión:

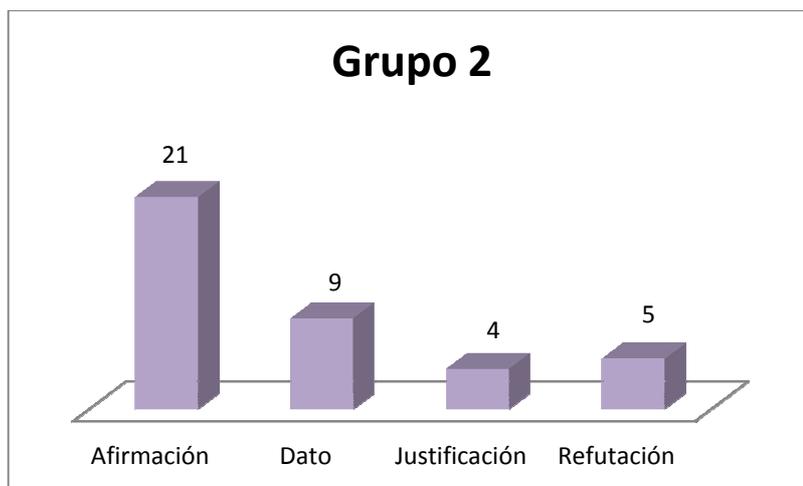


Figura 4.2.11: Frecuencia absoluta de la clasificación de los argumentos presentados por el Grupo 2

Como se ha comentado más arriba, el Grupo 2 hace uso frecuente de la afirmación; 21 de las 36 intervenciones son afirmaciones. Sin embargo, la mayoría de ellas no aportan información relevante para el modelo. En este caso, el uso de datos (9 intervenciones) es considerablemente inferior si lo comparamos con el grupo

anterior, al igual que sucede con la justificación (4) y la refutación (5). A continuación mostramos diferentes ejemplos de cada aportación:

Afirmación

Lucas: “*La caries hace ciudades para vivir*”. Afirmación relevante sobre el modo de vida de la caries (según este alumno hace ciudades).

Lázaro: “*tengo una opinión...las caries están solo en la muela...*”. La caries no está por toda la boca, sino en las muelas

Dato

Alumno: “*Pero la caries la pintamos de negro...*”. Dato que informa de la necesidad de pintar la caries de negro.

Leonor: “*son como los humanos...*” (Habla sobre cómo cree que son los microbios). Dato que informa sobre la similitud de los microbios con los humanos.

Justificación

Lucas: “*¡No! Son como un taladro. Las caries son como un taladro*”. Justifica porque *los microbios* no son como los humanos

Lázaro: “*porque Leonor me lo ha enseñado*”. Justifica porque cree que la caries es marrón.

Refutación

Leonardo: “*No trabajan con taladros*” (se ríe). Refuta la idea de que los microbios trabajen con taladros.

Leonardo: “*Que tontería que has dicho...*”. Refuta la idea presentada por el compañero.

b. Análisis del contenido:

En la Figura 4.2.12 observamos los contenidos citados en las intervenciones del Grupo 2:

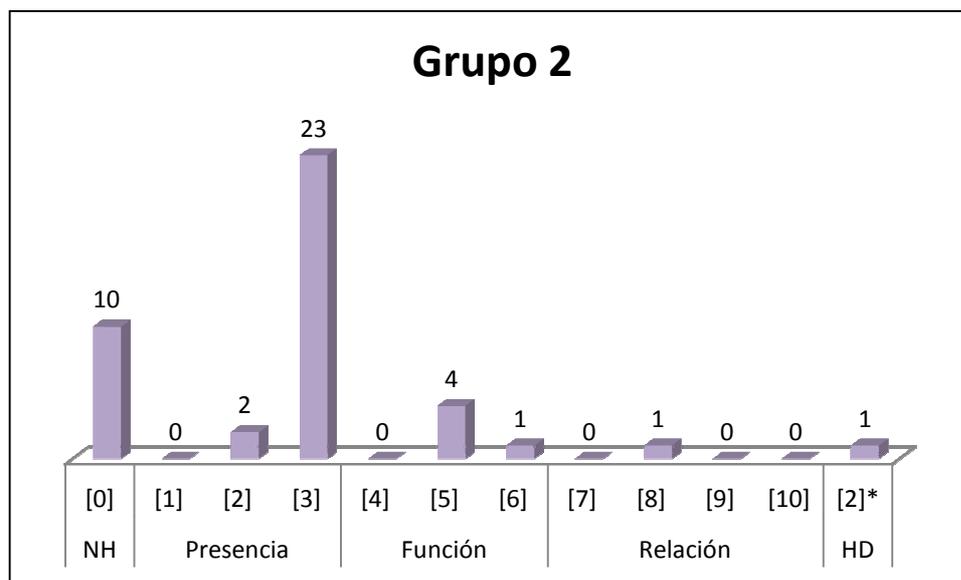


Figura 4.2.12: Análisis del contenido: Grupo 2

Las intervenciones se centraron claramente en la presencia de las caries [3], hecho que no necesariamente está vinculado a la construcción del modelo, como pudimos ver anteriormente cuando afirmamos que la mayoría de las intervenciones del Grupo 2 no tenían relación con el modelo. Precisamente por este motivo, se encuentran en el **nivel 0** de progresión de aprendizaje. Así mismo, apreciamos que muchas de las intervenciones del alumnado no tenían ningún contenido [0] específico.

Sin embargo, encontramos intervenciones que hablan de la función de la bacteria [5] e incluso de la relación entre la comida y la caries [8]. Del mismo modo, se hace mención a la higiene dental [2]* a través de la cita *Esto es el cepillo de dientes, Laura, que limpia el diente*.

En la discusión, observamos dos refutaciones Rf [5] y Rf [3], cinco aseveraciones del tipo As [3], una del tipo As [2] y dos As [5].

c. Identificación del nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje en la discusión entre iguales:

Una vez leídos los ejemplos, pasamos a los niveles de progresión de aprendizaje. En este grupo encontramos un patrón bastante particular (Figura 4.2.13):

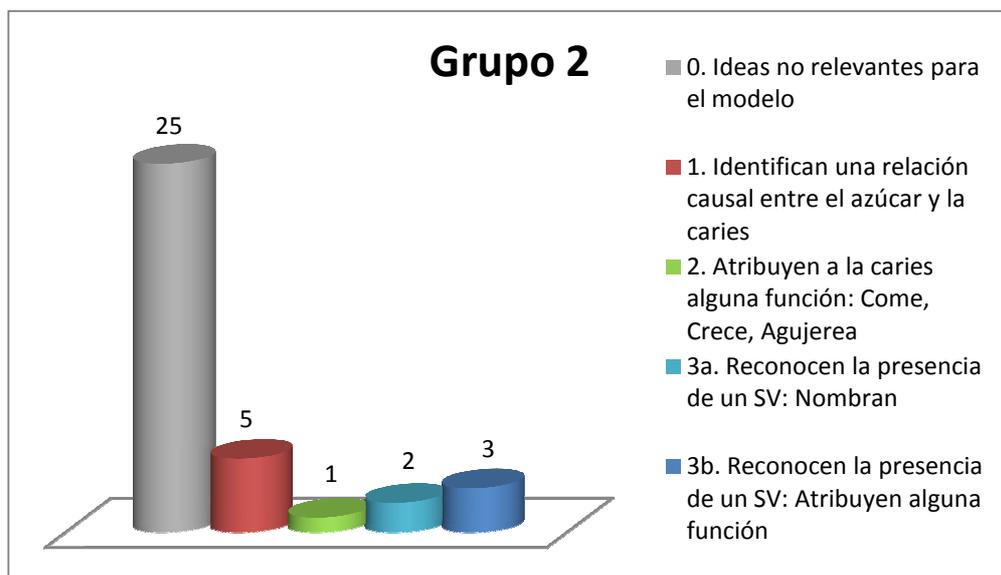


Figura 4.2.13: Desempeño en la progresión de aprendizaje: Grupo 2

Es interesante destacar que en este grupo encontramos muy pocas intervenciones que hicieran referencia a los niveles 1 y 2. Como ya hemos indicado, la mayoría de las intervenciones no hacían referencia al modelo, por lo que las clasificamos en el **nivel 0**. Así mismo, encontramos que en prácticamente todas las intervenciones relevantes para el modelo los alumnos y las alumnas hacían referencia directamente al *bicho*, reconociendo su participación en el proceso de la caries y atribuyéndole una función.

En este grupo la idea de Lucas es la que prevalece en todo momento:

Lucas: “(...) *La caries hace ciudades para vivir y entonces llega un momento... que... ¡calla! ... las caries, las caries hacen ciudades para vivir (...) y entonces hay microbios con taladros, y señores que trabajan...*”

Los acuerdos para construir la representación final

Antes de llegar a la representación final, cabe destacar algunos de los acuerdos extraídos de la discusión, aunque en algunos casos estos no se vean reflejados en el dibujo. Por ejemplo, si bien la mayoría de los estudiantes estaban de acuerdo en que el dibujo de Lázaro era el que mejor representaba la evolución de las caries,

finalmente se emplea la forma de dibujar de Leonardo y prevalece la idea de que las caries *hace ciudades*. Además, se discute el color de la caries sin llegar a un consenso: unos creen que es marrón, otros dicen que negra y otros gris.



Otro de los acuerdos alcanzados es la presencia de un cepillo de dientes, elemento que aparece por primera vez en la representación en grupo, ya que ninguno de los alumnos lo había dibujado individualmente. El cepillo es un elemento importante, puesto que demuestra la capacidad del alumnado para relacionar hechos reales y cotidianos con otros científicos. Además, se le concede una función importante como es la de limpiar el diente y eliminar la caries o el *bicho* (no quedó claro a qué hacían referencia).

Casi al final de la discusión, los alumnos vuelven a discutir sobre el color de las caries y se acaba eligiendo el negro, el color más utilizado en los dibujos individuales, aunque el alumno que presentó una mejor justificación, Lucas, se decantase por el marrón: “*porque de la comida... el agua... demasiadas cosas mezcladas que se quedan marrón*”.

Nivel de desempeño final en la PA del Grupo 2

La representación gráfica de este grupo consistió en dibujar un *bicho* sin atribuirle funciones, lo que les sitúa en un **nivel 3a** en la progresión de aprendizaje. En cuanto a la representación textual, el alumnado fue capaz de nombrar al ser vivo (*las caries son bichos*) y atribuirle una función (“picar con taladros”), lo que les sitúa en un **nivel 3b**.

Las intervenciones y representaciones en torno al *bicho* constituyen un porcentaje muy bajo en relación a los demás elementos; solo se encontraron en cinco intervenciones de las 36 generadas. Sin embargo, fueron suficientes para convencer a todo el grupo de que *la caries hace ciudades donde hay microbios* y que estos tienen

la función de *taladrar* el diente. Por ello, clasificamos la intervención oral en un **nivel 3b** de desempeño en la progresión de aprendizaje.

Debido a la atribución de una función al *bicho* en las representaciones textual y oral, clasificamos la relación entre los modos comunicativos de **especialización** en relación a la representación gráfica (Tabla 4.2.6).

Grupo 2		
	Nivel de DPA	Relación entre los modos comunicativos
Dibujo	3 ^a	Especialización del texto y oral con relación al dibujo
Texto	3b	
Oral	3b	

Tabla 4.2.6: Relación entre los modos comunicativos: Grupo 2

4.2.3 ANÁLISIS DEL GRUPO 3

El Grupo 3 está formado sólo por 5 alumnos, de entre los cuales una niña es extranjera de origen chino que se expresa muy poco tanto en catalán como en castellano. La presencia de esta alumna en el grupo genera una colaboración entre ellos para explicar a la compañera constantemente y de distintas maneras qué se está pidiendo y cuáles son las consignas de las actividades. En la Figura 4.2.14 observamos los dibujos individuales de Valentín, Vicente, Vanesa, Vera y Víctor, respectivamente:

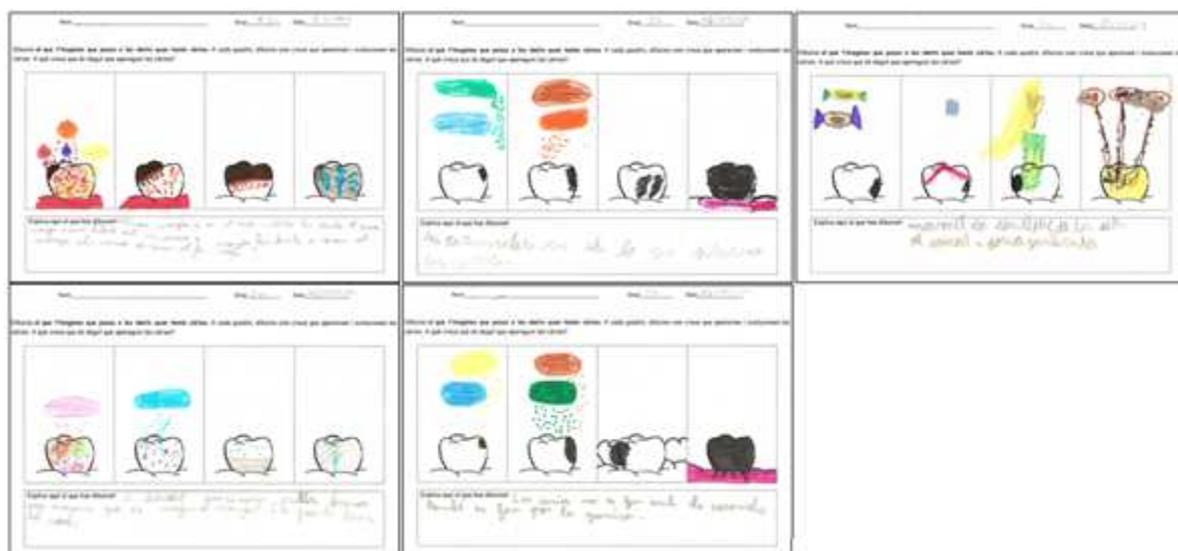


Figura 4.2.14: Dibujos individuales de Valentín, Vicente, Vanesa, Vera y Víctor

Es interesante destacar que las representaciones gráficas presentan muchas similitudes en cuanto a la presencia de caramelos y la fragmentación de los mismos, que indica una interacción directa con el diente. En los dibujos de Valentín y Vera observamos algunos trazos azules que, según los propios alumnos, representan el nervio del diente, un elemento nuevo agregado en relación a todo el grupo clase. Así mismo, estos dos alumnos fueron los únicos en el grupo que representaron oral, gráfica y textualmente un *bicho* o *microbio* (elemento que NO aparece en el dibujo en grupo), situándoles en el **nivel 3a** de progresión de aprendizaje:

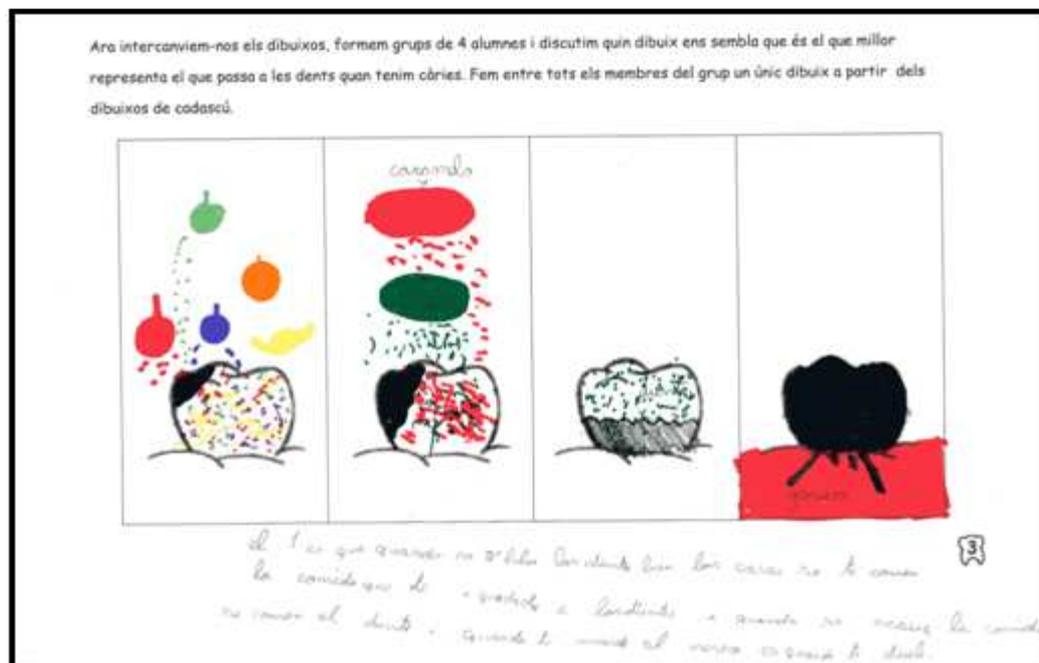


Figura 4.2.15: Representación final Grupo 3: ¿qué pasa en el diente cuando tenemos caries?

4.2.3.1 ANÁLISIS DEL DIBUJO Y DEL TEXTO ESCRITO

En el texto escrito al pie del dibujo leemos: "el 1 es que cuando no te lavas los dientes bien, las caries se te comen la comida que te ha quedado en los dientes y cuando se acaba la comida, se come el diente y cuando te muerde el nervio es cuando te duele".

Este dibujo resulta especialmente interesante por la participación entre los alumnos y alumnas del grupo. En cada cuadro podemos reconocer elementos de algún alumno. El primer cuadro es muy semejante al dibujo de Valentín y el segundo al dibujo de Vicente y Víctor. Identificamos el dibujo de Vera en el tercer cuadro y el de Víctor en el último, donde leemos "encía" en la parta inferior del diente en rojo. El único dibujo con el que no encontramos similitudes es el de Vanesa, suponemos que debido a la dificultad en la comunicación entre el grupo y la alumna.

Si pasamos al análisis cuadro a cuadro, observamos que en los dos primeros se nos muestra la misma información, excepto por el hecho de que la mancha de la caries va creciendo. Al comparar el dibujo y el texto encontramos una relación de

cooperación entre los dos modos comunicativos y el **nivel 2**, ya que la caries crece y los alumnos reconocen una relación entre el caramelo y la caries, a la que atribuyen una función – la de *comer* el caramelo y luego el diente. Puesto que el

Valentín: “*Antes tenemos que hacer los puntitos ‘tu, tu, tu’ como que cae la comida y aquí comienza a mezclarse con todo y la caries va comiendo toda eso, todo el diente”*”

tercer cuadro es semejante a la representación de Vera, recurrimos a su dibujo para leer su explicación; sin embargo, no podemos afirmar con seguridad que la información individual y la grupal sean la misma, ya que en su dibujo Vera afirma *que las bacterias son una especie de bicho que va comiendo todo el diente y llega un momento que se come todo el diente y se rompe el nervio*, dándonos a entender que los puntos dibujados son las *bacterias que comen el diente*; pero en la actividad en grupo este elemento no se cita a través de ningún modo comunicativo, por lo que resulta imposible corroborar si los puntos dibujados en la representación en grupo también son las “bacterias”. Por todo lo dicho, clasificamos el tercer cuadro dentro del **nivel 2** de progresión de aprendizaje, puesto que *la caries come el diente*, y la relación que se da entre los modos comunicativos de **cooperación**, ya que la información entre el texto y el dibujo es la misma.

En el último cuadro aparece información distinta en cada uno de los dos modos comunicativos. En el texto el grupo habla del dolor cuando *la caries muerde el diente*, mientras que en el dibujo se presenta un diente pintado totalmente de negro, por lo que interpretamos que está *tomado* por la caries. Por ello, clasificamos la relación entre los modos comunicativos de este cuadro como especialización y le atribuimos un **nivel 2**, ya que posiblemente los alumnos dibujaran el diente *comido* por la caries.

La Tabla 4.2.7 muestra el mayor nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje alcanzado en ambos modos comunicativos, así como la relación generada entre ellos:

Grupo 3		
	Nivel de DPA	Relación entre los modos comunicativos
Dibujo	2	Cooperación
Texto	2	

Tabla 4.2.7: Relación entre el dibujo y el texto: Grupo 3

4.2.3.2 ANÁLISIS DE LA DISCUSIÓN ENTRE IGUALES: GRUPO 3

Otra particularidad de este grupo la encontramos en la capacidad de expresar sus ideas con respecto a la evolución de la caries en el diente. Al realizar la transcripción de los datos nos encontramos con muchas dificultades para la comprensión debido a ruidos y juegos con la grabadora durante la discusión. Fueron pocas las intervenciones relacionadas con el modelo ser vivo o la discusión en sí del tema propuesto. En este grupo encontramos solo 12 intervenciones relevantes, mientras que en los grupos 1 y 2 contamos alrededor de 21 y 36 intervenciones respectivamente. No todos los alumnos participaron de la discusión: Vanesa no se manifestó en ningún momento. Por su parte, Valentín se erigió como líder del grupo y se encargó casi en todo momento de sintetizar las ideas que iban surgiendo.

Pese a las dificultades mencionadas, este fue el grupo que más justificó sus intervenciones, como se ve en el gráfico (Figura 4.2.17). Sin embargo, gran parte de las justificaciones no tenían relevancia para el modelo que se estaba construyendo. A continuación, se presenta el análisis de la discusión donde se pueden leer algunas de las intervenciones del grupo (Figura 4.2.16):

GRUPO 3: Valentín, Vicente, Vanesa, Vera y Víctor		0. I N R	1. Relación causal	2. Atribuyen a la caries alguna función:	3. Reconocen la presencia de un SV:	Nivel de progresión de aprendizaje del bloque	Contenido trabajado
Cita (dibujo de Valentín)	¿Qué aporta? Afirmación, dato, justificación, refutación	0. Ideas no relevantes para el modelo	1. Identifican una relación causal entre el azúcar y la caries	Caries, Coma, Agujetas	3a. Nombres y/o dibujan un SV: Bicho, microbio, bacteria... 3b. Atribuyen en alguna función: coma, agujetas...	2	
Valentín: Hola me llamo Valentín y creo que el mio está mucho mejor porque he hecho una naranja, un tomate, un... un ciruela y un limón, y he hecho que en el diente se haya quedado trocitos de comida y las caries se la van comiendo	Afirmación: creo que el mio está mucho mejor. Justificación: porque he hecho una naranja, un tomate, un... un ciruela y un limón, y he hecho que en el diente se haya quedado trocitos de comida y las caries se la van comiendo.			A, J			[1],[3],[8]
Víctor: Yo no estoy de acuerdo porque ha hecho aquí unos puntitos verticales, y como ha hecho aquí unos puntitos verticales y después los ha pintado, entonces no estoy de acuerdo porque los puntitos los ha hecho de colores con rotuladores y después los ha pintado con colores, entonces... no me gusta... y eso... porque tiene esto amarillo y porque no...	Refutación: Yo no estoy de acuerdo. Justificación: porque ha hecho aquí unos puntitos verticales, y como ha hecho aquí unos puntitos verticales y después los ha pintado	R, J					[0]
Vicente: Yo creo que el de Valentín está muy bien porque, el limón, la ciruela y todas las frutas que ha hecho... (...) A mí me agrada el último porque ha hecho en la encía unos puntitos que simboliza las caries...	Afirmación: Yo creo que el de Valentín está muy bien. Justificación: A mí me agrada el último porque ha hecho en la encía unos puntitos que simboliza las caries...			A, J			[1], [3]
Vera: A mí me parece bien el último porque ha hecho la encía con un lápiz gris... un lápiz negro que simboliza la caries	Afirmación: A mí me parece bien el último. Justificación: ha hecho la encía con un lápiz gris... un lápiz negro que simboliza la caries.			A, J			[3]
Vicente: A mí me gusta el mio porque he hecho en el primero dos caramelos con puntito, y entonces he hecho la caries en el diente... y hecho un caramelo verde y un azul, el azul pica y el verde no...	Afirmación: A mí me gusta el mio. Justificación: (...) he hecho la caries en el diente (...)			A, J			[1][3]
Vera: A mí me gusta el último de Valentín porque tiene muchas caries y porque pinta un poco la encía...	Afirmación: A mí me agrada el último de Valentín. Justificación: Tiene muchas caries y pinta la encía.	A, J					[3]
Víctor: Tenemos entonces que hacer el primero como el de Valentín porque a todos nos parecía bien...	Afirmación: Tenemos entonces que hacer el primero como el de Valentín.			A			[0]
Valentín: Antes tenemos que hacer los puntito, tu, tu, tu, como que cae la comida y aquí comienza a mezclarse con todo y la caries va comiendo todo eso, todo el diente.	Dato: Puntito (...) como que cae la comida y aquí comienza a mezclarse con todo y la caries va comiendo todo eso, todo el diente.			D			[1][3][8]

Victor: No tenemos mucho tiempo, entonces creo que tenemos que hacer el primero como el de Valentín, el segundo como el mío...	Afirmación: No tenemos mucho tiempo, (...) tenemos que hacer el primero como el de Valentín, el segundo como el mío...	A					[0]
Vera: Y el tercero como el mío...	Afirmación: Y el tercero como el mío...	A					[0]
Invest.: Qué es esto rojo	La investigadora interviene para entender mejor la idea del grupo						—
Valentín: Es la encía...	Afirmación: Es la encía.	A					[0]
Valentín: Cuando se junta la porquería en el diente, y si no te das cuenta y se te come el diente y cuando te muerde los nervios, es cuando te hace mucho, mucho daño, te hace daño en la oreja... en la boca... y es cuando tienes que irte al dentista.	Dato: Cuando se junta la porquería en el diente, (...) te hace daño en la oreja... en la boca... y es cuando tienes que irte al dentista.					D	[8]
¿Qué acuerdos se podrían extraer de sus comentarios?							
Los alumnos discuten los dibujos de cada uno de ellos y el único acuerdo que llegan es que deben reproducir en el dibujo en grupo partes del dibujo individual de cada uno de ellos. Así mismo, definen que los puntos en el diente simbolizan las caries.							

Figura 4.2.16: Análisis de la discusión: Grupo 3

a. Análisis de los elementos argumentativos utilizados:

En la discusión presentada más arriba observamos que constantemente se presenta una afirmación acompañada de una justificación. Así mismo, observamos que la mayoría de las intervenciones están en el **nivel 0** de progresión de aprendizaje, ya que no se discute el modelo, sino la calidad del dibujo de Valentín. Pocas intervenciones aportan informaciones en forma de datos o refutan alguna idea, como podemos ver en la Figura 4.2.17.

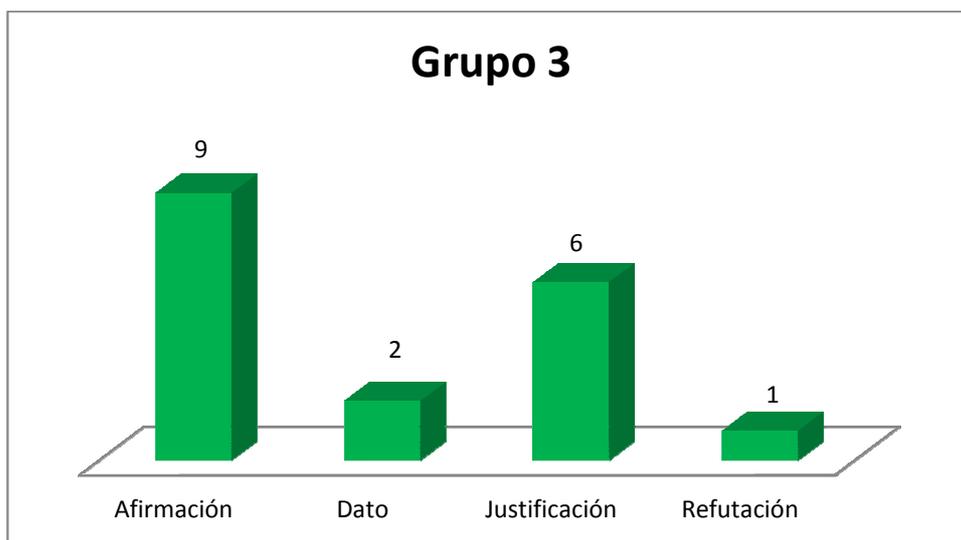


Figura 4.2.17: Frecuencia absoluta de la clasificación de los argumentos presentados en el Grupo 3

El gráfico muestra que en 9 de las 12 intervenciones los alumnos hicieron uso de la afirmación y en 6 de ellas se daba una justificación para cada idea; sin embargo, solo

2 fueron relevantes para el modelo. Los datos y las refutaciones fueron muy poco utilizadas en la discusión, las encontramos solo en dos y una intervención respectivamente. A continuación, presentamos ejemplos de cada tipo de argumentos (solo pudimos encontrar un ejemplo para los datos y las refutaciones). Observamos que en pocas intervenciones se habla del modelo que debe ser construido.

Afirmación

Vicente: *“Yo creo que el de Valentín está muy bien”*. El alumno afirma que el dibujo de su compañero está bien.

Víctor: *“Tenemos entonces que hacer el primero como el de Valentín”*. Afirmación-conclusión: deben hacer el dibujo en grupo de acuerdo con el dibujo hecho por Valentín.

Dato

Valentín: *“...tenemos que hacer los puntitos ‘tu, tu, tu’ como que cae la comida y aquí comienza a mezclarse con todo y la caries va comiendo toda eso, todo el diente”*. Dato que informa de que los puntos representan la mezcla de comida que la caries va a comer.

Justificación

Vera: *“A mí me gusta el último de Valentín porque tiene muchas caries y porque pinta un poco la encía...”*. Justificación a partir de la cantidad de caries y los colores utilizados.

Valentín: *“... creo que el mío está mucho mejor porque he hecho una naranja, un tomate, un... una ciruela y un limón, y he hecho que en el diente se haya quedado trocitos de comida y las caries se la van comiendo”*. Justificación a partir de los colores y elementos utilizados.

Refutación

Víctor: “Yo no estoy de acuerdo...”. El alumno refuta la idea presentada por su compañero.

b. Análisis del contenido:

En cuanto al contenido de la discusión se genera el siguiente gráfico (Figura 4.2.18):

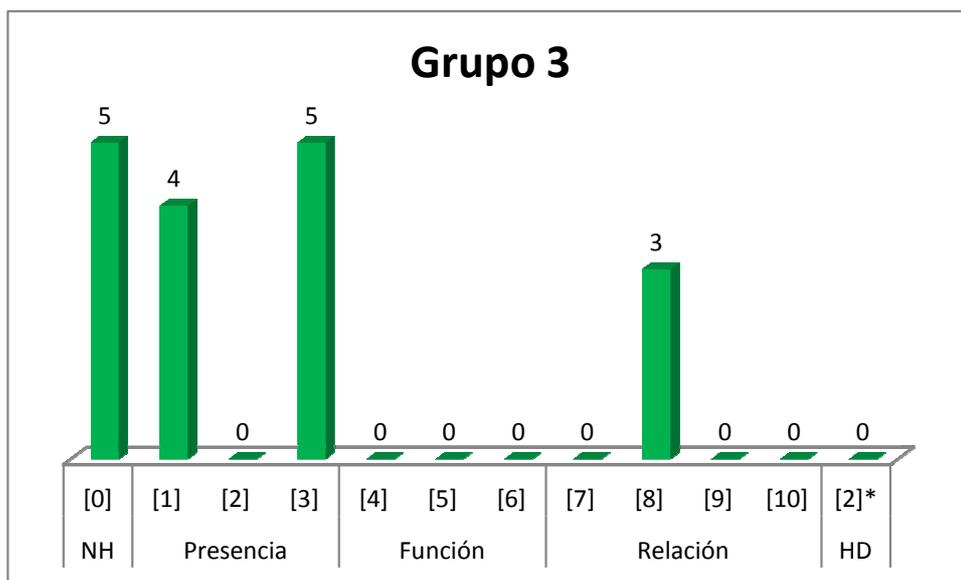


Figura 4.2.18: Análisis del contenido: Grupo 3

Si nos fijamos, podemos notar la alta presencia de la comida [1] y la caries [3] en la discusión del grupo, así como la relación entre estos dos elementos [8]. En el resto de intervenciones no se encontró ningún contenido [0] relevante para la construcción del modelo ser vivo.

No se observaron en este grupo refutaciones ni aseveraciones.

c. Identificación del nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje en la discusión entre iguales:

Los niveles de progresión de aprendizaje en este grupo no pasan del segundo nivel, como podemos observar en la Figura 4.2.19:

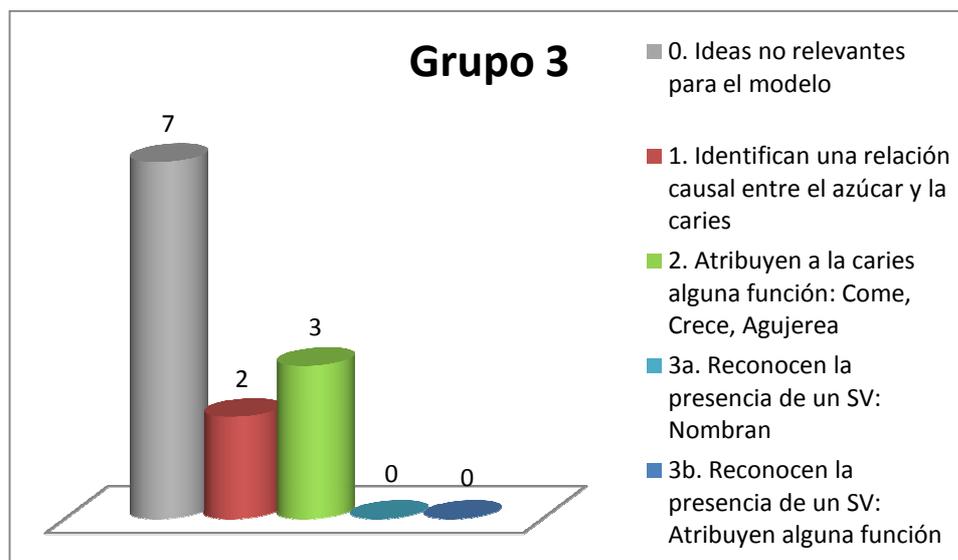


Figura 4.2.19: Desempeño en la progresión de aprendizaje: Grupo 3

En el gráfico queda clara la ausencia de intervenciones en los **niveles 3a** y **b**. Las intervenciones que se sitúan en el **nivel 2** se refieren a la *caries que come el diente*; éste fue el mayor nivel alcanzado por los alumnos Valentín, Vicente, Vanesa, Vera y Víctor cuando discutían en grupo. Es interesante destacar que, aunque individualmente algunos alumnos de este grupo llegaron al **nivel 3** de PA en sus explicaciones, cuando pasaron a discutir en grupo, la idea de *bacteria, microbio* o *bicho* fue olvidada por completo.

La idea que más se aproxima a la construcción del modelo ser vivo es la presentada por Valentín:

Valentín: “*Cuando se junta la porquería en el diente, y si no te das cuenta y se te come el diente y cuando te muerde los nervios, es cuando te hace mucho, mucho daño, te hace daño en la oreja... en la boca... y es cuando tienes que irte al dentista*”

Los acuerdos para construir la representación final: Grupo 3

Los acuerdos presentados en este grupo generalmente hacen referencia a discusiones en torno a cuál cuadro será semejante al dibujo de quién, es decir, los alumnos discuten si el primer cuadro debe ser semejante al dibujo de Valentín o no, luego Vicente determina que el segundo cuadro debe ser como el suyo, etc.



No observamos claramente una discusión sobre cómo o por qué debe hacerse el dibujo de una u otra manera, sino que cada alumno da su opinión y justifica por qué debe elegirse cada uno de los dibujos hechos individualmente.

Nivel de desempeño final en la PA del Grupo 3

Debido a la representación gráfica, textual y oral de la relación causal entre el azúcar y la caries y la atribución de una función a ésta como la de crecer y de *comer el diente*, todo ello sin la presencia de un ser vivo en el proceso de desarrollo de las caries, clasificamos de manera global al Grupo 3 en el **nivel 2** de desempeño en la progresión de aprendizaje. Así mismo, la relación entre los modos comunicativos es de **cooperación** (Tabla 4.2.8).

Grupo 3		
	Nivel de DPA	Relación entre los modos comunicativos
Dibujo	2	Cooperación
Texto	2	
Oral	2	

Tabla 4.2.8: Relación entre los modos comunicativos: Grupo 3

4.2.4 ANÁLISIS DEL GRUPO 4

En el último grupo analizado encontramos 30 intervenciones relevantes durante la discusión grupal (similar a los grupos 1 y 2). Se trata de uno de los más numerosos y está formado por los siguientes alumnos: Boris, Bárbara, Bernardo, Belinda, Bianca, Berta y Bruno. Cinco de ellos se encuentran individualmente en el **nivel 3** de progresión de aprendizaje, es decir, todos excepto Bárbara y Bernardo. Sin embargo, es la representación de Bernardo – a la que se añaden elementos e ideas surgidas durante la discusión – la que prevalece en la representación grupal. La Figura 4.2.20 muestra las representaciones individuales:

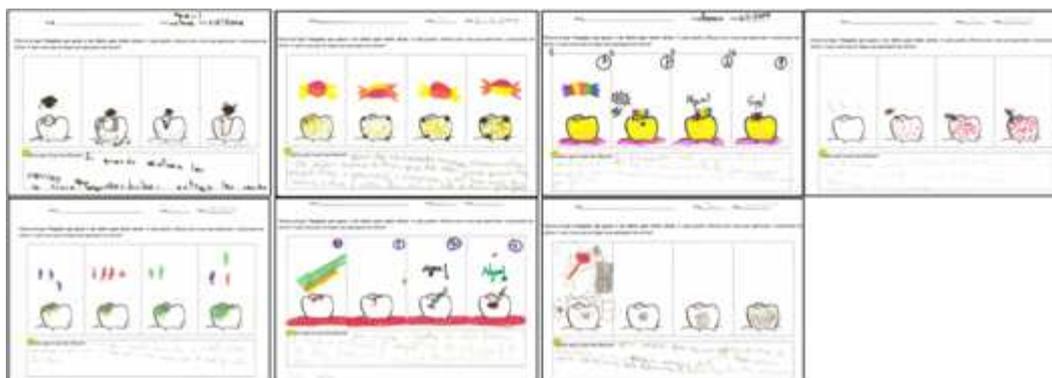


Figura 4.2.20: Dibujos individuales de Boris, Bárbara, Bernardo, Belinda, Bianca, Berta y Bruno

En la Figura 4.2.21 se observa a simple vista la similitud con la representación de Bernardo, como se ha mencionado más arriba:

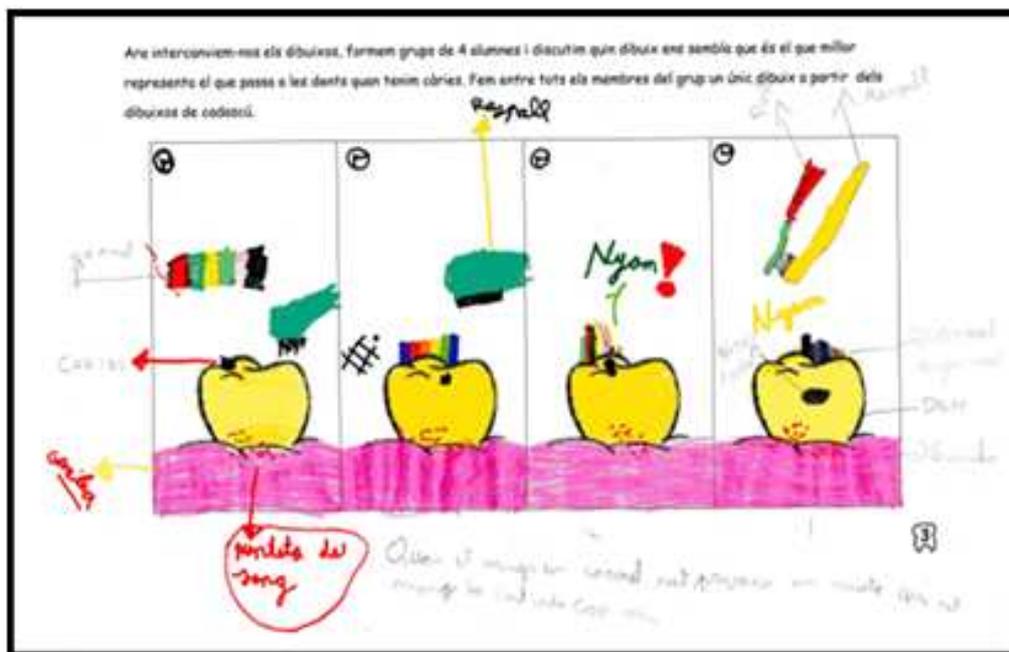


Figura 4.2.21: Representación final Grupo 4: ¿qué pasa en el diente cuando tenemos caries?

4.2.4.1 ANÁLISIS DEL DIBUJO Y DEL TEXTO ESCRITO

Este grupo dibuja en la parte superior de cada cuadro un reloj que señala la importancia de la relación temporal en el proceso de evolución de las caries. También notamos la presencia de la encía pintada en color rosa en todos los cuadros, hecho que pone en relieve la capacidad del alumnado para reconocer y representar de forma gráfica la anatomía de la boca.

Bernardo: La encía la pintamos en color rosa...

Berta: ¡No! Roja...

Bruno: Déjame ver tu encía...
¡Ah! Es de color rosa...

La explicación textual de este dibujo se hizo a través de flechas que indicaban lo que era cada elemento, además de un texto abajo del dibujo. En las flechas se lee: (1º cuadro) *caramelo, caries, encía, puntitos de sangre*; (2º) *cepillo*; (4º) *pasta, cepillo, bicho y caries, caramelo pegado, diente y encía*. Y abajo se puede leer: “*Cuando te comes un caramelo, se te provoca un bichito, que se te come el diente cada vez más.*”

Si pasamos al análisis cuadro a cuadro, observamos que en el primero aparece un caramelo de muchos colores, un cepillo de dientes, el inicio de una caries (una pequeña mancha negra) y unos *puntitos de sangre* (puntos rojos en la parte inferior del diente). Este cuadro puede ser clasificado en el **nivel 1** de progresión de aprendizaje, ya que indica una relación causal entre el caramelo y la caries al representarse la proximidad entre los dos elementos. Así mismo, se representa gráficamente un cepillo de dientes que interactúa con el diente, pero que no aparece mencionado en el texto. Del mismo modo, se puede relacionar la primera parte de la explicación textual con el primer cuadro: *cuando te comes un caramelo*, que indica una relación causal entre el caramelo y la caries: **nivel 1**. Por todo lo dicho, la relación entre los modos comunicativos en este cuadro es de **cooperación**.

Podemos deducir que la segunda parte de la explicación textual, *se te provoca un bichito* (**nivel 3a**), está relacionada con el segundo cuadro, ya que es aquí donde por primera vez se representa al *bicho* (elemento gráfico semejante encontrado e indicado en el cuarto cuadro). Todo ello nos sitúa de nuevo en el **nivel 3a** de desempeño en la progresión de aprendizaje y la relación entre los modos comunicativos es de **cooperación**.

En el tercer cuadro no existe ninguna indicación textual aparte de la interjección “*nyam!*”. Por otro lado, el *bicho* aparece dentro del diente, lo que genera una interacción que podemos inferir a través del texto, – el *bicho* se está *comiendo* el diente, hecho que nos sitúa en el **nivel 3b** de desempeño en la PA, ya al *bicho* que se le atribuye una función. Así mismo, este cuadro se puede relacionar con parte de la representación textual “*que se te come el diente cada vez más*”, lo que le atribuye de nuevo al *bichito* la función de comer el diente (**nivel 3b**). Encontramos, por tanto, una relación de **cooperación** entre los modos comunicativos.

Para finalizar, el último cuadro presenta abundante información textual y gráfica; sin embargo, se trata de la misma información, lo que nos lleva a clasificar la relación entre los modos comunicativos de **cooperación** (podemos observar dibujado e indicado con flechas *pasta* [de dientes], un *cepillo*, un *bicho* y la *caries*, además de

un *caramelo pegado* en el *diente* y la *encía*). De nuevo, se puede atribuir a este último cuadro la información del texto *que se te come el diente cada vez más*, puesto que la mancha que representa la caries es más grande que en las imágenes anteriores. Clasificamos este cuadro en el **nivel 3b** de progresión de aprendizaje, ya que en la concepción general del grupo *el bicho come el diente*. En el Grupo 4, así como en el Grupo 1, se observa una evolución paulatina en los niveles de progresión de aprendizaje, hecho que demuestra la construcción del modelo ser vivo de manera gradual y constante. En la Tabla 4.2.9 se muestra el mayor nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje alcanzado por el Grupo 4 en las representaciones gráfica y textual, así como la relación entre los modos comunicativos:

Grupo 4		
	Nivel de DPA	Relación entre los modos comunicativos
Dibujo	3b	Cooperación
Texto	3b	

Tabla 4.2.9: Relación entre el dibujo y el texto: Grupo 4

4.2.4.2 ANÁLISIS DE LA DISCUSIÓN ENTRE IGUALES: GRUPO 4

El análisis de la discusión en este grupo es bastante rico, ya que se contaron más de 30 intervenciones en las que participaron todos los alumnos del grupo y tres intervenciones de la maestra, además de cuatro bloques de tomas de decisión. No todas las intervenciones poseen un carácter relevante para la construcción del modelo ser vivo; sin embargo, es importante que todas aparezcan en el análisis, porque todas aportan algún dato, justifican el porqué utilizar un color u otro, o la necesidad o no de representar algún elemento que algunos alumnos consideran importante pero que otros no tanto, entre otros aspectos. A continuación, presentamos en la Figura 4.2.22 el análisis de la discusión en grupo:

GRUPO 4: Boris, Bárbara, Bernardo, Belinda, Bianca, Berta y Bruno		0. IN R	1. Relación causal	2. Atribuyen a la caries alguna función:	3. Reconocen la presencia de un SV:	Nivel de progresión de aprendizaje del bloque	Contenido trabajado
Cita (dibujo de Bernardo)	¿Qué aporta? Afirmación, dato, justificación, refutación	0. Ideas no relevantes para el módulo	1. Identifican una relación causal entre el azúcar y la caries	Caries, Causa, Agujeros	3a. Nombra(n) y/o dibujan un SV: Bichito, microbio, bacteria... 3b. Atribuyen alguna función: azúcar, agujeros...		
Berta: Yo creo que el dibujo del Bernardo es el mejor porque ha hecho muy bien, de color los dientes cuando se te hacen las caries y el agujerito que comen los bichitos y también ha hecho el caramelo que se te enganchaba entre los dientes y ya está.	Afirmación: Yo creo que el dibujo del Bernardo es el mejor. Justificación: ha hecho muy bien. Dato: de color los dientes cuando se te hacen las caries y el agujerito que comen los bichitos (...) el caramelo (...) entre los dientes.					3	[1], [5]
Boris: Ha sido mejor el del Bernardo porque ha utilizado más colores...	Afirmación: Ha sido mejor el del Bernardo. Justificación porque ha utilizado más colores...	A, F					[0]
Belinda: Ha sido mejor el del Bernardo porque ha pintado el diente de amarillo con rotulador, que aquí no hay, aquí no hay, y aquí no [apuntando a los dibujos de los compañeros] y también porque está muy bien dibujado...	Afirmación: Ha sido mejor el del Bernardo. Justificación porque ha pintado el diente de amarillo (...) y también porque está muy bien dibujado...	A, F					[0]
Bianca: El Bernardo pinta muy bien y tiene mucho color y quedó muy maco... y ya está...	Afirmación: El Bernardo pinta muy bien (...). Dato: tiene mucho color y quedó muy maco...	A, D					[0]
Bárbara: Bueno que... tiene mucho color y es muy maco, y es el mejor el del Bernardo	Dato: tiene mucho color y es muy maco.	D					[0]
Javier: A mí me ha agradado porque ha tenido muchos colores y ha sido más bonito que los otros y ya está...	Justificación porque ha tenido muchos colores y ha sido más bonito que los otros.	F					[0]
Boris: El del Bernardo tiene muchos colores como ninguno más... bueno que total que los dientes, que los otros han hecho los dientes un poco sin color y el Bernardo ha colorido mucho.	Dato: tiene muchos colores como ninguno más...	D					[0]
Alumno: El señor Bernardo ha ganado, porque tiene más color... [Esta afirmación sintetiza la discusión anterior]	Afirmación: El señor Bernardo ha ganado, porque tiene más color...	A					[0]
¿Qué acuerdos se podrían extraer de sus comentarios?							
Los estudiantes presentan como datos importante para ellos el color del dibujo que fue utilizado en la todas las intervenciones también como justificación del porqué el dibujo del Bernardo es el mejor. En el dibujo final se nota claramente que la representación de Bernardo es la base para el dibujo en grupo.							
Maestra: Belinda, no tenemos que decidir el mejor dibujo, tenemos que pensar sobre las caries, el dibujo tiene que tener coherencia... a ver ¿qué han decidido que es la caries?... a ver, un microbio, una bacteria... un bicho...	Afirmación: La maestra interviene para obtener más información del grupo.					3	—
Grupo: Un bicho...	Afirmación: Un bicho.						[2]
Maestra: Bueno, entonces aquí vosotros tienen que dibujar un bichito...	Afirmación: La maestra interviene para direccionar el dibujo						—

Javier: No, porque hemos decidido hacer como el dibujo del Bernardo...	Refutación: No. Justificación porque hemos decidido hacer como el dibujo del Bernardo...				J, R	Rf [2]
Maestra: Entonces podemos copiar el dibujo del Bernardo, pero podemos mejorarlo para que salga el bichito...	Afirmación: La maestra interviene para direccionar el dibujo					—
Javier: Ya, por eso...	Afirmación: Ya, por eso.				A	As [2]
¿Qué acuerdos se podrían extraer de sus comentarios?						
Con la intervención de la maestra, los alumnos deciden añadir un "bicho" en la representación del grupo. Es importante resaltar que los alumnos ya habían discutido la presencia del "bicho" en el proceso de evolución de la caries, sin embargo no habían decidido ponerlo en el dibujo.						
Bernardo: La encía la pintamos en color rosa...	Dato: La encía la pintamos en color rosa				D	[0]
Berta: ¡No! Roja...	Refutación: ¡No! Roja...				R	[0]
Bernardo: El diente en color amarillo y la encía de color rosa...	Dato: El diente en color amarillo y la encía de color rosa.				D	[0]
Javier: ¿Déjame ver tu encía?... Ah! Es de color rosa...	Afirmación: ¿Déjame ver tu encía?... Ah! Es de color rosa...				A	[0]
¿Qué acuerdos se podrían extraer de sus comentarios?						
En esta discusión los alumnos deciden el color de la encía y del diente, que en la representación final son de color rosa y amarillo respectivamente. Notamos que uno de los alumnos hace un experimento y pide a una compañera para comprobar el dato que la encía es rosa.						
Barbara: ¿Has hecho el bichito?	Afirmación: ¿Has hecho el bichito?				A	[2]
Berta: Aquí es el caramelo y aquí es el bichito...	Dato: Aquí es el caramelo y aquí es el bichito.				D	[1],[2]
Barbara: Es que no se ve el bichito	Refutación: Es que no se ve el bichito				R	[2]
Berta: Es que es esta mancha...	Dato: Es que es esta mancha.				D	As [2]
Bianca: He hecho el caramelo... miren el caramelo, que he hecho... y también le he hecho enganchado aquí ehéé... [apunta al diente]	Afirmación: He hecho el caramelo... miren el caramelo (...) y también le he hecho enganchado aquí ehéé.				A	[1]
Javier: ¡Pero, miren el caramelo! Rojo en una punta y negro en la otra punta, rosa, verde, amarillo... no existe caramelo así...	Afirmación: ¡Pero, miren el caramelo! Rojo en una punta y negro en la otra punta, rosa, verde, amarillo. Refutación: no existe caramelo así.				A, R	[1]
Belinda: ¿Es verdad?	Afirmación: ¿Es verdad?				A	As [1]
Berta: Pongamos un cepillo de dientes, porque cuando se limpia los dientes es cuando se quita el bichito...	Afirmación: Pongamos un cepillo de dientes. Justificación: porque cuando se limpia los dientes es cuando se quita el bichito.				A, J	[2]*
Belinda: Hagamos puntitos alrededor del bichito de la caries...	Afirmación: Hagamos puntitos alrededor del bichito de la caries.				A	[2],[3]
Bianca: Sí... hazlo en la encía...	Afirmación: Sí... hazlo en la encía.				A	As [2], [3]
Bernardo: ¡La caries hace huequitos en el diente, eh!	Afirmación: ¡La caries hace huequitos en el diente, eh!				A	[3]
Berta: Belinda, haz el reloj...	Afirmación: Belinda, haz el reloj...				A	[0]
Belinda: ¿Qué reloj?	Afirmación: ¿Qué reloj?				A	[0]
Berta: El de la bacteria comiendo la caries...	Afirmación: El de la bacteria comiendo la caries...				A	[9]
Bernardo: A ver, ahora voy a decir el proceso del diente... cuando se come un caramelo, se te provoca un bicho, bueno... cuando se come, bueno un caramelo no... bueno, de vez en cuando, se te provoca un bicho que va comiendo el diente cada vez más, bueno... y también... bueno, va comiendo el diente hasta que llega un momento que hay que poner el empaste...	Afirmación: (...) cuando se come un caramelo, se te provoca un bicho, bueno (...) se te provoca un bicho que va comiendo el diente cada vez más, (...) va comiendo el diente hasta que llega un momento que hay que poner el empaste...				A	[1],[2],[7]
¿Qué acuerdos se podrían extraer de sus comentarios?						
Los alumnos están certificándose que los elementos importantes para el proceso de evolución de las caries están representados, como es el caso del "bichito", del caramelo, del cepillo de dientes e incluso un reloj. El "bicho" siendo representado por una mancha no es problema para el grupo, pero el caramelo con muchos colores sí es un problema ya que para ellos no existe un caramelo así, sin embargo no cambian la forma de representar y mantienen el aspecto colorido del dulce.						

Figura 4.2.22: Análisis de la discusión: Grupo 4

En una de las discusiones iniciales del grupo, Berta cita el dibujo de Bernardo y afirma que este lo hizo muy bien por los colores utilizados, por representar el agujero que hacen los *bichos* cuando comen el diente y por dibujar el caramelo pegado al diente. Esta primera intervención, clasificada en el **nivel 3b** de progresión de aprendizaje, generó una discusión sobre temas no relevantes para el modelo a ser creado, ya que los demás alumnos comenzaron a discutir sobre los colores utilizados, sin citar la presencia o ausencia del *bicho*. Se puede inferir en este caso que el grupo aceptó la idea de que existía un ser vivo en el proceso de evolución de las caries, pero que los colores utilizados eran para ellos un tema más relevante a la hora de representar el proceso.

Al considerar que el color utilizado era un tema de menor importancia en la discusión, la maestra decidió intervenir y direccionar el debate a un punto más favorable para la investigación.

a. Análisis de los elementos argumentativos utilizados:

La Figura 4.2.23 muestra la frecuencia absoluta de los argumentos encontrados en el análisis:

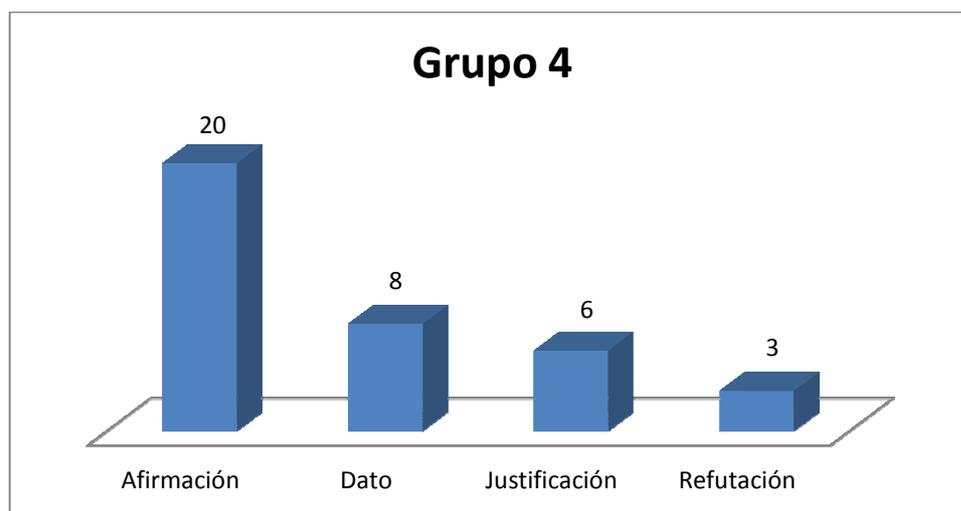


Figura 4.2.23: Frecuencia absoluta de la clasificación de los argumentos presentados en el Grupo 4

La discusión generada en el momento de construir el dibujo en grupo contó con 20 intervenciones en forma de afirmaciones, 8 de las cuales aportaban datos, – generalmente sobre los colores, 6 de ellas presentaban alguna justificación y sólo 3 refutaban alguna idea presentada por los compañeros o por la maestra. Veamos algunos ejemplos:

Afirmación

Belinda: “*Hagamos puntitos alrededor del bichito de la caries...*”. Afirmación: hay que hacer puntitos alrededor del *bicho* y de la caries.

Bernardo: “*¡La caries hace huequitos en el diente, eh!*”. Afirmación: la caries hace huecos en el diente.

Dato

Berta: “*Es que es esta mancha...*”. Dato: la mancha representa el bicho.

Bernardo: “*El diente en color amarillo y la encía de color rosa...*”. Dato: el color del diente y de la encía.

Justificación

Bruno: “*A mí me ha agradado porque ha tenido muchos colores y ha sido más bonito que los otros*”. Justificación a través de los colores utilizados.

Belinda: “*Ha sido mejor el del Bernardo porque ha pintado el diente de amarillo con rotulador, (...) y también porque está muy bien dibujado...*”. Justificación a través de los colores utilizados.

Refutación

Bárbara: “*Es que no se ve el bichito*”. Refuta la idea de que la mancha sea el bicho.

Bruno: “*¡Pero, miren el caramelo! Rojo en una punta y negro en la otra punta, rosa, verde, amarillo... no existe caramelo así...*”. Refuta la forma de representar el caramelo.

b. Análisis del contenido:

En la Figura 4.2.24 observamos gráficamente los contenidos trabajados en la discusión del grupo mientras se construía el dibujo. En él visualizamos el patrón del grupo, es decir, numerosas intervenciones sin contenido específico [0], así como otras con contenido más elaborado sobre el *bicho* [2], seguido de la comida [1] y la caries [3]. Así mismo, encontramos intervenciones en las que se le atribuye una función a la bacteria [5], además de relacionar la bacteria con la comida [7] y con la caries [9].

En todos los cuadros el grupo dibuja un cepillo de dientes, pero solo lo menciona una vez en la discusión [2]*, como podemos ver a continuación:

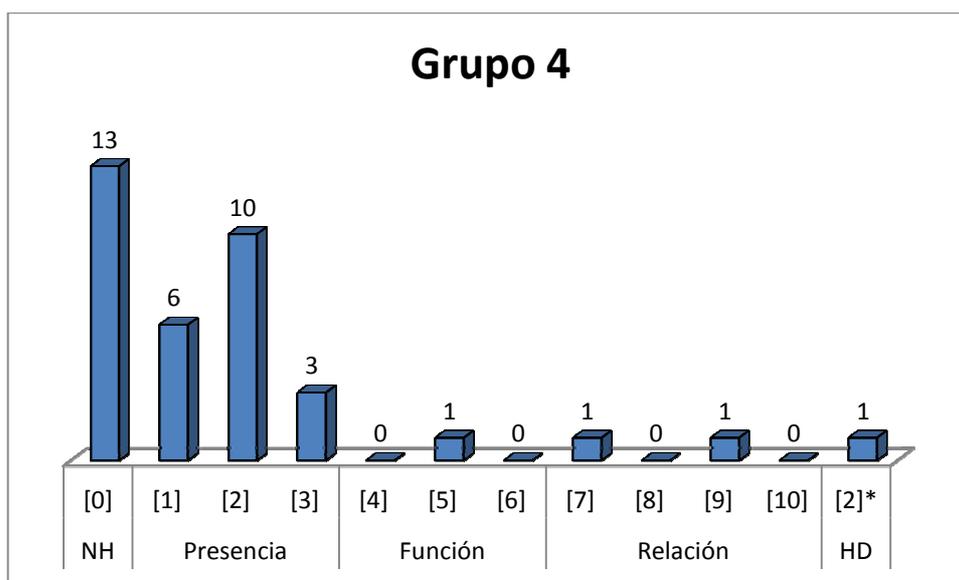


Figura 4.2.24: Análisis del contenido: Grupo 4

En la discusión de este grupo encontramos una refutación en relación a la presencia de la bacteria Rf [2] y tres aseveraciones sobre el mismo tema As [2], además de As [1] y As [3], esto es, dos intervenciones en las cuales los alumnos aceptaban la idea presentada por otro alumno sobre la presencia de la comida y la caries en el modelo construido.

c. Identificación del nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje en la discusión entre iguales:

A continuación presentamos los niveles de progresión de aprendizaje, que fueron variando a lo largo de la discusión. Sin embargo, gran parte de las intervenciones se situaron en un **nivel 0** de progresión de aprendizaje, ya que no eran relevantes para la construcción del modelo ser vivo, esto es, el objeto de estudio de esta investigación. Verificamos también en la Figura 4.2.25 que el **nivel 2** fue citado una sola vez verbalmente, pese a que fuera representado en todos los dibujos individuales y en el del grupo:

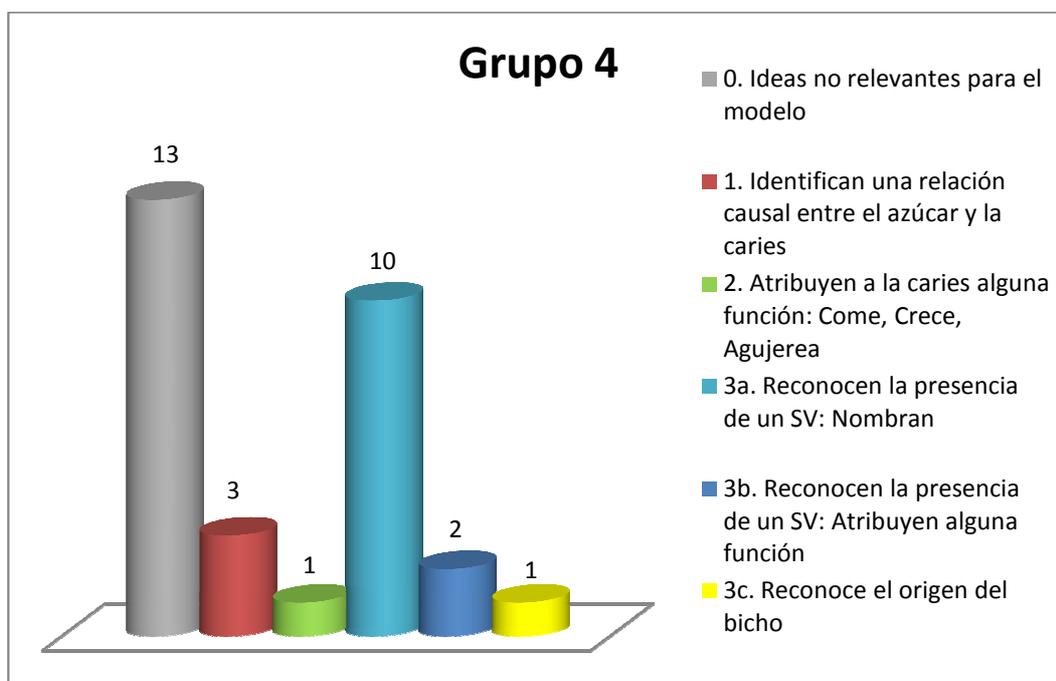


Figura 4.2.25: Desempeño en la progresión de aprendizaje: Grupo 4

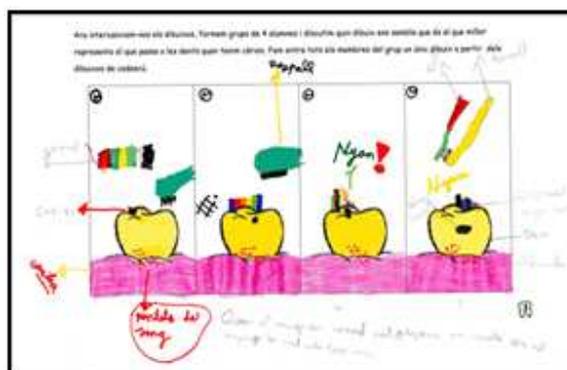
Observamos en el gráfico otro hecho interesante: aunque la mayoría de las discusiones se encuentran en el **nivel 0**, notamos una presencia importante de intervenciones clasificadas en el **nivel 3a** de progresión de aprendizaje, ya que citaban a un ser vivo. Así mismo, encontramos en este grupo un intento de explicar el origen de este ser vivo (**nivel 3c**) por parte de Bernardo:

Bernardo: “...cuando se come un caramelo, se te provoca un bicho, bueno (...) de vez en cuando, se te provoca un bicho que va comiendo el diente cada vez más (...) y va comiendo el diente hasta que llega un momento que hay que poner el empaste...”

Los acuerdos para construir la representación final

Para la construcción de la representación final, los estudiantes presentaron como datos importantes el color del dibujo – presente en todas las intervenciones, así como la justificación de porqué el dibujo del Bernardo era el mejor. En el dibujo final se puede constatar que la representación de Bernardo fue la base para el dibujo en grupo.

Tras la intervención de la maestra, los alumnos decidieron añadir un *bicho* a la representación del grupo. Es importante destacar que los alumnos ya habían discutido la presencia del *bicho* en el proceso de evolución de la caries; sin embargo, no habían decidido incluirlo en el dibujo.



A mitad de discusión, los alumnos decidieron finalmente el color de la encía y del diente, que en la representación final son rosa y amarillo, respectivamente. Cabe resaltar que uno de los alumnos se decide a hacer un experimento *in situ* y pide a una compañera que abra la boca para comprobar que la encía es efectivamente rosa.

En último lugar, los alumnos se cercioraron de que los elementos importantes para el proceso de evolución de las caries estaban representados, como es el caso del *bichito*, del caramelo, del cepillo de dientes e incluso del reloj. En la discusión final percibimos que representar al *bicho* mediante una mancha no supone ningún

problema para el grupo, pero que el caramelo sea de muchos colores sí lo es, ya que según dicen algunos niños no existe caramelo así; sin embargo, acaban por no cambiar la forma de representarlo y mantienen el aspecto colorido del dulce.

Nivel de desempeño en la PA final del Grupo 4

Puesto que en la representación gráfica dibujaron una mancha e indicaron que se trataba de un *bicho* dentro del diente mediante la interjección “*nyam!*” y puesto que en la representación textual se habla del *bichito que se te come el diente*, podemos clasificar ambos modos comunicativos en el **nivel 3b** de desempeño en la progresión de aprendizaje.

Por otro lado, en la representación oral indicaron la presencia de un ser vivo – al que denominan *bicho, bichito o bacteria* – e intentaron proporcionar una explicación sobre su origen, por lo que podemos situarlos en el **nivel 3c** de desempeño en la progresión de aprendizaje. Podemos determinar, por tanto, que de manera global el Grupo 4 establece una relación entre los modos comunicativos de especialización, ya que hemos atribuido a cada uno de ellos distintos niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje, como se muestra en la Tabla 4.2.10:

Grupo 4		
	Nivel de DPA	Relación entre los modos comunicativos
Dibujo	3b	Especialización del oral en relación al dibujo y texto
Texto	3b	
Oral	3c	

Tabla 4.2.10: Relación entre los modos comunicativos: Grupo 4

4.3 ANÁLISIS COMPARATIVO GLOBAL DEL GRUPO CLASE

Para finalizar este apartado presentamos tres gráficos en los que comparamos a los grupos. En el primer gráfico (Figura 4.3.1) comparamos el tipo de elementos argumentativos utilizados por cada grupo durante las discusiones para la construcción de la representación final de cada uno, en el segundo (Figura 4.3.2) se muestran los contenidos que aparecen en las discusiones y, finalmente, en el último gráfico. (Figura 4.3.3) se muestran los niveles de progresión de aprendizaje presentes en cada grupo. El objetivo de estos gráficos es visualizar las variaciones en cada uno de estos aspectos entre los cuatro grupos analizados.

a. Análisis de los elementos argumentativos utilizados:

Veamos a continuación los elementos argumentativos de cada grupo en la Figura 4.3.1:

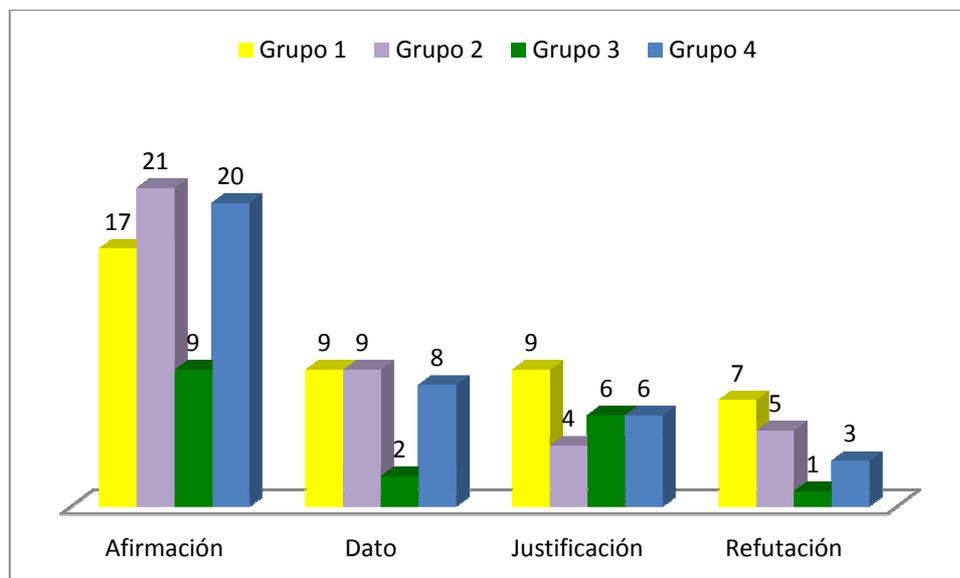


Figura 4.3.1: Comparación de los porcentajes de clasificación de los argumentos presentados

La Figura 4.3.1 muestra que los argumentos en forma de afirmación fueron los más utilizados en los cuatro grupos y que las refutaciones fueron las intervenciones menos frecuentes. Los datos y justificaciones variaron según los grupos, estando más presentes en unos grupos que en otros.

b. Análisis del contenido:

En la Figura 4.3.2 observamos la distribución del contenido discutido mientras se dibujaba en grupo:

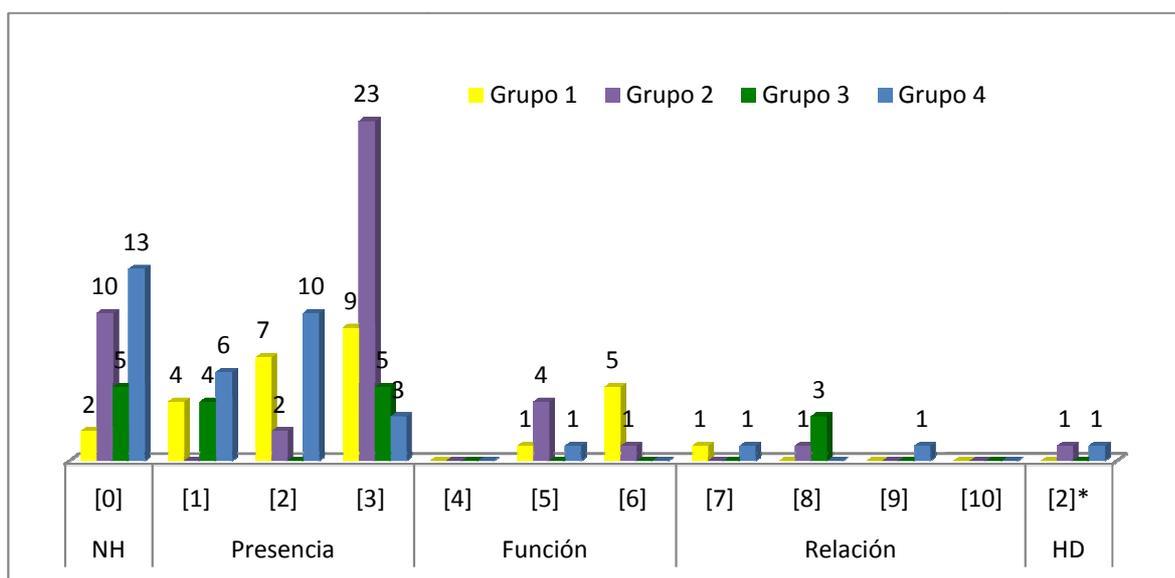


Figura 4.3.2: Comparación del análisis del contenido de la discusión

Es interesante observar la variación entre los grupos y darse cuenta de que casi todos fueron capaces de reconocer la presencia de los tres elementos principales – alimento, caries y ser vivo. Del mismo modo, parece claro que ninguno atribuyó función alguna a la comida [4] - siendo ésta la de alimentar a la bacteria o a la caries -, ni tampoco fueron capaces de llegar a verbalizar todo el proceso [10] relacionando la comida con la bacteria para llegar a la producción de caries.

Las variaciones en los dos gráficos demuestra la diversidad del alumnado en este grupo clase y en la conformación de los grupos. Algunos alumnos como Adolfo en el

Grupo 1, Lucas en el Grupo 2 y Bernardo en el Grupo 4 demostraron su papel de líderes en las discusiones; sus ideas generalmente eran tomadas como ciertas o eran las que generaban más discusión. En el Grupo 3 no encontramos un líder claro, pero sí una alumna que ralentizaba el ritmo del grupo, ya que los alumnos tenían que explicarle constantemente las consignas de las diferentes actividades, lo cual les restaba tiempo para discutir mejor las propuestas dadas.

c. Análisis del nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje de la discusión:

A continuación, presentamos el gráfico con la variación de los niveles de progresión de aprendizaje en los cuatro grupos (Figura 4.3.3):

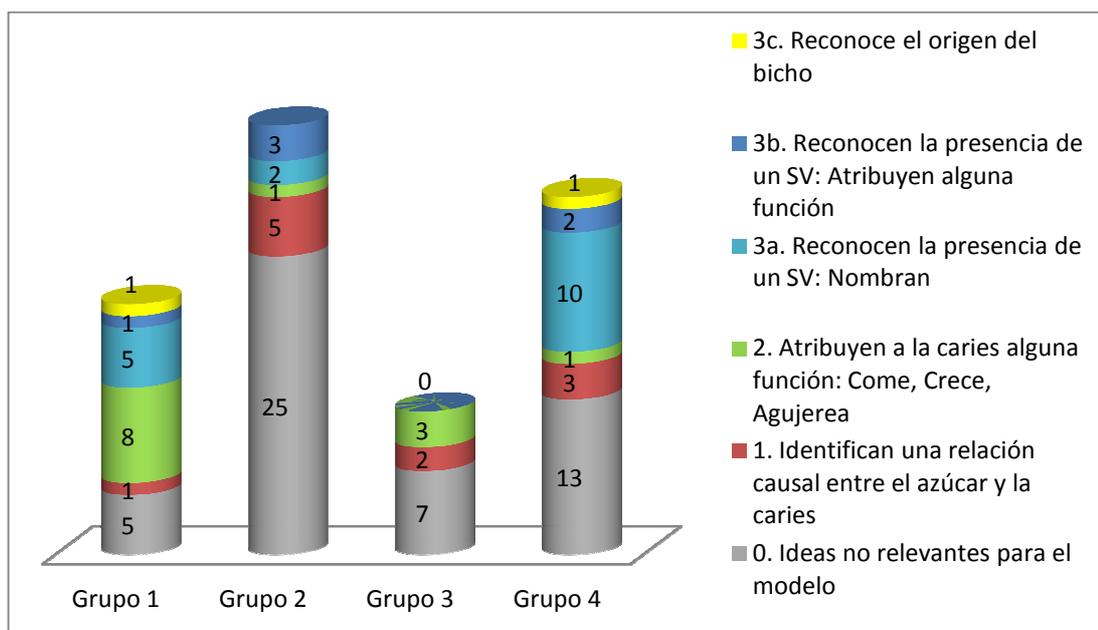


Figura 4.3.3: Comparación de la cantidad de uso de los niveles de progresión de aprendizaje

En este gráfico se puede observar la variación de los niveles de PA a lo largo de la discusión oral en los grupos. Es notable que el Grupo 1 ha pasado por todos los niveles para construir el modelo ser vivo, de la misma manera que el Grupo 4; sin embargo, en este último el **nivel 2** es muy reducido y la distribución no es tan

uniforme como en el primer grupo. En el Grupo 2, por su parte, el **nivel 0** es muy pronunciado, pasando del **nivel 1** al **3** casi automáticamente en el gráfico; sin embargo, las intervenciones van alternándose de manera no constante durante la discusión. Por último, el Grupo 3 no ha logrado pasar del **nivel 2**, puesto que la discusión se ha mantenido en un nivel superficial.

En la Tabla 4.3.1 se muestran de manera resumida los niveles de progresión de aprendizaje obtenidos en cada modo comunicativo por los cuatro grupos, así como la relación entre ellos y el nivel global:

	Nivel PA Dibujo	Nivel PA Texto	Nivel PA Oral	Relación entre los modos comunicativos	Nivel PA Global
Grupo 1	3b	3c	3c	Especialización T-O	3
Grupo 2	3a	3b	3b	Especialización T-O	3
Grupo 3	2	2	2	Cooperación	2
Grupo 4	3b	3b	3c	Especialización O	3

Tabla 4.3.1: Resumen sobre los niveles de progresión de aprendizaje y la relación entre los modos comunicativos

La relación entre los modos comunicativos en tres de los cuatro grupos es de especialización. Así mismo, en los grupos 1 y 2 esta relación se establece por el texto y el habla en relación al dibujo y en el Grupo 4 se da por la representación oral. Este es un hecho muy interesante, ya que en la construcción del modelo inicial individual el dibujo ha sido el mayor responsable de la especialización entre los modos comunicativos.

El Grupo 2 ha sido el único que ha obtenido una relación de cooperación entre los tres modos comunicativos, ya que todos se encuentran en el mismo nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje.

A continuación, en la Tabla 4.3.2 presentamos los niveles de desempeño alcanzados individualmente y, después, en grupo. El objetivo es que el lector pueda observar el cambio de nivel que se produjo en la mayoría de los casos:

	Alumno/a	Nivel PA Dibujo	Nivel PA Texto	Nivel PA Oral	Relación entre los modos comunicativos	Nivel PA Global	Nivel PA del Grupo
Grupo 1	Adán	2	2	2	Cooperación	2	3 Especialización
	Adolfo	3b	3b	3b	Cooperación	3	
	Ágata	2	2	2	Cooperación	2	
	Aída	2	2	2	Cooperación	2	
	Alicia	2	2	2	Cooperación	2	
	Álvaro	2	2	2	Cooperación	2	
Grupo 2	Laura	2	2	2	Cooperación	2	3 Especialización
	Lorenzo	3b	3b	3b	Cooperación	3	
	Lázaro	2	1	1	Especialización	2	
	Leonor	2	1	1	Especialización	2	
	Lucas	3a	2	2	Especialización	3	
	Leticia	3b	3b	3b	Cooperación	3	
	Leonardo	2	0	0	Especialización	2	
Grupo 3	Valentín	2	3b	3b	Especialización	3	2 Cooperación
	Vicente	2	1	1	Especialización	2	
	Vanessa	1	0	0	Especialización	1	
	Vera	3a	3b	3b	Especialización	3	
	Víctor	2	1	1	Especialización	2	
Grupo 4	Boris	3a	0	0	Especialización	3	3 Especialización
	Bárbara	2	1	1	Especialización	2	
	Bernardo	2	2	2	Cooperación	2	
	Belinda	3b	3c	3b	Especialización	3	
	Bianca	2	3b	3b	Especialización	3	
	Berta	3a	3b	3b	Especialización	3	
	Bruno	3a	1	1	Especialización	3	

Tabla 4.3.2: Relación Dibujo X Texto X Oral individual y grupal

En la tabla de arriba observamos que en el **Grupo 1** solo Adolfo, el alumno que fue identificado como líder del grupo, se encontraba en el nivel 3b de desempeño en la progresión de aprendizaje. Del mismo modo, es él quien durante la discusión habla y defiende la presencia de un *bicho* en el proceso de desarrollo de las caries,

convenciendo a todo el grupo de su existencia y participación, e incluso llegando a proporcionar un posible origen al *bicho*.

En el **Grupo 2** cuatro alumnos se encuentran en el nivel 2 y otros tres en el nivel 3 de desempeño en la PA. El Grupo fue clasificado en el nivel 3, ya que Lucas, también el líder, convenció a sus compañeros de que las caries hacían ciudades en los dientes, lo que les llevó a representar seres humanoides a los que llamaron *bichos*. Lorenzo también identificó a estos *bichos* a los que denominó *microbios*. Leticia propuso representar a estos seres con forma de insectos, pero su idea fue desestimada. Cabe recordar de nuevo que en la representación final del Grupo 2 se observa la presencia de una casa dentro del diente, como hiciera Lucas en su dibujo.

El **Grupo 3** es el que contiene una mayor variedad de alumnos. Uno de ellos se encuentra en el nivel 1, dos en el nivel 2 y otros dos alumnos en el nivel 3b de desempeño en la progresión de aprendizaje. El grupo en su conjunto fue clasificado en el nivel 2. Aunque Valentín nombrara las bacterias en su representación individual y Vera las dibujara y nombrara, estos elementos no aparecieron en la discusión ni tampoco en el dibujo final del grupo, hecho que impidió un aumento en el nivel de desempeño. Creemos que esto sucedió por la presencia de una alumna que tenía importantes dificultades con el idioma y que despertó la preocupación de los demás compañeros, quienes intentaron en todo momento hacerla participar explicándole los mismos conceptos repetidas veces, hecho que acotó el tiempo de discusión sobre los conceptos importantes para la construcción del modelo ser vivo.

Finalmente en el **Grupo 4**, clasificado en el nivel 3 de desempeño en la progresión de aprendizaje, encontramos 5 alumnos que ya en sus trabajos individuales se encontraban en ese nivel y dos alumnos en el nivel 2. Así mismo, en su representación final, predominó la representación gráfica de Bernardo, precisamente uno de los dos alumnos clasificados en el nivel 2, lo que corrobora la efectividad de una discusión entre iguales en la mejora grupal e individual del alumnado.

Cada grupo utilizó una estrategia distinta para llegar a su representación gráfica final:

- a) **Grupo 1:** Este grupo utilizó una estrategia **innovadora**. Su representación final no se parece a ninguna de las individuales, pero sí toma algunos elementos de éstas y los mantiene, como la forma de representar la caries y el caramelo. Sin embargo, cambia otros, como es el caso de la forma y la cantidad de *bichos*, que representa claramente el concepto de reproducción del ser vivo.
- b) **Grupo 2:** En este grupo encontramos aspectos representados por **diversos alumnos**. La forma de representar la caries en su dibujo final es la misma que la de Lorenzo, la presencia de una casa dentro del diente viene de una idea de Lucas y el formato del caramelo es semejante al de Leonor. De este modo, el grupo utiliza una estrategia **integradora**, aprovechando los elementos considerados más relevantes y mejor representados por cada alumno.
- c) **Grupo 3:** Por su parte, el Grupo 3 utiliza una estrategia **reproductora de viñetas**, estrategia semejante a la del Grupo 2, pero en este caso se produce una **copia fiel** de los cuadros representados individualmente. El primer cuadro del dibujo final del grupo es igual al primer cuadro del dibujo individual de Valentín, el segundo es igual al segundo cuadro del dibujo de Vicente, el tercero al tercero de Vera y el cuarto se corresponde al cuarto de Víctor. Esta estrategia nos hace pensar que los niños han dado mayor importancia a la representación gráfica que al concepto –modelo ser vivo –, ya que han eliminado e ignorado la presencia de una bacteria (pese a que algunos de ellos la habían nombrado en sus representaciones individuales).
- d) **Grupo 4:** La estrategia utilizada por este grupo fue la de **perfeccionamiento de una representación individual**. La representación gráfica del grupo es básicamente igual a la de Bernardo, utilizando los mismos colores, la misma forma de representar las caries y el caramelo. Sin embargo, se le han añadido al dibujo final elementos importantes y relevantes para esta investigación presentes en los dibujos individuales, como es el caso de un *bicho* y la presencia de un cepillo de dientes. Esta estrategia difiere de la utilizada por el

Grupo 2 y 3 por la utilización de un único dibujo como modelo básico, el cual fue perfeccionado con la presencia de dos elementos nuevos.

En la **Tabla 4.3.3** se muestra un resumen de los datos obtenidos en cada grupo en este apartado.

Para poder interpretarla hay que tener en cuenta que: A = Alumnos; N = nivel de DPA; DPA = Desempeño en la progresión de aprendizaje; T - O = Texto y Oral; O = Oral.

	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
Características del grupo	6A: 5 N2 y 1 N3	7A: 4 N2 y 3 N3	5A: 1 N1, 2 N2 y 2 N3	7A: 2 N2 y 5 N3
Nivel de DPA-Dibujo	N3b	N3a	N2	N3b
Nivel de DPA-Texto	N3c	N3b	N2	N3b
Nivel de DPA-Oral	N3c	N3b	N2	N3c
Relación - modos comunicativos	Especialización T - O	Especialización T - O	Cooperación	Especialización O
Estrategia para construir el dibujo	Innovadora	Integradora	Reproductora de viñetas	Perfeccionamiento
Líder del grupo	Adolfo	Lucas	Valentín	Bernardo
Nivel DPA del líder	N3b	N3a	N3b	N2

<p>Características de la discusión</p>	<p>La discusión ha contado con 21 intervenciones, 4 bloques de tomas de decisión y ha utilizado más afirmaciones y aportado más datos y justificaciones que refutaciones. Se ha centrado en la presencia y función de la caries. Así mismo, los alumnos han podido relacionar el caramelo con el <i>bicho</i>, aportando un posible origen al mismo. Los niveles 2 y 3 de DPA han sido los más encontrados en la discusión.</p>	<p>La discusión ha contado con 36 intervenciones, 2 bloques de tomas de decisión en los que ha prevalecido la afirmación en la mayoría de las intervenciones, seguida de la aportación de datos y las justificaciones. Las caries han estado presentes en 23 intervenciones. En un número inferior, los alumnos han reconocido y atribuido una función al <i>bicho</i>. Sin embargo, el nivel 0 de DPA ha sido el más encontrado en esta discusión.</p>	<p>La discusión en este grupo tuvo una participación muy inferior en relación a los demás, contando sólo con 12 intervenciones relevantes y un único bloque de toma de decisión. Sin embargo, ha sido el grupo que más justificaciones ha aportado con relación con los demás grupos. No se ha encontrado ninguna intervención referente a un ser vivo, aunque el líder del grupo lo hubiera mencionado en su trabajo individual. Los niveles 0 y 2 de DPA han prevalecido en la discusión.</p>	<p>La discusión ha contado con 30 intervenciones y 4 bloques de tomas de decisión formados mayoritariamente por afirmaciones y datos, seguidos de justificaciones y refutaciones. En este grupo encontramos el mismo número de intervenciones relacionadas con el nivel 0 y con el nivel 3 de DPA, este último relacionado con la presencia del <i>bicho</i> y su relación con la comida y la caries.</p>
---	---	---	---	---

Tabla 4.3.3: Resumen de los datos obtenidos con relación a la discusión en grupo

4.3.1 CONCLUSIONES CON RELACIÓN AL MODELO INICIAL EN GRUPO

La primera sesión de la unidad didáctica fue pensada para obtener los modelos iniciales del alumnado. Tras la discusión entre iguales podemos afirmar que:

- a) Trabajar en grupo les ha permitido a tres de los cuatro grupos aumentar el nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje de algunos de sus alumnos como consecuencia de la discusión generada y la construcción de una representación final en el **nivel 3c**.
- b) La discusión ha generado un entorno en el cual un alumno es el líder, el que ha sido capaz de convencer a sus compañeros de que su idea era la correcta.
- c) Las discusiones entre iguales deben ser orientadas para no generar conversaciones sobre temas irrelevantes para la enseñanza del modelo.
- d) Aunque la discusión cuente con numerosas intervenciones, llena de afirmaciones y aportaciones de datos, estas no siempre están relacionados con el modelo, lo que genera una presencia muy elevada del nivel 0 de desempeño en la progresión de aprendizaje, como ha sucedido en el Grupo 2.
- e) Se ha dado algunos casos en que los alumnos y las alumnas dedicaban muchos tiempo a discutir aspectos formales del dibujo, como el uso del color.
- f) La presencia y función de las caries fueron los contenidos más tratados durante las discusiones, seguidos de la presencia y función del ser vivo.
- g) Los alumnos no han sido capaces de realizar relaciones complejas entre el alimento, el ser vivo y la caries. Solamente han logrado relacionar dos de los tres elementos, el alimento con la caries o con el ser vivo y el ser vivo con la caries.
- h) La discusión ha permitido que más alumnos pudiesen generar conocimiento en torno a un posible origen del ser vivo. En la construcción individual del modelo solo una alumna citó tal hecho, mientras que en grupo más alumnos lo hicieron.

A continuación representamos gráficamente la progresión de aprendizaje obtenida por los grupos en esta sesión de la unidad didáctica (Figura 4.3.4):

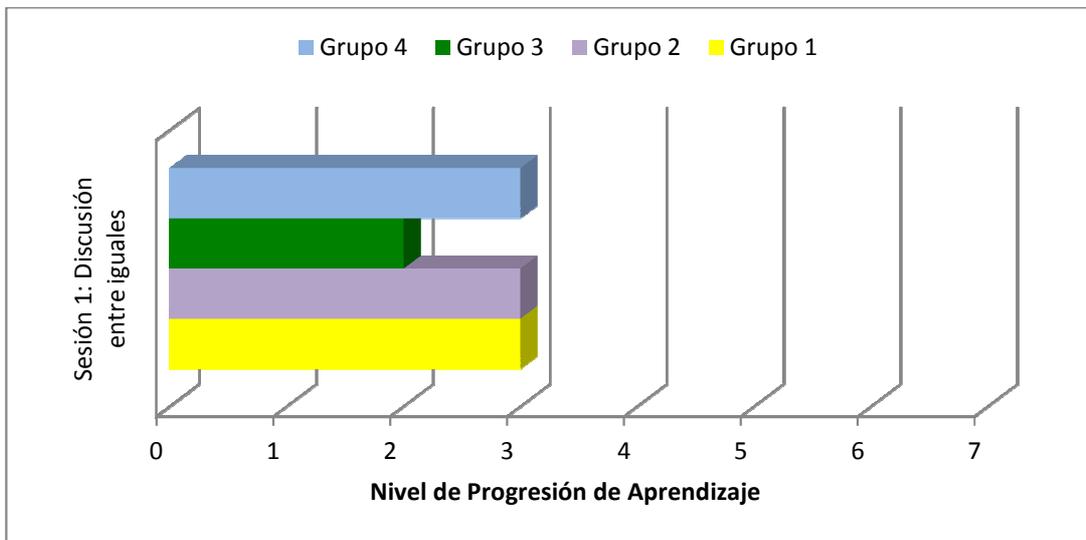


Figura 4.3.4: Distribución de los niveles de progresión de aprendizaje por grupo. Sesión 1: Discusión entre iguales

Los grupos 1, 2 y 4 han sido clasificados en el nivel 3 de desempeño en la progresión de aprendizaje, aumentando el nivel individual de la mayoría de los estudiantes. Sin embargo, el Grupo 3 ha bajado el nivel de dos de sus cinco integrantes.

Capítulo 5 : LA INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO SER VIVO - RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados y la discusión de la construcción del modelo ser vivo a partir de actividades que estimulan tal construcción.

En primer lugar, se presenta el análisis grupal de la actividad experimental, la cual consistió en la elaboración de un yogur. A continuación, se expone el análisis por parejas de la actividad lectora consistente en que el alumnado contestara a dos preguntas a partir de una lectura. En último lugar, se analizan las comparaciones individuales y de todo el grupo clase sobre las diferencias y similitudes entre el conejo y la bacteria.

Además, se presenta la autoevaluación inicial y final (KPSI) y un resumen de los niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje.

5.1 LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

- Se analiza la respuesta grupal de los alumnos a la actividad experimental sobre la elaboración del yogur y se le atribuye un nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje.

La actividad experimental está pensada para presentar un cambio de contexto, medio y actuación de la bacteria. Ahora, en lugar de en la boca, donde la bacteria era nociva y provocaba caries, estudiaremos su participación en la elaboración del yogur para demostrar que las bacterias también pueden ser benéficas y que participan en nuestras vidas de muchas formas.

Para elaborar el yogur utilizamos distintas condiciones entre las que cabe mencionar: la **leche** (el medio favorable para la reproducción de las bacterias), el **azúcar** (el alimento de las bacterias), el **yogur** (proveedor de bacterias), la **yogurtera** y la **nevera** (proveedores de la temperatura que va a influir en la reproducción de bacterias). Atendiendo a estos parámetros, preparamos cuatro botes diferentes:

BOTE 1: (Nevera a 5°C) 1 vaso de leche + 1 cucharada de yogur natural + 1 cucharada de azúcar

BOTE 2: (Yogurtera a 40°C) 1 vaso de leche + 1 cucharada de azúcar

BOTE 3: (Yogurtera a 40°C) 1 vaso de leche + 1 cucharada de yogur natural + 1 cucharada de azúcar

BOTE 4: (Yogurtera a 40°C) + 1 vaso de leche + 1 cucharada de yogur natural

El objetivo consistía en que los alumnos entendiesen que el yogur se produce cuando se dan una serie de condiciones básicas, lo que incluye: leche, azúcar, yogur natural y una determinada temperatura

El yogur se forma a partir de la fermentación de las bacterias presentes en la cucharada de yogur natural, utilizando como fuente de energía la lactosa y el azúcar añadidos en el medio líquido. La leche ejerce un papel fundamental, puesto que consigue que la bacteria produzca ácido láctico como fruto de excreción, lo cual provoca un incremento en la acidez y hace que las proteínas de la leche se precipiten y se forme un gel. Todo el proceso se complementa con el calor controlado a 40°C con el fin de evaporar parte de la leche y estimular la reproducción de las bacterias, hecho que propicia el aumento del número de colonias y la fermentación que, finalmente, produce la rigidez de la leche y la transforma en yogur.

Distribuimos a los grupos una guía con distintas condiciones, como podemos ver en la Figura 5.1.1:

Com es fa el iogurt?				
Què tenim?	Què farem?	Què penso que passarà?	Què passa?	Per què passa?
1 iogurtera 1L de llet 1 iogurt natural 3 cullerades de sucre	Al pot 1 hi posarem:	Al pot 1:	Al pot 1:	Al pot 1:
	1 got de llet 1 cullerada de iogurt natural 1 cullerada de sucre Temperatura 40°C			
	Al pot 2 hi posarem:	Al pot 2:	Al pot 2:	Al pot 2:
	1 got de llet 1 cullerada de iogurt natural Temperatura 40°C			
	Al pot 3 hi posarem:	Al pot 3:	Al pot 3:	Al pot 3:
	1 got de llet 1 cullerada de sucre Temperatura 40°C			
	Al pot 4 hi posarem:	Al pot 4:	Al pot 4:	Al pot 4:
	1 got de llet 1 cullerada de iogurt natural 1 cullerada de sucre Temperatura 5°C (nevera)			



Figura 5.1.1: Hoja de la de la maestra de la actividad 4, que muestra las condiciones utilizadas en la elaboración del yogur

La distribución de los experimentos se hizo al azar, es decir, no se asignó ningún experimento intencionadamente. Como podemos observar en la hoja de la actividad 4, cada grupo recibió una consigna y debía contestar a tres preguntas a lo largo del proceso de elaboración del yogur. Las preguntas decían así:

- “¿Qué pienso que va a pasar?” Momentos después de preparar su yogur.
- “¿Qué pasó?” Al día siguiente de dejar sus experimentos en la yogurtera o en la nevera, según la consigna.
- “¿Por qué pasó?” Donde el grupo debía explicar qué había ocurrido en su experimento.

En la Figura 5.1.2 presentamos a los diferentes grupos, su condición y sus respuestas a cada pregunta. En la última columna “¿Qué faltó?”, con el objetivo de facilitar la comprensión del lector, señalamos la información de la condición que faltaba en el experimento del grupo. Cabe destacar que en los grupos 1 y 4 los alumnos y las alumnas utilizaron el espacio de la segunda pregunta para contestar también a la tercera.

		Condiciones	¿Qué pienso que va a pasar?	¿Qué pasó?	¿Por qué pasó?	¿Qué faltó?
Grupo 1	Adán	1 Nevera a 5°C 1 vaso de leche 1 cuchara de yogur natural 1 cuchara azúcar	<i>Cuando lo pongamos en la nevera se enfriará y se pondrá como un cubito de hielo</i>	<i>Huele a yogur, pero no es yogur</i>		Temperatura adecuada, ya que estaba en la nevera
	Adolfo					
	Ágata					
	Aída					
	Alicia					
	Álvaro					
Grupo 2	Laura	1 Yogurtera a 40°C 1 vaso de leche 1 cuchara azúcar	<i>Yogur liquido no será bueno</i>	<i>Ha quedado líquido y huele a queso</i>	<i>Le faltaban bacterias porque hemos puesto calor, sabe a azúcar</i>	Faltan las bacterias
	Lorenzo					
	Lázaro					
	Leonor					
	Lucas					
	Leticia					
	Leonardo					
Grupo 3	Valentín	1 Yogurtera a 40°C 1 vaso de leche 1 cuchara de yogur natural 1 cuchara azúcar	<i>Que se quedará pegadizo (pringoso) y estará muy caliente, se hará yogur pero no estará bueno</i>	<i>Se ha hecho yogur, huele a yogur, el liquido son las bacterias</i>	<i>Porque le hemos añadido leche, yogur, azúcar y temperatura</i>	Nada
	Vicente					
	Vanesa					
	Vera					
	Víctor					
Grupo 4	Boris	1 Yogurtera a 40°C 1 vaso de leche 1 cuchara de yogur natural	<i>Como lo pondremos en la yogurtera a 40°C y estará muy caliente y será malo, pero será yogur caliente</i>	<i>Se ha hecho duro y tiene jugo, huele a yogur natural, tiene mucho jugo, no está terminado de hacerse yogur</i>		Falta el azúcar
	Bárbara					
	Bernardo					
	Belinda					
	Bianca					
	Berta					
	Bruno					

Figura 5.1.2: Respuestas de cada grupo en la actividad 4: Elaborando el yogur

Observamos en la Figura 5.1.2 que la primera pregunta fue la única a la que contestaron todos los grupos. Al analizar las respuestas vemos que los alumnos y las alumnas creen que el calor influye negativamente en la elaboración del yogur, ya que consideran que una temperatura elevada lo va a estropear, como podemos

NOTA: La mezcla se estropearía si el yogur ya estuviese totalmente hecho. La temperatura a 40°C favorece la reproducción de las bacterias, consecuentemente, en la fermentación de los azúcares y en la consistencia típica del yogur.

leer en las siguientes afirmaciones: “...*estará muy caliente. Se hará yogur, pero no estará bueno*” (Grupo 3) o “*Como lo pondremos en la yogurtera a 40°C y estará muy caliente y será malo...*” (Grupo 4).

Entre los demás factores, reconocen y dan importancia mayoritariamente a la temperatura; las demás condiciones – las bacterias, el azúcar y la leche – no son tomadas en cuenta en este primer momento. Las respuestas proporcionadas demuestran la capacidad del alumnado para reconocer y aplicar el conocimiento empírico, es decir, saben que el yogur caliente es malo, probablemente por sus experiencias y conocimientos del día a día.

Al día siguiente, se observó lo que había pasado en los botes del experimento y se le pidió al alumnado que contestara *qué pasaba y por qué pasaba*. En las respuestas obtenidas observamos que, tras el experimento, el alumnado reconoce otras condiciones que explican porque se produjo – o no – el yogur.

Los alumnos hablan de las bacterias presentes o de su ausencia para que se produjera el yogur (*le faltaban bacterias*). Explican haber utilizado leche y azúcar y citan la estructura física (*líquida* o *dura*) de su experimento. Además, utilizan los sentidos (*huele a queso; sabe a yogur*) para dar las explicaciones, lo que añade nuevas condiciones a sus modelos. Sus justificaciones vuelven a la condición inicial, la temperatura, que utilizan para justificar la ausencia de bacterias (*porque hemos puesto calor* Grupo 2), sin darse cuenta de que la ausencia de bacterias se debía simplemente a que no la habían añadido.

El Grupo 3 justificó el éxito de su experimento alegando la presencia de todas las condiciones: *porque le hemos añadido leche, yogur, azúcar y temperatura*, pero sin proporcionar ningún tipo de explicación biológica o química. Así mismo, el Grupo 3 presentó un dato interesante, en su opinión *el líquido son las bacterias*.

Recordamos que en la actividad anterior sobre la evolución de las caries el Grupo 3 fue el que más dificultades tuvo para trabajar y presentar sus resultados; hecho que quedó reflejado por el número de intervenciones, muy inferior al de los demás grupos, así como por la caída del nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje individual del alumnado (en algunos casos pasaron del nivel 3b individualmente al nivel 2 en la representación grupal). Sin embargo, en esta actividad fue el grupo que mejor contestó y explicó su experimento.

Los grupos 1 y 4 no presentaron justificaciones para sus respuestas. Estas se limitaron a proporcionar datos del tipo: *huele a yogur* o [es] *duro y tiene jugo, huele a yogur natural*.

Si hacemos un análisis desde la perspectiva de progresión de aprendizaje, podemos afirmar que:

Grupo 1: Se encuentra en el **nivel 0**, ya que sus ideas no son relevantes para la construcción del modelo ser vivo y en ningún momento cita alguna condición que influya en el mismo;

Grupo 2: Los alumnos y las alumnas de este grupo justifican la ausencia de bacterias por el calor de la yogurtera, lo que demuestra que fueron capaces de relacionar la temperatura con dicha ausencia. Por ello, les atribuimos un **nivel 5**, ya que supieron reconocer las condiciones favorables del medio para la existencia de las bacterias, aunque estas fueran incoherentes con su experimento;

Grupo 3: Los alumnos y las alumnas de este grupo intentaron dar una explicación sobre las partes que conformaban el yogur. Así, afirmaron que la parte líquida se correspondía con las bacterias, reconociendo de esta manera su presencia e

importancia en el experimento. Por ello, podemos clasificarlos en el **nivel 3a** de progresión de aprendizaje;

Grupo 4: Los alumnos y alumnas de este grupo no fueron capaces de encontrar ninguna relación entre la ausencia del alimento de las bacterias y la consistencia del yogur; de hecho, las bacterias no fueron nombradas en ningún momento. Además, las ideas presentadas no poseían ninguna relevancia para el modelo, por lo que se sitúan en un **nivel 0** de PA.

Los niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje fueron atribuidos de acuerdo con las respuestas proporcionadas, utilizando la misma metodología de análisis de los apartados anteriores, esto es, una interpretación simple y exacta, sin inferencias de las respuestas.

Las explicaciones recogidas en esta sesión no estuvieron suficientemente fundamentadas ni justificadas por los alumnos. Sin embargo, creemos que este experimento tuvo un papel importante como factor **transitorio** en la comprensión de las bacterias y sus funciones y que resultó primordial en el proceso de progresión de aprendizaje del alumnado, ya que más adelante recurrió a él para explicar sus ideas.

5.1.1 CONCLUSIONES CON RELACIÓN A LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

El experimento de la elaboración del yogur proporcionó un pequeño avance en el proceso de progresión del aprendizaje:

- a) El Grupo 3 pasó del nivel 2 (reconocer en la caries alguna función) al **nivel 3a** (reconocer la presencia de una bacteria, nombrándola o dibujándola);
- b) El Grupo 2 fue capaz de **relacionar** la **temperatura** con la existencia de las **bacterias** en la elaboración del yogur (**nivel 5**);
- c) Los grupos 2 y 3 empezaron a hablar de **bacterias** con propiedad, la mayoría no usa el término *bicho* para referirse a ellas;
- d) Reconocen la **existencia de bacterias** en la elaboración del yogur.

A continuación, se representa gráficamente la progresión de aprendizaje obtenida por los grupos en esta sesión de la unidad didáctica (Figura 5.1.3):

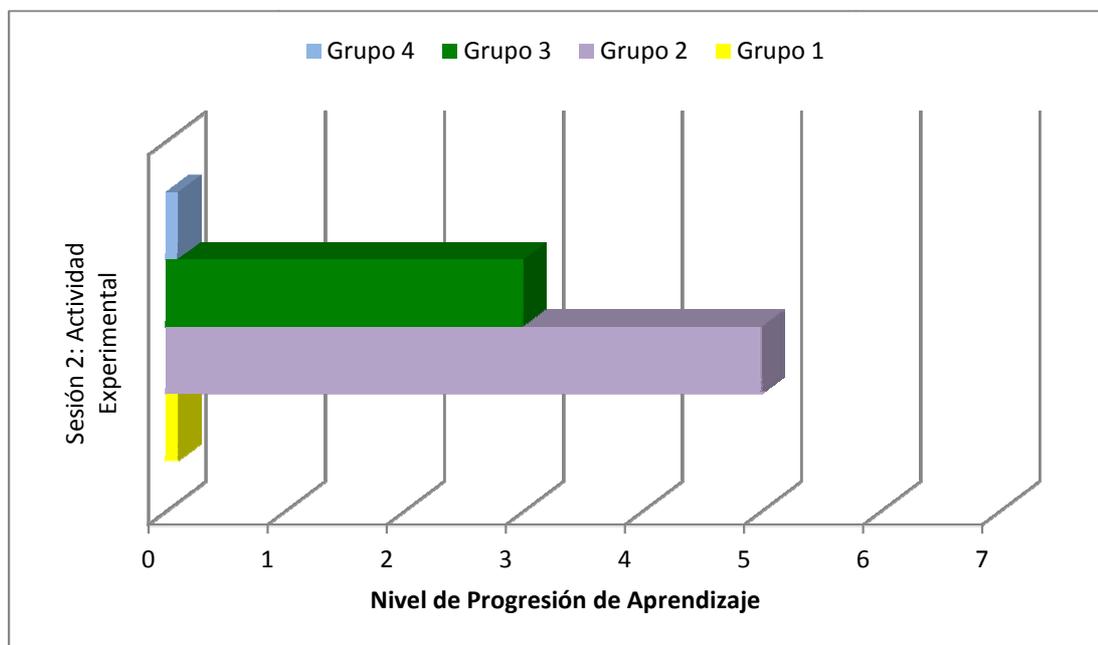


Figura 5.1.3: Distribución de los niveles de progresión de aprendizaje por grupos. Sesión 2: Actividad Experimental

Tras el análisis de la actividad experimental, se comprobó que había contribuido de manera sencilla a la comprensión de la importancia del medio para el ser vivo. En la literatura encontramos que el uso de experimentos que utilizan alimentos para demostrar la existencia de bacterias es muy complejo y exige demasiadas abstracciones por parte de los alumnos, hecho que dificulta la comprensión cuando estos son muy pequeños y carecen de conocimientos previos específicos (Byrne, 2011; Díaz González et al., 1996).

Al igual que sucedió en esta investigación, Byrne (2003) encontró una confusión evidente acerca de la actividad microbiana independientemente del rango de edad. Incluso cuando los conceptos eran reconocidos, no quedaban claros y se presentaban de manera contradictoria y fragmentada, tal y como pasó en el momento de presentar las hipótesis y justificar lo ocurrido en el experimento.

Según Byrne y Sharp (2006), los alumnos de 7 años suelen tener conocimiento de los microorganismos por sus experiencias en casa y con la familia, en concreto por la influencia de sus padres, lo que justifica en la mayoría de los casos la carencia de explicaciones científicas a esta edad. Díaz Gonzáles et al. (1996) afirman que los alumnos suelen mostrar escasa capacidad para reconocer causas microbiológicas en el origen de algunas transformaciones alimentarias, como es el caso de la transformación de la leche en yogur después de la fermentación bacteriana.

Sin embargo, tal dificultad no impidió que los alumnos reflexionaran sobre el asunto, pero sí lo hizo en el momento de justificar lo que había pasado en sus experimentos individuales.

Según Acher y Arcà (2006), existe una larga tradición en preescolar y primaria de llevar a cabo actividades relacionadas con la manipulación directa de los materiales. Los niños experimentan con una gran diversidad de materiales y objetos con formas diferentes, lo que seguramente aumenta el interés del alumnado en la actividad propuesta. Sin embargo, no siempre son capaces de contestar a las preguntas y procesar el conocimiento contenido en el experimento, como ha sucedido en la presente investigación.

En conclusión, el uso de experimentos para fomentar la construcción del modelo ser vivo mediante procesos abstractos y complejos en edades tempranas ayuda muy poco y debería ser repensado antes de llevarse a cabo en clases de infantil y primaria.

5.2 LA ACTIVIDAD LECTORA

- Se analiza la respuesta por pareja de los alumnos a la actividad lectora, y se les atribuye un nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje del modelo ser vivo.

Esta sesión tuvo como objetivo reconocer la influencia de las condiciones del medio en el desarrollo de las bacterias y sus implicaciones en la higiene y salud bucal de cara a evitar las caries. Así mismo, el alumnado tenía que valorar la importancia de una alimentación saludable y relacionarla con la presencia o ausencia de las bacterias y, consecuentemente, de las caries.

Para ello, se pidió a los alumnos que hicieran una **lectura** sobre las bacterias, las caries y la salud bucal. En la lectura se les proporcionó dos preguntas que debían ser contestadas por parejas (debido al número impar de la clase, se formó un grupo de tres alumnos).

Creamos una pequeña lectura a partir de cierto material comercial acompañado de un cuestionario integrado en la historia. El material comercial fue adaptado a la investigación, mantuvimos los conceptos científicos presentados y añadimos una pequeña historia para ayudar a los estudiantes a reflexionar sobre la higiene bucal. Nuestro objetivo era que estos fueran capaces de reconocer y usar las pruebas presentadas en el texto.

La historia cuenta de dos amigos que van al dentista y allí encuentran dos anuncios: uno con ejemplos de alimentos sanos que dice “amigos de los dientes y de la buena salud” y otro con alimentos no tan sanos que reza “enemigo de los dientes y de la buena salud”. La primera cuestión basada en estos anuncios pide al alumnado que reflexione sobre los dos mensajes y la segunda les pregunta si creen que comer muchos caramelos puede o no provocar caries.

5.2.1 ANÁLISIS DE LAS PAREJAS: NIVELES DE PROGRESIÓN DE APRENDIZAJE

Analizamos sus respuestas a partir de los niveles de progresión de aprendizaje determinados anteriormente:

Nivel de Desempeño en la Progresión de Aprendizaje
0. Ideas no relevantes para el modelo
1. Identifican una relación causal entre el azúcar y la caries
2. Reconocen en la caries alguna función
3. Reconocen la presencia de una Bacteria: 3a. Nombran y/o dibujan un ser vivo 3b. Le atribuyen alguna función 3c. Reconocen su origen
4. Los alumnos reconocen la relación entre ingerir alimentos dulces, las bacterias y la formación de caries
5. Reconocen las condiciones favorables del medio para la existencia de las bacterias
6. Reconocen que las bacterias se reproducen
7. Reconocen las mismas funciones en otro ser vivo

A continuación, se presenta en las Tabla 5.2.1 y Tabla 5.2.2 las respuestas de cada pareja. La parte de la respuesta subrayada y en cursiva justifica el nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje que se ha asignado a la respuesta:

NOTA 1: Las respuestas se presentan de forma literal, tal y como las escribió el/la alumno/a; las palabras entre corchetes “[]” fueron añadidas por nosotras para dar sentido a la frase.

NOTA 2: El símbolo “//” representa un salto de línea en las respuestas dadas.

NOTA 3: Hemos intentado mantener los grupos, pero a causa del número impar de estudiantes, algunos alumnos fueron mezclados.

Grupo(s)	Alumnos	¿Por qué crees que dicen que los alimentos dulces son los enemigos de los dientes? Y, ¿por qué comer sano y cepillarse los dientes son los amigos?	Nivel de PA
1	Adán y Álvaro	En la boca hay bacterias que necesitan alimento para vivir. Al comer les damos, comen gominolas [hasta que] se hartan, damos comida y <u>se van haciendo grandes y se dividen y en el mismo momento se multiplican.</u>	6
	Ágata y Aída	Que el <u>azúcar</u> es malo para los dientes porque <u>es la comida de las caries</u> y se produce más.	1
2	Laura y Leonardo	Porque los <u>alimentos dulces</u> hacen que se <u>produzcan</u> más <u>bacterias</u> (caries) y que haga mal a los dientes. Porque ayudan a sacar la suciedad que alimenta a las bacterias (caries).// Es sano para el cuerpo y no sirve como alimento de las bacterias, <u>elimina la comida de las bacterias.</u>	6
	Lorenzo y Lucas	Porque los <u>alimentos dulces</u> ayudan a que se cree la vida de <u>las caries.</u>	1
	Leonor y Lázaro	Los alimentos dulces llevan azúcar y el <u>azúcar</u> alimenta a los <u>bichitos</u> que se llaman <u>caries.</u> // Porque no llevan azúcar y porque cepillarse los dientes no te hace caries ni [te hace] mal.	4
3	Valentín, Vera y Vanesa	Comer muchos <u>caramelos</u> hacen [da de] comer a las <u>bacterias.</u> // Cepillarte los dientes saca la placa dental y el azúcar.	3a
	Vicente y Víctor	Porque lavarse va bien para los dientes. Los alimentos dulces no van bien para los dientes.	0
4	Bernardo y Boris	Porque los amigos te ayudan a no romperse!// Porque los amigos te ayudan a no tropezar.	0
	Belinda y Bárbara	[Los <u>alimentos</u> dulces] Porque se te pegan en los dientes y producen <u>caries.</u> Porque hace que se te <u>coman las caries</u> y la comida buena va bien para que [se] te vayan las caries.	2
	Berta y Bianca	Porque los enemigos hacen que te salgan las caries, porque los buenos llevan alimentos que van bien para nuestra salud, si <u>comemos mucho azúcar damos comida a las bacterias</u> de los dientes.	4
1 y 2	Adolfo y Leticia	Porque el <u>azúcar es el alimento</u> que hace que las <u>bacterias</u> sean más grandes, y entonces se <u>parten por la mitad</u> y se <u>hacen más bacterias</u> y se producen las <u>caries.</u> //Son amigos porque limpian los dientes y eliminan las caries.	6

4 y 1	Bruno y Alicia	Porque los dulces tienen azúcar y se producen las caries. Y la comida que no tiene azúcar y no hace que se produzcan las caries. Y <i>el azúcar es el alimento de las caries</i> . Y se lo comen el azúcar, y cuando se hacen grandes se multiplican y tenemos caries.	2
-------	----------------	--	---

Tabla 5.2.1: Niveles de progresión de aprendizaje de las parejas al contestar a la pregunta A

Grupo(s)	Alumnos	¿Cómo puedes explicar que comer muchos caramelos casi siempre hace que se produzcan caries?	Nivel de PA
1	Adán y Álvaro	Creemos que tendrás <i>caries</i> porque si no se cepilla bien los dientes le puede quedar <i>azúcar</i> en los dientes.	1
	Ágata y Aída	Creemos que sí que tendrás caries <i>si no se cepilla bien</i> un diente, se le puede hacer una <i>caries</i> .	1
2	Laura y Leonardo	Es el <i>alimento de las bacterias</i> y de las <i>caries</i> y hacen que se haga [produzca] más.	4
	Lorenzo y Lucas	Porque los <i>dulces crean las caries</i> . Pero en los dientes hay bacterias que también ayudan a hacer la vida.	1
	Leonor y Lázaro	El <i>azúcar</i> de los dulces <i>alimenta a las bacterias</i> [que] <i>se van dividiendo y se hace las caries</i> .	6
3	Valentín, Vera y Vanesa	Porque los caramelos tienen <i>azúcar</i> y es <i>alimento</i> para las <i>bacterias</i> .	3b
	Vicente y Víctor	Porque los caramelos tienen <i>azúcar</i> y es <i>alimento</i> para las <i>bacterias</i> .	3b
4	Bernardo y Boris	¡Comiendo muchos <i>caramelos</i> se te producen <i>caries</i> !	1
	Belinda y Bárbara	Porque el dulce del <i>azúcar</i> se te pega en los dientes y el <i>bichito</i> se te <i>come el diente</i> .	3b

	Berta y Bianca	Pues porque los caramelos llevan azúcar y el <u>azúcar es la comida de las bacterias</u> de los dientes y entonces comen y comen y se <u>producen más</u> y más.	6
1 y 2	Adolfo y Leticia	Aunque te limpies los dientes se te <u>quedan</u> las <u>bacterias</u> .	3a
4 y 1	Bruno y Alicia	Pues que se guardan en los dientes y se hace una caries. Y si <u>comes</u> más <u>azúcar</u> , se <u>reproducen</u> más <u>caries</u> . Y si comes dulces tendrás todavía más, más y más y más.	2

Tabla 5.2.2: Niveles de progresión de aprendizaje de las parejas al contestar a la pregunta B

Para poder discutir mejor el resultado, se presenta en la Tabla 5.2.3 un resumen de los niveles de progresión de aprendizaje alcanzados por el alumnado:

Grupo(s)	Alumnos	Nivel de desempeño en la progresión de Aprendizaje	
		Pregunta A	Pregunta B
1	Adán y Álvaro	6	1
	Ágata y Aída	1	1
2	Laura y Leonardo	6	4
	Lorenzo y Lucas	1	1
	Leonor y Lázaro	4	6
3	Valentín, Vera y Vanesa	3a	3b
	Vicente y Víctor	0	3b
4	Bernardo y Boris	0	1
	Belinda y Bárbara	2	3b
	Berta y Bianca	4	6
1 y 2	Adolfo y Leticia	6	3a
4 y 1	Bruno y Alicia	2	2

Tabla 5.2.3: Resumen de los niveles de progresión de aprendizaje de las parejas

En la Tabla 5.2.3 se muestra cómo varía el nivel de PA del alumnado con relación a la respuesta dada para cada una de las dos preguntas. Adán y Álvaro, por ejemplo, en la primera pregunta fueron capaces de reconocer que las bacterias se reproducen (característica vital de un ser vivo), pero luego no supieron relacionar la cantidad de alimento disponible con esta función y solo dieron una respuesta descriptiva que relaciona la presencia de azúcar con la formación de caries. Vicente y Víctor son uno de los ejemplos más claros de la diferencia de niveles: en un primer momento no establecieron ninguna relación, se limitaron a repetir la pregunta en forma de respuesta, mientras que en la segunda respuesta demostraron tener bastante claro que el azúcar es el alimento de las bacterias, a las que atribuyeron de esta manera la función de alimentarse.

En cambio, Berta y Bianca complementaron su propia respuesta. Desde un primer momento fueron capaces de reconocer la presencia de bacterias y su capacidad de alimentarse y producir caries. Después, en la segunda cuestión, complementaron esta idea atribuyendo a la bacteria la función de reproducirse.

Aunque muchos alumnos fueron capaces de reconocer la presencia de las bacterias y su relación con el azúcar, algunos siguen confundiendo en este punto el agente con la causa, es decir, la bacteria con las caries, como es el caso de Ágata y Aída, Lorenzo y Lucas o Bernardo y Boris.

El caso de Adolfo y Leticia resulta interesante, ya que en la primera pregunta describían de forma bastante clara la relación entre el alimento, la bacteria y la consecuencia de la unión de estos dos factores: la formación de caries. Sin embargo, en la siguiente pregunta sólo identificaban la presencia de las bacterias en la boca.

La Tabla 5.2.3 nos permite afirmar que ocho parejas reconocieron la existencia de un ser vivo, al cual nombraron e incluso le atribuyeron funciones – como la de comer o de reproducirse. Por otro lado, de las cuatro parejas que no reconocieron la presencia de un ser vivo, tres de ellas fueron capaces de establecer una relación causal simple entre el azúcar y la caries.

5.2.2 REFLEXIONANDO SOBRE LOS ALIMENTOS

A continuación, se presenta la red sistémica y el mapa conceptual construido a partir de la respuesta a la primera pregunta de la lectura:

¿Por qué crees que dicen que los alimentos dulces son los enemigos de los dientes?

Y ¿por qué comer sano y cepillarse los dientes son los amigos?

El objetivo de esta pregunta era hacer que el alumnado reflexionase sobre los anuncios y argumentase las respuestas con sus propias palabras con el propósito de estimularles a reconocer y utilizar las pruebas presentadas en la información contenida. La respuesta esperada sería que los alimentos que contienen azúcar son considerados enemigos de los dientes y de la buena salud porque el azúcar es el alimento principal de las bacterias que producen las caries. Sin embargo, alimentarse bien y cepillarse los dientes nos ayuda a mantener una vida sana y a eliminar la mayoría de bacterias dentales, así como su alimento.

Para esta cuestión obtuvimos las siguientes contestaciones presentadas en la red sistémica Tabla 5.2.4:

ELEMENTOS Y PROCESOS DE INTERACCIÓN ENUNCIADOS				Categ.	Frecue.	%	
	Boca hay bacterias			1	2	8,0	
	Azúcar hace daño a los dientes			2	2	8,0	
Razones porqué los alimentos dulces son los enemigos de los dientes	Alimento	los dulces tienen azúcar		3	8	32,0	
		crean / produce las caries		4	8	32,0	
		el dulce/ azúcar es el alimento	caries	5	4	16,0	
			bacterias	6	6	24,0	
		Higiene	limpia los dientes		7	2	8,0
			hace bien para la salud		8	2	8,0
cepillarse elimina	suciedad		9	2	8,0		
	caries		10	2	8,0		
	comida de las bacterias		11	6	24,0		
Bacteria	necesita alimento		12	4	16,0		
	se reproduce	se divide	13	4	16,0		
		se multiplica	14	4	16,0		
	Procesos de interacción	Si come más azúcar	la bacteria crece más	se divide	produce más caries	15	4
la caries crece más			16			2	8,0
tendrás más bacterias			17	2	8,0		
Razones porqué los alimentos sanos son los amigos de los dientes	Sano no	produce las caries		18	8	32,0	
		no es alimento de las bacterias		19	2	8,0	
Conceptos	Confusión entre caries y bacterias			20	10	40,0	
No contesta con coherencia				21	4	16,0	

Tabla 5.2.4: Elementos enunciados en la reflexión sobre los alimentos

Como podemos observar en la Tabla 5.2.4, el alumnado presenta diferentes razones para argumentar porqué los alimentos dulces son considerados “enemigos” o nocivos para la salud. Entre otras cosas, afirman que los alimentos dulces contienen azúcar y que este es el alimento de la *caries* (bacterias), o que en la boca tenemos bacterias que necesitan alimentarse y que por ese motivo hemos de cepillarnos bien los dientes, para eliminar la suciedad y la *comida de las bacterias*. Para justificar que los alimentos sanos son buenos para la salud, el alumnado contestó que estos no producen las caries o que no son alimento para las bacterias. Sin embargo, observamos mucha confusión sobre la diferencia entre caries y bacterias, como podemos observar en el siguiente ejemplo:

“Que el azúcar es malo para los dientes porque es la comida de las caries y se produce más” (Ágata y Aída, 7 años – Grupo 1)

Es evidente la confusión entre bacteria y caries, ya que la caries no es sino una enfermedad generada por la acción de las bacterias que pueden nutrirse del azúcar.

En la Figura 5.2.1 observamos otra representación diferente de las respuestas del los alumnos y las alumnas, la cual nos da la posibilidad de visualizar las relaciones que se establecen entre los principales puntos:

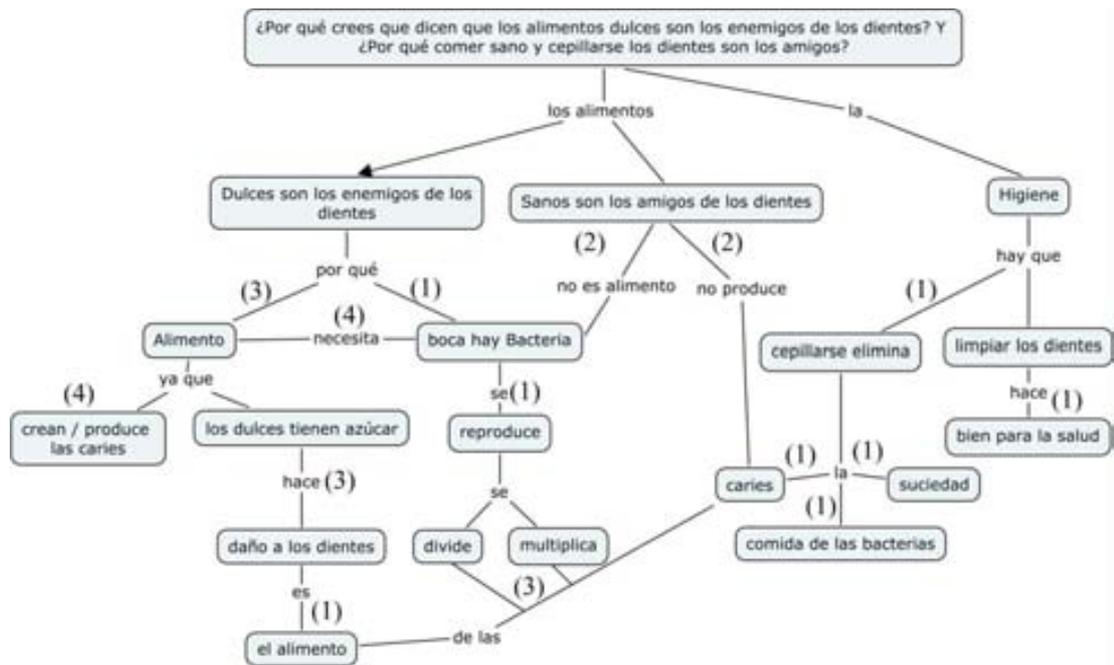


Figura 5.2.1: Mapa conceptual formulado a partir de las respuestas a la pregunta A

A partir de este mapa conceptual se pretende demostrar que el alumnado es capaz de relacionar las distintas razones que justifican porqué los alimentos dulces son los “enemigos” de los dientes, mientras que los sanos son considerados “amigos”. Para ello, se hace referencia a la higiene dental como un factor importante que influye en el desarrollo de las caries. Los estudiantes consideran que los alimentos dulces son

“enemigos”, ya que es el alimento que produce las caries, al mismo tiempo que consideran que en la boca hay bacterias que se reproducen. Por su parte, creen que los alimentos sanos no sirven de alimento para las bacterias presentes en la boca. A continuación, se presentan algunos ejemplos que demuestran las relaciones mencionadas:

“En la boca hay bacterias que necesitan alimento para vivir. Al comer les damos, comen gominolas [hasta que] se hartan, damos comida y se van haciendo grandes y se dividen y en el mismo momento se multiplican” (Adán y Álvaro, 7 años – Grupo 1)

“Porque los dulces tienen azúcar y se producen las caries. Y la comida que no tiene azúcar y no hace que se produzcan las caries. Y el azúcar es el alimento de las caries. Y se lo comen el azúcar, y cuando se hacen grandes se multiplican y tenemos caries” (Bruno y Alicia, 7 años – Grupos 4 y 1)

5.2.3 ¿COMER MUCHOS CAMELOS PUEDE PROVOCAR CARIES?

La historia continúa y uno de los dos amigos le dice al otro que aunque comiera muchos caramelos no tendría caries porque se cepilla siempre los dientes. A partir de este planteamiento, pedimos a los alumnos y las alumnas que contestasen a la siguiente cuestión:

¿Cómo puedes explicar que comer muchos caramelos casi siempre produzca caries?

El objetivo de esta pregunta era animar al alumnado a crear hipótesis basadas en sus conocimientos, lo que nos permitiría analizar las pruebas que utilizan para justificar las preguntas. La respuesta esperada para esta pregunta es la siguiente: comer muchos caramelos hace que se acumule azúcar entre los dientes y, puesto que este es el alimento de las bacterias, se reproducirían más rápidamente, lo que provocaría el

desarrollo de las caries. A continuación, podemos observar en la red sistémica (Tabla 5.2.5) que el alumnado contestó a partir de diferentes puntos de vista:

ELEMENTOS Y PROCESOS ENUNCIADOS		Categ.	Frecue.	%
Comer muchos caramelos nos produce caries por	Limpieza no cepillar bien	1	4	16,0
	queda azúcar	2	4	16,0
	queda bacterias	3	2	8,0
				0,0
	Azúcar está en los dulces	4	8	32,0
	alimento de las bacterias	5	10	40,0
	influyen en la reproducción	6	6	24,0
	"crea" la caries	7	2	8,0
	Bacterias "hace" las caries	8	2	8,0
	se reproduce/ divide	9	4	16,0
	se nutre (se alimenta de azúcar)	10	10	40,0
	Bicho come el diente	11	2	8,0
Repiten la pregunta/ Sin coherencia	12	4	16,0	

Tabla 5.2.5: Elementos enunciados en la pregunta B

La mayoría de los alumnos contestó que comer muchos caramelos produce caries porque el azúcar que contienen los dulces es el alimento de las bacterias y la cantidad influye en la reproducción de éstas. Sin embargo, algunos alumnos todavía creen en la idea de un *bicho que come el diente*.

A continuación, presentamos en la Figura 5.2.2 el mapa conceptual construido a partir de las respuestas de los estudiantes, el cual nos permite observar su manera de pensar y las relaciones que han establecido:

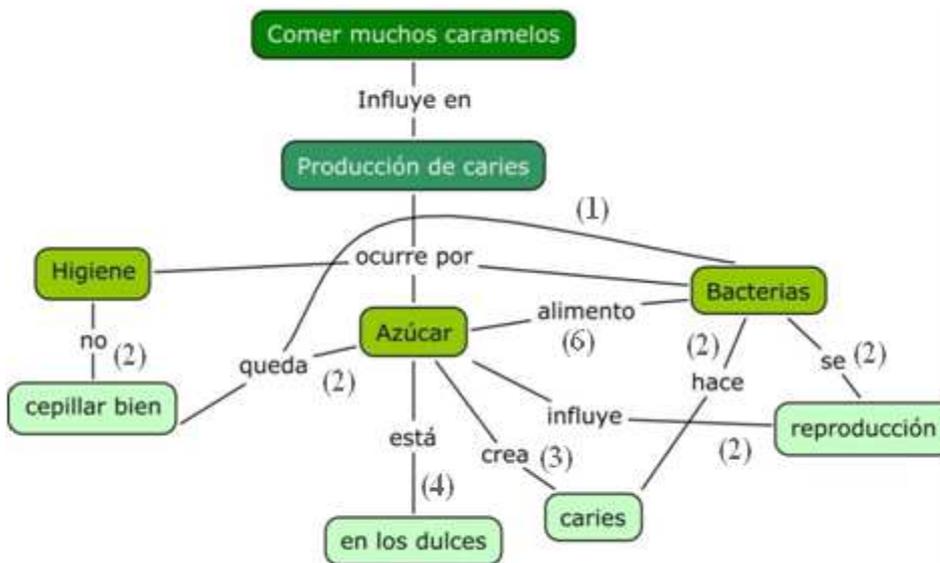


Figura 5.2.2: Mapa conceptual formulado a partir de las respuestas en la pregunta B

En la Figura 5.2.2 se muestran las diversas relaciones y direcciones del raciocinio de los alumnos. Se observa que el azúcar y las bacterias están directamente relacionados, así como las bacterias lo están con la higiene. A continuación, se presentan algunos ejemplos:

“Pues, porque los caramelos llevan azúcar y el azúcar es la comida de las bacterias de los dientes y entonces comen y comen y se producen más y más”
(Berta y Bianca, 7 años – Grupo 4)

“El azúcar de los dulces alimenta a las bacterias [que] se van dividiendo y se hace las caries” (Leonor y Lázaro, 7 años – Grupo 2)

5.2.4 CONCLUSIONES CON RELACIÓN A LA ACTIVIDAD LECTORA

En la tercera sesión de la unidad didáctica el alumnado presentó una evolución importante en el proceso de progresión de aprendizaje como hemos podido constatar, ya que:

- Un 68% del alumnado (17 de los 25 alumnos) ya reconocía la existencia de un ser vivo;
- Reconocían dos características de los seres vivos en las bacterias, añadiendo al modelo ser vivo la necesidad de **alimentarse y reproducirse**;
- Sin embargo, seguían **confundiéndose**, aunque en menor medida, los conceptos *bacteria y caries*.

El nivel del alumnado sigue avanzando, como podemos observar en la Figura 5.2.3:

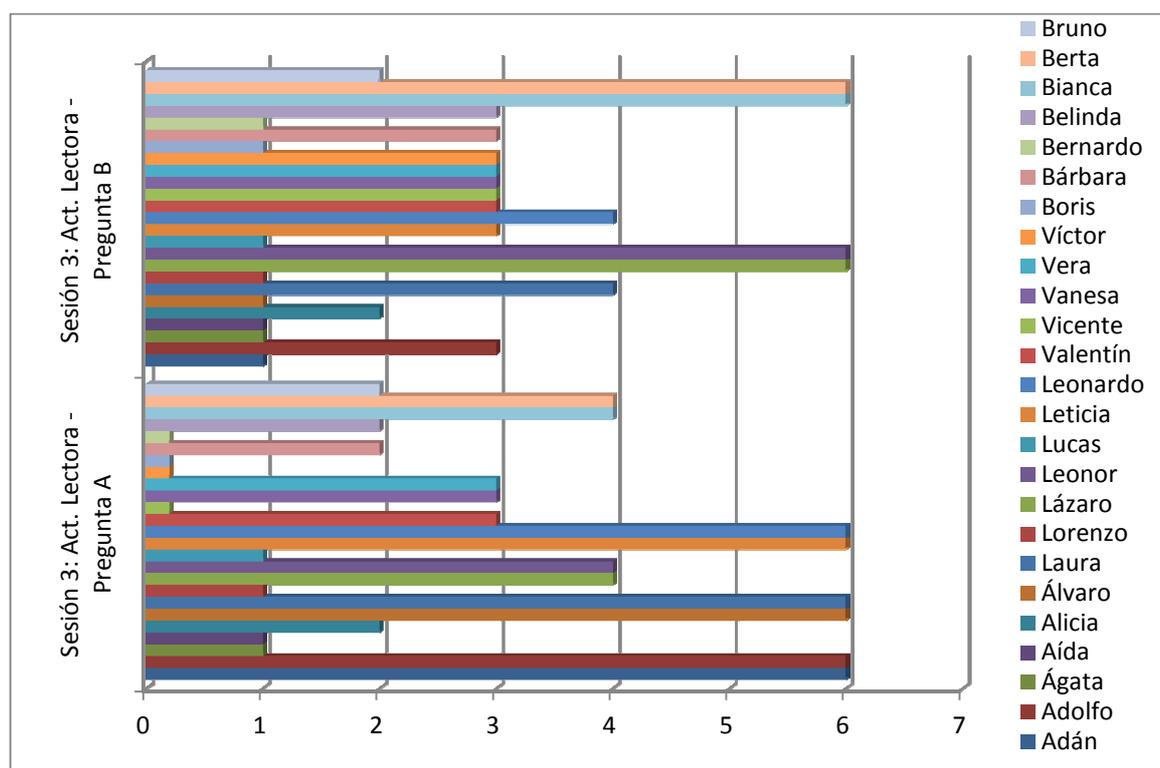


Figura 5.2.3: Distribución de los niveles de progresión de aprendizaje individuales.
Sesión 3: Actividad Lectora

La lectura de un material sencillo con preguntas relacionadas con el día a día de los alumnos resultó de gran ayuda en el proceso de construcción del modelo ser vivo, ya que les permitió sentirse parte de la historia y contestar con mayor facilidad a los problemas planteados. En esta actividad, el alumnado pudo relacionar los conceptos que habíamos trabajado con sus experiencias particulares, lo que estimuló y desarrolló su capacidad de reconocer y utilizar las pruebas que les fuimos proporcionando.

A través de las informaciones recopiladas en el texto y la formulación de preguntas al alumnado, estos fueron capaces de reconocer que las bacterias, bajo determinadas condiciones, como la presencia de alimento abundante y la ausencia de higiene, pueden llegar a reproducirse y formar caries.

Al utilizar como ejemplo las bacterias presentes en el proceso de formación de las caries, se creó un contexto real y concreto para la enseñanza del modelo ser vivo. Schwarz et al. (2009) afirman que sería de poca utilidad para los estudiantes aprender ciencias de manera descontextualizada y abstracta, describiendo la naturaleza o la finalidad de los modelos sin poder utilizar estos conocimientos para orientar su desarrollo y la utilización de los mismos.

5.3 LA ACTIVIDAD COMPARATIVA

- Analizar los modelos finales presentados individualmente y en grupo con relación al ser vivo estudiado, concretamente las bacterias.

Para finalizar la unidad didáctica y demostrar que las bacterias también son seres vivos, decidimos compararlas con un conejo, ya que este animal fue el objeto de estudio del curso anterior a través del cual construyeron por primera vez el modelo ser vivo.

Para realizar esta tarea, les repartimos una hoja con el siguiente enunciado: *Dibuja y escribe: ¿Qué pruebas tienes que las bacterias del yogur son seres vivos? Piensa en el conejo*, acompañada de un cuadro en blanco donde aparecía a un lado la palabra *Conejo* y al otro, *Bacteria*. La Tabla 5.3.1 muestra la respuesta de cada alumno. Se destacan en rojo las características del ser vivo atribuidas al conejo y a la bacteria. En la última columna, presentamos los niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje de cada intervención en relación a la bacteria (que discutiremos más adelante).

Al conejo no le atribuimos niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje, puesto que no seguimos la enseñanza y progresión en la construcción del modelo ser vivo a partir de este animal. Consideramos que el conejo es un modelo ya construido que nos ayuda para cotejar el conocimiento del modelo que aquí estamos (re)construyendo, es decir, la bacteria como ser vivo.

ALUMNO/A	CONEJO	BACTERIA	Nivel PA	
Grupo 1	Adán	El conejo es un <i>ser vivo</i> que <i>come, respira</i> y hace <i>caca, pipi</i> y <i>escucha</i>	La bacteria es un <i>ser vivo</i> que <i>come</i> y <i>respira</i>	7
	Adolfo	Es un animal que tiene las orejas muy largas y <i>come</i> zanahoria y <i>salta</i> mucho y hace madrigueras como cuevas y come zanahoria e hierbas	La bacteria es una cosa que <i>está en la boca</i> que <i>come</i> los dientes como si fuera un murciélago	3b
	Ágata	El conejo es un <i>ser vivo, come, respira, mira</i> , es un animal, son <i>mamíferos</i>	La bacteria es un <i>ser vivo, come, respira</i> , es un animal, son <i>mamíferos</i>	7
	Aída	Es un <i>ser vivo, come</i> , pueden <i>respirar, miran</i> , es un animal, son <i>mamíferos</i>	Las bacterias son <i>seres vivos</i> , pueden <i>respirar, miran</i> , es un animal, es un <i>ser vivo</i> .	7
	Alicia	Faltó a clase		
	Álvaro	El conejo es un <i>ser vivo, come, respira</i> y hace <i>pipi</i> y <i>caca</i>	Las bacterias son <i>seres vivos, comen</i> y <i>respiran</i>	7
Grupo 2	Laura	Los conejos son <i>seres vivos, comen, respiran, hace caca</i> y <i>pipi</i>	Las bacterias son <i>seres vivos, comen</i> azúcar, <i>respiran</i> . Hay bacterias malas y buenas, es un animal.	7
	Lorenzo	El conejo <i>salta</i> , no vuela y hace <i>caca</i>	Pero la bacteria <i>no salta</i> , sí que <i>nada</i> y <i>no hace caca</i>	7
	Lázaro	Es un animal que es un <i>mamífero</i> que <i>come</i> paja, y es <i>herbívoro</i> y también <i>come</i> zanahoria	La bacteria es una cosa muy pequeña y algunas son malas	0
	Leonor	El conejo es un animal, va <i>saltando</i> y coge la <i>comida</i> , son animales <i>mamíferos</i> y <i>herbívoros</i>	La bacteria es un bichito, algunos hacen <i>dolor</i> de barriga, los otros hacen <i>daño</i> a los <i>dientes</i> y algunos a los pies, hongos	3b
	Lucas	El conejo hace <i>hijitos</i>	Las bacteria algunas ayudan a que crezcan las <i>células</i>	0
	Leticia	El conejo es un <i>ser vivo</i> <i>mamífero, come, respiran, mira</i> , son animales	La bacteria es un <i>ser vivo</i> no <i>mamífero, come, respira, mira</i> son animales	7
	Leonardo	El conejo es un <i>ser vivo</i> , está formado de <i>células</i> y <i>come</i> .	Las bacterias son <i>seres vivos</i> y algunas bacterias son <i>células</i>	7
Grupo 3	Valentín	El conejo es un <i>ser vivo, come, respira</i> y hace <i>pipi</i> y <i>caca</i>	La bacteria es un <i>ser vivo, respira, come</i> azúcar, hay bacterias buenas y malas. La bacteria es buena y la del yogur, y la de las caries es mala.	7
	Vicente	El conejo es un <i>ser vivo</i> . El conejo sin <i>beber</i> agua no vive,	La bacteria es un <i>ser vivo</i> , la bacteria es <i>pequeña</i>	7

		<i>sin comer tampoco puede vivir</i>		
	Vanesa	<i>El conejo hace... Y también cuida a sus hijos y los alimenta con su teta y los hace dormir con una musiquita y le... da de comer zanahoria.</i>	<i>Las bacterias tienen enfermedades de lo que comemos. Y las bacterias son seres vivos y hacen mal y las caries, las bacterias son...</i>	7
	Vera	<i>El conejo es ser vivo, el conejo salta, si tiene cabeza, el conejo come</i>	<i>La bacteria es un ser vivo, no tiene cabeza, la bacteria come</i>	7
	Víctor	<i>El conejo es un ser vivo, ni todos las bacterias son buenas, también hay malas</i>	<i>La bacteria es un ser vivo, también hay malas</i>	3a
Grupo 4	Boris	<i>El conejo es un ser vivo, es muy suave, el conejo tiene cerebro, tiene pulmones, tiene color</i>	<i>La bacteria es un ser vivo, tiene pulmones, la bacteria tiene color</i>	7
	Bárbara	Faltó a clase		
	Bernardo	<i>El conejo es un ser vivo, el conejo es peludo, el conejo no puede vivir sin agua ni comida</i>	<i>La bacteria es un ser vivo, la bacteria es pequeña</i>	3a
	Belinda	<i>El conejo es un ser vivo, camina, come, tiene hijos, no tiene ropa</i>	<i>La bacteria camina, la bacteria tiene color, come, tiene hijos y no tiene ropa</i>	7
	Bianca	<i>El conejo es un ser vivo, el conejo come, el conejo ve</i>	<i>Y la bacteria también es un ser vivo y también... Y la bacteria también ve</i>	7
	Berta	<i>El conejo es un animal mamífero, y puede tener más de 9 hijos en un día, es un animal doméstico</i>	<i>La bacteria es un ser vivo que puede ser malo o bueno, no es un animal doméstico</i>	3a
	Bruno	<i>Es un animal herbívoros que hace caca y hijos, pero NO hace huevos, hace como los humanos y tiene las orejas grandes</i>		0

Tabla 5.3.1: Comparación: Seres vivos: conejos y bacterias

A partir de la Tabla 5.3.1 hemos construido una red sistémica con la intención de seguir ordenando los datos y permitir al lector una mejor visualización de los elementos y procesos más citados por el alumnado (Tabla 5.3.2):

ELEMENTOS Y PROCESOS ENUNCIADOS		Categ.	Frecue.	%	
Conejo	Come	1	17	74	
	Respira	2	7	30	
	Hace	Caca	3	6	26
		Pipi	4	4	17
		Salta	5	5	22
		Hijos	6	5	22
	Escucha	7	1	4	
	Mira	8	3	13	
	Formado por células	9	1	4	
	Bebe	10	3	13	
	Es un ser vivo	11	15	65	
Bacteria	Come	Come	12	9	39
		Diente	13	1	4
		Azúcar	14	2	9
	Respira	15	7	30	
	Está en la boca	16	1	4	
	No	Hace caca	17	1	4
		Salta	18	1	4
		Es mamífero	19	1	4
	Hay buenas y malas	20	7	30	
	Es un ser vivo	21	15	65	

Tabla 5.3.2: Elementos y procesos enunciados en la comparación entre el conejo y la bacteria

En la red sistémica observamos que un 65% del alumnado reconoce de manera explícita que el conejo es un ser vivo; el mismo porcentaje manifiesta que la bacteria también lo es. En cuanto a las características del ser vivo, un 74% de los estudiantes afirma que el conejo **come**, mientras que en el caso de la bacteria el porcentaje se reduce al 52% (dentro de este porcentaje, un 39% señala simplemente que la bacteria come, un 4% que come el diente y un 9% que se alimenta de azúcar). Otra característica importante reconocida tanto en el conejo como en la bacteria es la de **respirar**: un 30% de los estudiantes sentenciaron que tanto el conejo como la bacteria ejercen esta función. En cuanto al elemento *hijos*, podemos inferir que hace referencia a la **reproducción** de los seres vivos, ya que en las sesiones anteriores de

la unidad didáctica los alumnos y las alumnas afirmaron que las bacterias se reproducen, se dividen o se multiplican.

A continuación, presentamos en la Figura 5.3.1 el mapa conceptual construido a partir de las respuestas individuales de los estudiantes, el cual nos permite observar su manera de pensar y las relaciones que han establecido. En naranja están remarcadas las características en común del conejo y de la bacteria, en azul claro las atribuidas solo al conejo y en amarillo las de la bacteria:

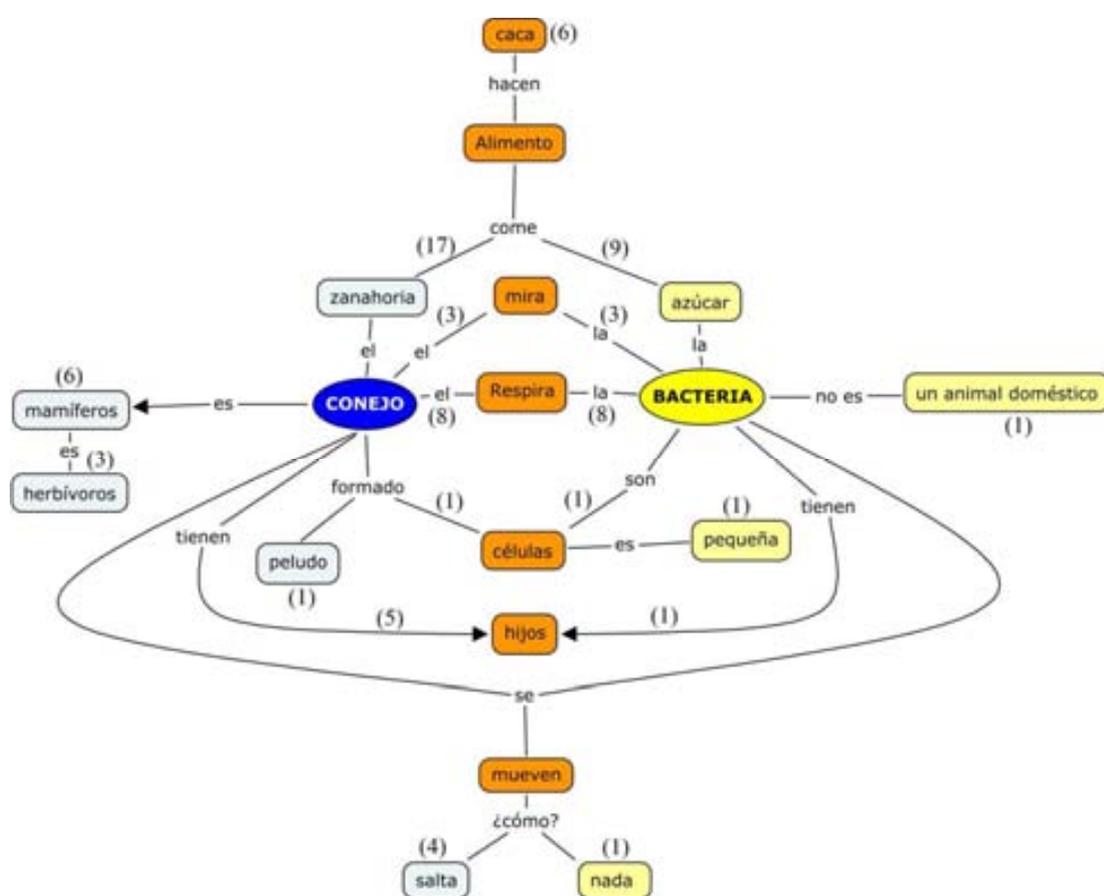


Figura 5.3.1: Mapa conceptual formulado a partir de la comparación individual de dos seres vivos

El mapa conceptual recoge las principales ideas individuales de todos los alumnos, hecho que nos permite construir la relación entre ellas. Notamos que la función de alimentarse está relacionada con la de excretar (*hacen caca*). Además, los alumnos determinaron el alimento de cada ser vivo: el conejo come *zanahoria* y la bacteria

azúcar. Así mismo, también resaltan la función de moverse: según afirman el conejo *salta*, mientras que la bacteria *nada*. Del mismo modo, podemos identificar ideas referentes al conejo, como la de tratarse de un *mamífero, herbívoro, peludo formado por muchas células*; y a la bacteria: *una célula pequeña que no es un animal doméstico*.

Las principales características en común citadas por el alumnado son: alimentarse, respirar, *tener hijos* y moverse, además de contener células en su formación y *hacer caca*.

5.3.1 CONCLUSIONES CON RELACIÓN A LA ACTIVIDAD COMPARATIVA INDIVIDUAL

Para realizar un análisis desde la perspectiva de la progresión de aprendizaje, nos fijamos en la última columna de la Tabla 5.3.1, en la cual presentamos los niveles individuales determinados para cada intervención.

Allí, observamos que un 65% del alumnado (15 niños/as) se encuentra en el **nivel 7** de progresión de aprendizaje, ya que fueron capaces de reconocer y atribuir características de los seres vivos a las bacterias al compararlas con el conejo.

Por otro lado, un 21% de los niños y las niñas (5 alumnos/as) apenas fue capaz de atribuir alguna función a la bacteria, (generalmente sólo reconocieron la de alimentarse). A estos alumnos les hemos atribuido el **nivel 3**.

Finalmente, un 13% (3 alumnos) fue clasificado en el **nivel 0** de progresión de aprendizaje, ya que NO atribuyeron funciones características de los seres vivos a la bacteria.

5.3.2 COMPARANDO EL CONEJO Y LA BACTERIA EN GRUPO

Más adelante en la sesión, construimos con el grupo clase un cuadro comparativo de los dos seres vivos a partir de las ideas individuales. Tanto la discusión como el montaje del cuadro fueron responsabilidad de la maestra; cuando ésta presentaba dudas sobre la corrección o fiabilidad de las ideas, la investigadora intervenía para

explicar la información. A continuación, presentamos la Tabla 5.3.3 con la transcripción de las ideas recogidas en el cuadro colgado en la pizarra. En la Figura 5.3.2 (que se puede consultar en la página 243) se encuentra la fotografía del cuadro original.

Conejo	Bacteria
Está formado por muchas células	Solamente tiene una célula
Es un ser vivo mamífero	Es un ser vivo no mamífero
Cambios corporales evolutivos (tamaño, color, sentido)	No cambia
Cuando nace, necesita de la madre	No necesita la madre
Para nacer, se necesita un macho y una hembra	Solamente se necesita una célula que se divida
Come cosas diferentes. Necesita boca	Come azúcar y no tiene boca, lo absorbe
Se relaciona con los sentidos y recibe información	Se relaciona y recibe la información con todo el cuerpo
El cuerpo tiene varias partes diferentes	Una única parte igual
Tiene órganos	No tiene órganos
Hace caca	Expulsa un líquido
Se muere	No se muere, hibernan
El conejo no se divide para reproducirse. Se van dividiendo las células para formar un individuo	Se divide
Respira por la boca y por la nariz	Respira en todo el cuerpo
Come para crecer y vivir	Come para reproducirse

Tabla 5.3.3: Comparación entre el conejo y la bacteria en grupo

La Tabla 5.3.3 muestra las ideas individuales que se tuvieron en cuenta y que se fueron mejorando durante la discusión grupal con la intervención de la maestra. En azul aparecen los nuevos elementos incorporados a la discusión.

Algunas ideas nuevas referentes principalmente a la forma física de los dos seres vivos, como la boca en el conejo y su ausencia en la bacteria, fueron introducidas al modelo con el auxilio de la maestra.

También se discutió sobre algunos procesos fisiológicos, como el hecho de que el conejo *haga caca* y que, por el contrario, la bacteria *expulse un líquido*. De igual manera, a partir de la discusión en grupo se construyó la idea de los *cambios corporales* en el conejo y su ausencia en la bacteria, así como las *distintas partes del cuerpo* del conejo, en contraposición a *una única parte igual* en la bacteria.

La intervención de la maestra generó en un momento dado cierta confusión que no llegó a quedar clara para los alumnos. Un alumno afirmó que las bacterias se dividen, idea que fue complementada con la aseveración de que el conejo *no se divide*. En ese momento, la maestra cayó en la cuenta de que las células del cuerpo del animal sí se dividen para reproducirse y crecer, y decidió escribir en letra pequeña – para que el cuadro no contuviese información errónea, pero sin explicar muy bien a los alumnos, lo siguiente: *el conejo no se divide para reproducirse, se van dividiendo las células para formar un individuo*.

En cuanto a la respiración, un gran número de alumnos afirmó que los dos seres vivos respiraban, por lo que se decidió añadir la información de que el conejo respira *por la boca y la nariz*, mientras que la bacteria lo hace *por todo el cuerpo*.

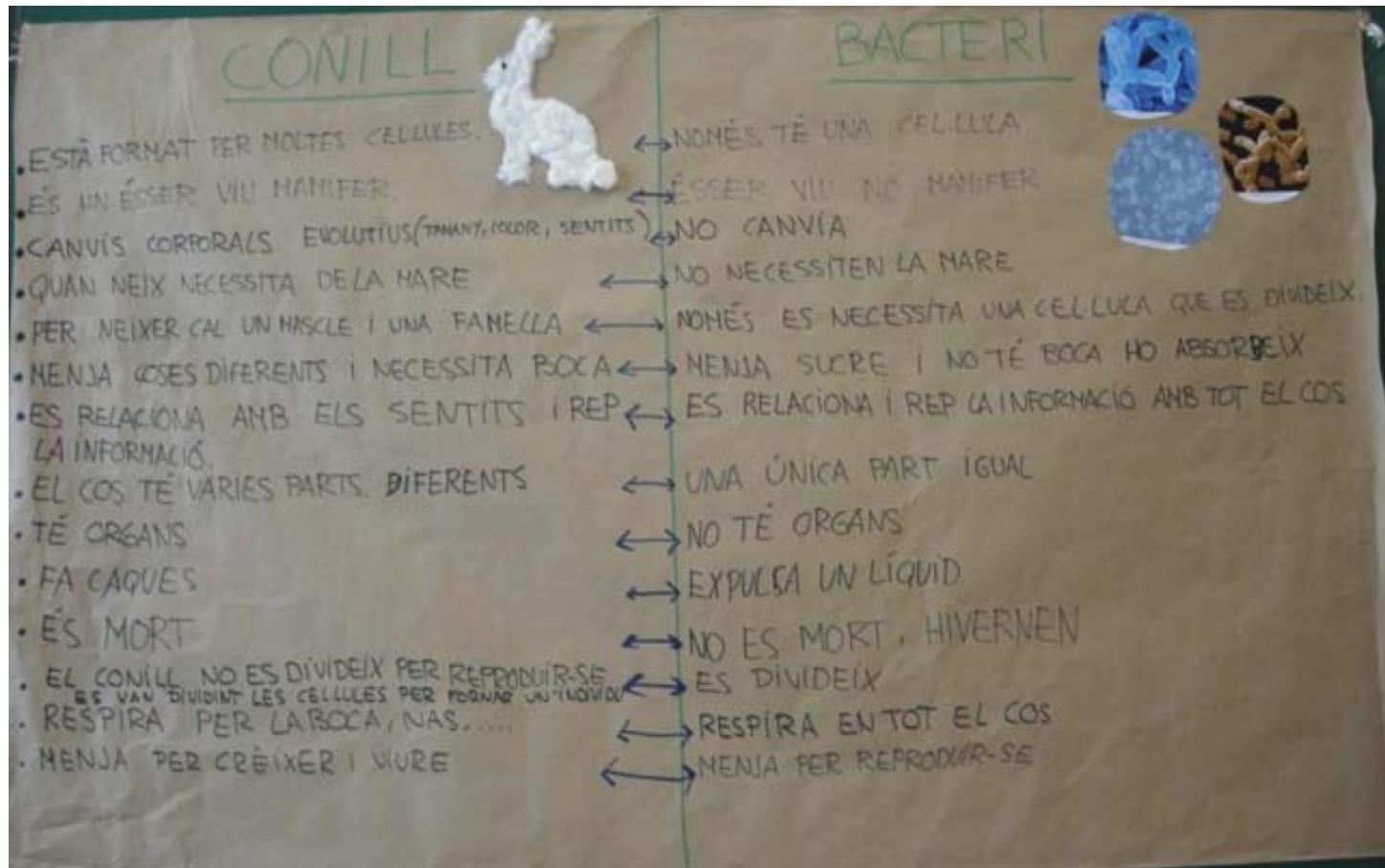


Figura 5.3.2: Cuadro comparativo de los seres vivos construido en grupo

5.3.3 CONCLUSIONES CON RELACIÓN A LA ACTIVIDAD COMPARATIVA

Tras finalizar la presente unidad didáctica, podemos observar que al menos 15 de los 23 alumnos que asistieron a esta clase (un 65%):

- Reconocen a las **bacterias** como **seres vivos**;
- Reconocen dos características de los seres vivos (alimentarse y reproducirse) a la que ahora añaden la necesidad de **respirar**;
- Reconocen que existen bacterias **benéficas** y **nocivas** para la salud humana;
- Reconocen maneras diferentes de realizar las mismas funciones en distintos seres vivos.

En la Figura 5.3.3 podemos observar la progresión de los alumnos en la sesión 4:

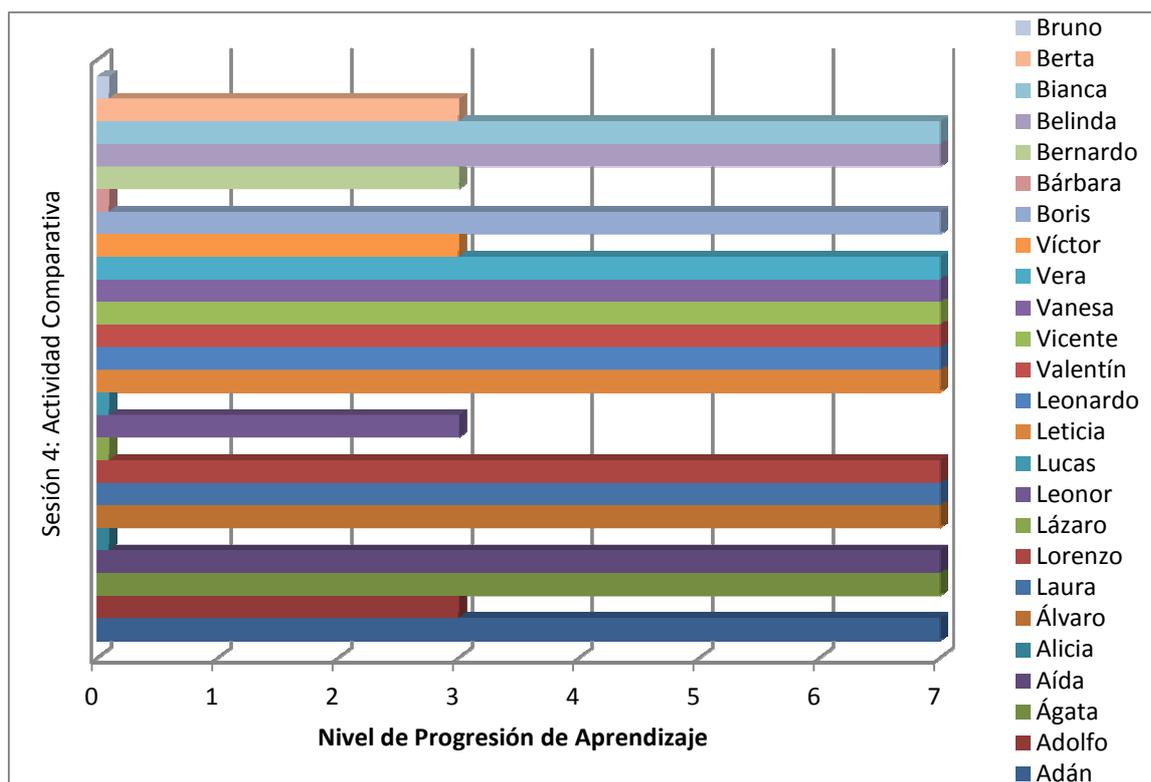


Figura 5.3.3: Distribución de los niveles de progresión de aprendizaje individuales: Sesión 4

Al comparar el conejo y la bacteria, los niños y las niñas recordaron los conceptos estudiados y construidos en el curso anterior y fueron capaces de aplicarlos a un nuevo ser vivo completamente distinto e invisible a simple vista. Esta comparación permitió que añadiesen al modelo el concepto de célula, nunca antes estudiado. Todo ello nos hace pensar que contar con diferentes objetos de estudio, como el conejo y la bacteria, favorece el desarrollo y la atribución de las mismas características a otros seres vivos, por distintos que estos sean.

Comparar las funciones visibles y táctiles de ambos seres vivos, por ejemplo, favorece la comprensión y la aplicación del modelo a construir y, además, desarrolla puntos de vista cada vez más sofisticados.

Así mismo, la intervención de la maestra en la construcción del cuadro comparativo final, ha influido positivamente en el avance del modelo, concretando ideas y formalizando conceptos dichos brevemente por el alumnado.

Byrne (2003) sentencia que se han de tener en cuenta las ideas propuestas por los niños para que el aprendizaje constructivo tenga lugar, hecho que supone un gran reto para maestros e investigadores, quienes han de ser capaces de cambiar las ideas erróneas y resistentes de manera apropiada.

5.4 AUTOEVALUACIÓN INICIAL Y FINAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE LAS CARIES Y LAS BACTERIAS

Los alumnos contestaron al inicio y al final de la secuencia didáctica un cuestionario KPSI en el que se planteaban 6 preguntas relacionadas con el proceso de formación de las caries. A continuación, se presentan los gráficos comparativos entre el cuestionario inicial y el final, que muestran la evolución de la autoevaluación que hacen los alumnos sobre lo que han aprendido.

La primera pregunta hacía referencia a las caries: *¿Sabes qué pasa en los dientes cuando tenemos caries?* En la Figura 5.4.1 podemos observar la evolución del conocimiento sobre esta cuestión:

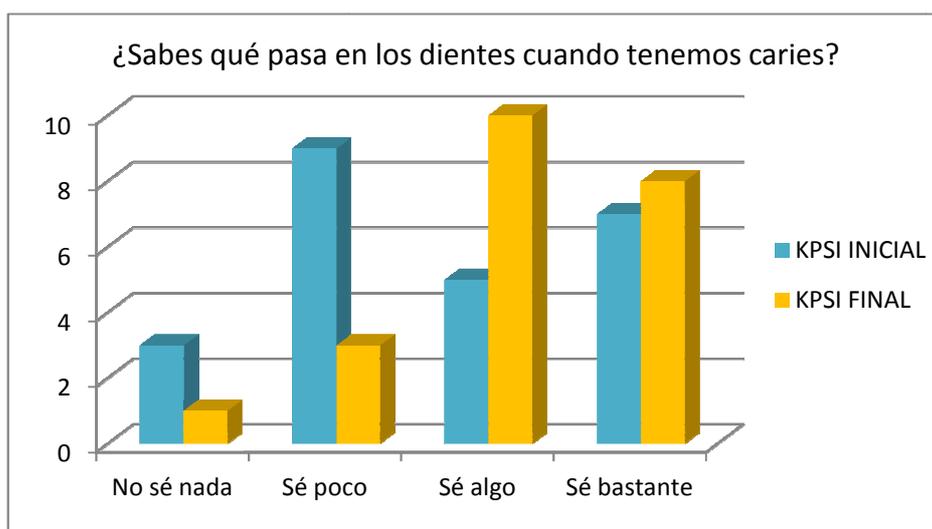


Figura 5.4.1: Comparación KPSI: *¿Sabes qué pasa en los dientes cuando tenemos caries?*

Como podemos observar, gran parte de los alumnos contestó inicialmente que sabía poco sobre lo que ocurría en los dientes cuando tenemos caries; sin embargo, al final de la UD la mayoría contestó saber algo o bastante sobre el asunto.

La siguiente cuestión: *¿Sabes qué es una bacteria?* (Figura 5.4.2) se centra en una de las ideas clave trabajada durante la unidad didáctica.

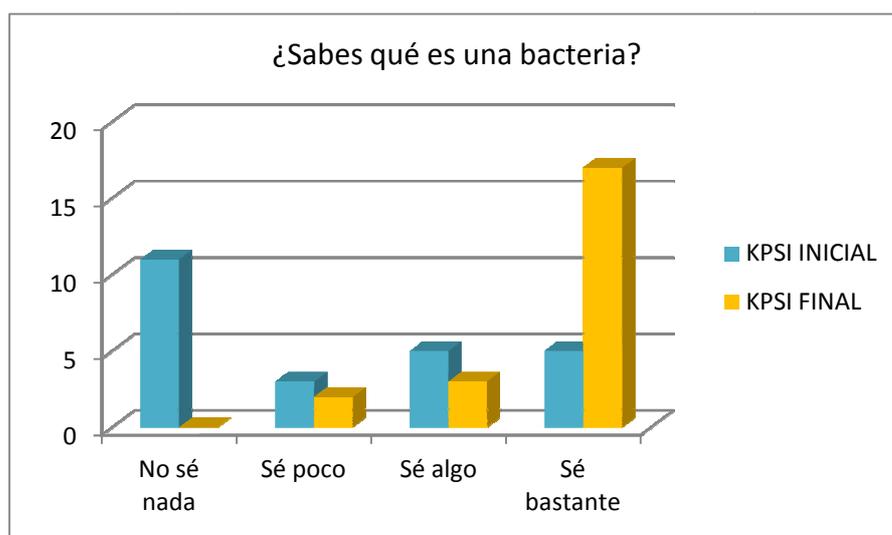


Figura 5.4.2: Comparación KPSI: *¿Sabes qué es una bacteria?*

En esta cuestión se observa un cambio muy acentuado. En el KPSI inicial la mayoría de los alumnos y las alumnas había contestado no saber nada sobre lo que era una bacteria, mientras que en el KPSI final casi la totalidad del alumnado contestó que sabía bastante.

Las cuestiones que se presentan a continuación hacen referencia a las bacterias y sus características: *¿Sabes cuál es el tamaño de una bacteria?* (Figura 5.4.3) y *¿Sabes qué necesita para vivir la bacteria?* (Figura 5.4.4).

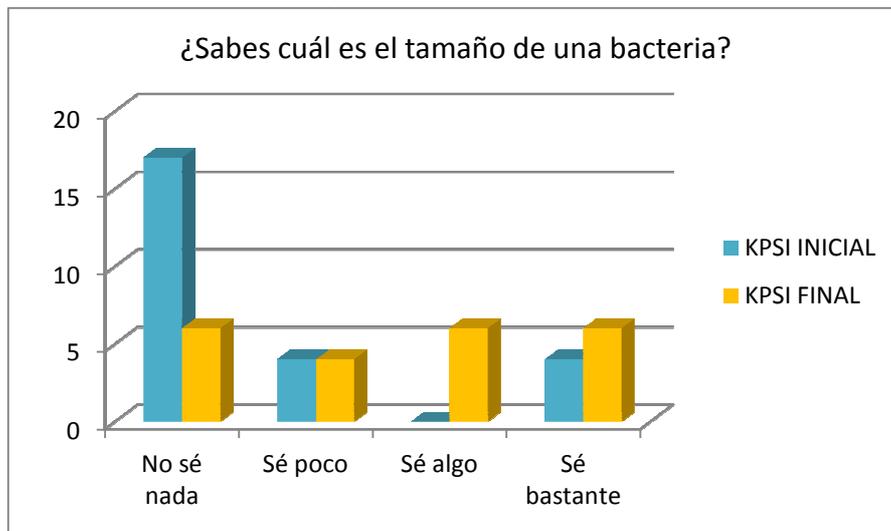


Figura 5.4.3: Comparación KPSI: ¿Sabes cuál es el tamaño de una bacteria?

Sobre el tamaño de la bacteria, la mayoría de los estudiantes no sabía nada inicialmente y al final de la unidad didáctica muchos continuaban sin tenerlo muy claro, como observamos por la variedad de respuestas. El tamaño de las bacterias sólo se abordó de manera explícita cuando la maestra explicó que el *bichito* de la caries era en realidad una bacteria muy pequeña que no se podía ver sin el uso de un microscopio.

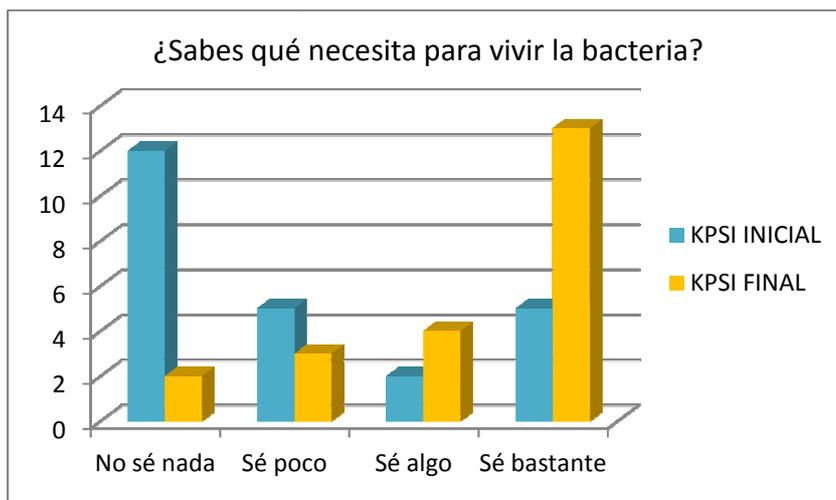


Figura 5.4.4: Comparación KPSI: ¿Sabes qué necesita para vivir la bacteria?

Cuando preguntamos sobre las necesidades de la bacteria para vivir, la gran mayoría de los alumnos contestó – en el cuestionario inicial – que no sabía nada; aun así las respuestas fueron desiguales. Al final de la unidad didáctica, un mayor número de alumnos afirmó saber bastante sobre las necesidades de las bacterias, por lo que la variación en las contestaciones fue menor. Este aspecto fue trabajado de manera específica cuando elaboramos el yogur y estudiamos las condiciones del medio en las que producirlo tales como la temperatura o la presencia del azúcar para acelerar el proceso de “transformación” de la mezcla – formada por leche, azúcar y un poco de yogur, puesta en una temperatura adecuada – en yogur.

Las dos últimas preguntas del cuestionario hacían referencia a la relación de las bacterias con los seres vivos: *¿Crees que las bacterias son seres vivos?* (Figura 5.4.5) y *¿Sabes si todas las bacterias son benéficas a la salud?* (Figura 5.4.6)

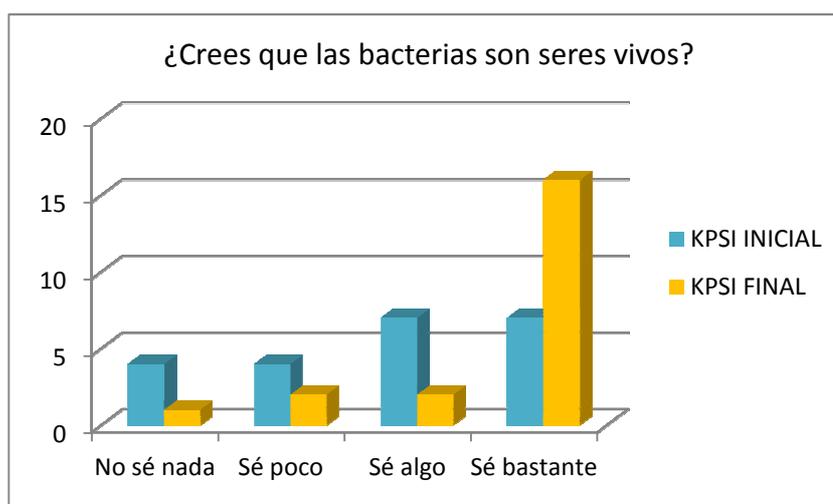


Figura 5.4.5: Comparación KPSI: *¿Cree que las bacterias son seres vivos?*

Aunque muchos alumnos y alumnas contestaran saber bastante sobre si la bacteria era o no un ser vivo, las respuestas fueron muy variadas, lo que nos hace pensar que no todo el mundo en el grupo tenía el mismo nivel de conocimiento. Sin embargo, en el KPSI final casi la totalidad del alumnado demostraba saber que las bacterias eran seres vivos y sólo una minoría albergaba dudas sobre el tema.

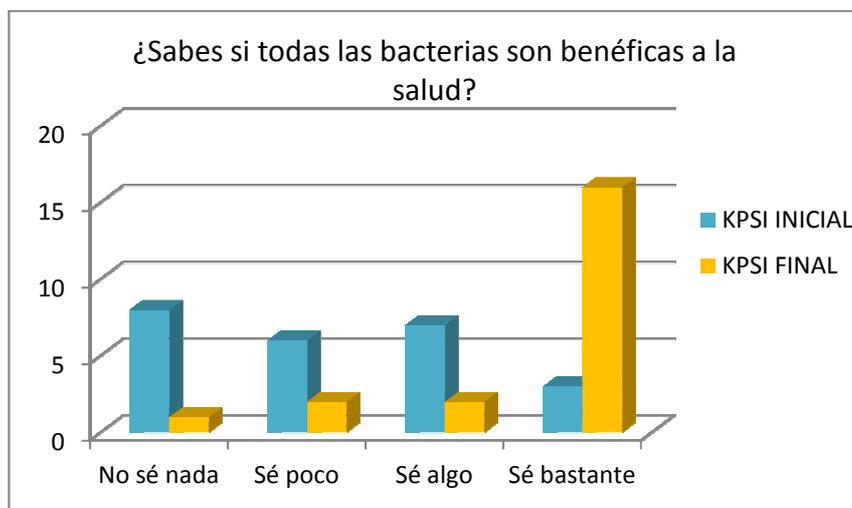


Figura 5.4.6: Comparación KPSI: ¿Sabes si todas las bacterias son benéficas a la salud?

En lo referente a esta última cuestión, observamos (Figura 5.4.6) que en un principio la distribución de respuestas era muy amplia, pero pocos sabían si todas las bacterias eran benéficas para la salud. En cambio, al final de la unidad didáctica casi la totalidad de los estudiantes contestó saber bastante acerca de este planteamiento.

Los resultados del KPSI muestran, de manera general, que los alumnos consideran que en el momento final saben mucho más sobre las caries y las bacterias que al principio. Las preguntas en las cuales se ha producido un mayor cambio son: *¿Sabes qué es una bacteria?*; *¿Sabes qué necesita para vivir la bacteria?* y *¿Crees que las bacterias son seres vivos?* Se trata de preguntas de carácter muy específico e incluso científico, por lo que el cambio considerable de las respuestas resultó satisfactorio. Este instrumento fue de gran utilidad para demostrar los avances conceptuales de los alumnos según su propio criterio (cabe destacar la capacidad de los niños y las niñas para gestionar este tipo de cuestionarios, pese a su corta edad). Además, esta herramienta permite estructurar los contenidos trabajados de manera específica en la unidad didáctica.

5.5 NIVEL DE PROGRESIÓN DE APRENDIZAJE FINAL

En último lugar, presentaremos los niveles de progresión de aprendizaje alcanzados por los alumnos individualmente en todas las sesiones de la unidad didáctica (excepto en la segunda, ya que en ésta se trabajó en grupo, por lo que no es posible determinar el nivel individual del alumnado). De esta manera se podrá analizar el proceso de construcción del modelo vivo aplicado a las bacterias.

En la Tabla 5.5.1 exponemos los niveles alcanzados en las sesiones 1, 3 y 4. En la **Sesión 1** trabajamos los modelos iniciales individualmente, los niveles aquí presentados representan el mayor nivel logrado en el análisis de la comunicación multimodal. En la **Sesión 3** realizamos una actividad de lectura, en este caso presentamos los niveles de cada una de las preguntas analizadas, ya que las consideramos independientes y con objetivos distintos, por lo que los/as alumnos/as presentaban diferentes niveles de PA en cada una de ellas. En la **Sesión 4** comparamos al conejo con la bacteria con el objetivo de encontrar elementos y procesos comunes que justificasen que ambos son seres vivos, aquí presentamos los niveles individuales obtenidos.

		Sesión 1: Modelos Iniciales	Sesión 3: Actividad Lectora - Pregunta A	Sesión 3: Actividad Lectora - Pregunta B	Sesión 4: Actividad Comparativa
Grupo 1	Adán	2	6	1	7
	Adolfo	3	6	3	3
	Ágata	2	1	1	7
	Aída	2	1	1	7
	Alicia	2	2	2	-
	Álvaro	2	6	1	7
Grupo 2	Laura	2	6	4	7
	Lorenzo	3	1	1	7
	Lázaro	2	4	6	0

	Leonor	2	4	6	3
	Lucas	3	1	1	0
	Leticia	3	6	3	7
	Leonardo	2	6	4	7
Grupo 3	Valentín	3	3	3	7
	Vicente	2	0	3	7
	Vanesa	1	3	3	7
	Vera	3	3	3	7
	Víctor	2	0	3	3
Grupo 4	Boris	3	0	1	7
	Bárbara	2	2	3	-
	Bernardo	2	0	1	3
	Belinda	3	2	3	7
	Bianca	3	4	6	7
	Berta	3	4	6	3
	Bruno	3	2	2	0

Tabla 5.5.1: Niveles de progresión de aprendizaje alcanzados por los alumnos en las sesiones de trabajo individual o por pareja

Si miramos con detenimiento la Tabla 5.5.1, observamos que muchos alumnos empezaron con niveles muy bajos, pero que a lo largo de la unidad didáctica fueron progresando hasta llegar, en muchos casos, a construir el modelo ser vivo, siendo capaces de comparar la bacteria con el conejo. Adán, Álvaro, Laura, Leticia, Leonardo, Valentín, Vera, Belinda y Bianca son buen ejemplo de ello.

Así mismo, encontramos alumnos como Adolfo, Leonor, Víctor, Bernardo y Berta que parecen haber comprendido que la bacteria realiza funciones de un ser vivo – puesto que la nombraron y le atribuyeron funciones, pero no fueron capaces de relacionarla con otro ser vivo (en nuestro caso, el conejo). Contamos también con dos casos similares, el de Alicia y Bárbara, que faltaron a la última clase, pero que hasta el momento la primera no había sido capaz de reconocer la presencia de las bacterias en los procesos de formación de la caries y del yogur, y la segunda presentaba una clara confusión entre los conceptos de caries y bacteria, que llamaba *bichito*.

La Figura 5.5.1 muestra la evolución y progresión en el aprendizaje del alumnado. Si nos fijamos bien, observamos por lo menos dos alumnos, Lucas y Bruno que su mayor nivel alcanzado ha sido el 3a dibujando un *bicho*, en la primera sesión de la unidad didáctica, demostrando que creen que existe “algo”, pero que no son capaces de expresar verbalmente y textualmente sus ideas.

En cambio, Lázaro es un ejemplo de la influencia de la discusión entre iguales. En sus representaciones individuales solo fue capaz de dibujar una relación entre el caramelo y la caries y el crecimiento de la misma, pero en la tercera sesión cuando se sentó en pareja con Leonor, esto le favoreció a subir de nivel, bajando en seguida cuando volvió a trabajar individualmente, no siendo capaz de encontrar ninguna relación entre el conejo y la bacteria.

En las tres primeras sesiones, el mayor nivel de desempeño alcanzado por algunos alumnos fue el nivel 3, es decir, reconocen la presencia de un ser vivo, pero no fueron capaces de atribuirles más función que la de alimentarse. Sin embargo, al compararlo con otro ser vivo, fueron capaces de atribuirles más funciones como la respiración, excreción, aunque de forma muy sencilla. Ágata, Aída, Lorenzo, Vanesa, Vicente y Boris son ejemplo de ello.

Para ejemplificar mejor los cambios y la progresión lograda por el alumnado, presentamos en la Figura 5.5.1 un gráfico que nos permite visualizar tal progresión:

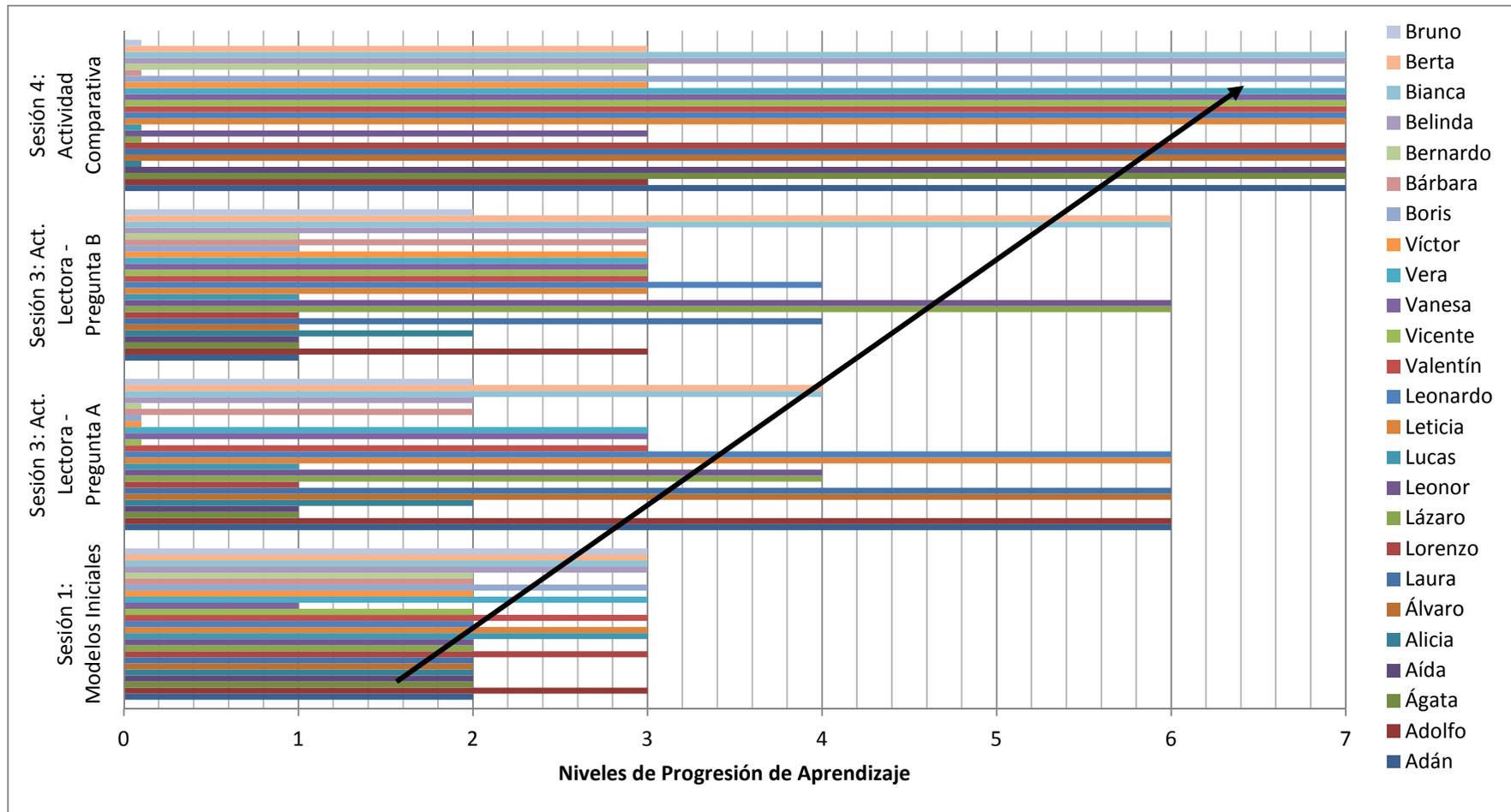


Figura 5.5.1: Distribución de los niveles de progresión de aprendizaje individuales a lo largo de toda la unidad didáctica

Presentamos ahora en la Tabla 5.5.2 la variación de los niveles de progresión de aprendizaje a lo largo de la unidad didáctica (UD). El gráfico correspondiente (Figura 5.5.2) se puede consultar en la página 258:

	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Nivel 7
	No hay relación con el modelo	Relaciona el azúcar con la caries	Atribuye una función a la caries	Nombran/dibujan o atribuyen una función a la bacteria	Relaciona el alimento con la bacteria	Relaciona las condiciones del medio con la bacteria	Atribuye a la bacteria la propiedad de reproducirse	Atribuye las mismas características a otro ser vivo
Sesión 1: Modelos Iniciales	–	1	13/25	11/25	–	–	–	–
Sesión 2: Actividad Experimental	13/25	–	–	5	–	7	–	–
Sesión 3: Actividad Lectora	4	12	6	12/50*	6	–	10	–
Sesión 4: Actividad Comparativa	3	–	–	5	–	–	–	15/23

Tabla 5.5.2: Variación de los niveles de progresión de aprendizaje a lo largo de la UD

*En la Sesión 3 los alumnos están contados por duplicado, ya que fueron dos preguntas independientes, a las cuales atribuimos niveles distintos según la respuesta.

En la Tabla 5.5.2 observamos la diversificación de los niveles de progresión de aprendizaje en cada una de las sesiones de la unidad didáctica. En colores se destaca el nivel atribuido a la mayoría de los alumnos en la sesión correspondiente sobre el valor total de alumnos que participaron en dicha sesión (la **Sesión 1**). La mayoría de los alumnos (13 de 25) fueron clasificados en el **nivel 2**. A otros muchos se les asignó el **nivel 3**, ya que reconocían de alguna manera la presencia de bacterias, e incluso le atribuían alguna función en el proceso de la caries; sin embargo, en este momento la bacteria era generalmente denominada *bicho* y su función principal era la de *comer* el diente. También es interesante destacar que nadie alcanzó durante la

primera sesión un nivel superior al 3. Todos los alumnos durante esta sesión fueron capaces de presentar alguna idea relevante o relacionada con el modelo que pretendíamos construir.

En la **Sesión 2**, sorprendentemente, se situó a la mayoría de los alumnos (13 de los 25 niños y niñas) en el **nivel 0**, es decir, no fueron capaces de relacionar el experimento y la presencia de las bacterias con ninguna idea que fuese relevante para el modelo. Aun así, este hecho no es del todo raro, ya que encontramos investigaciones semejantes a la nuestra con alumnos de mayor edad (entre 9 y 15 años) que tampoco fueron capaces de relacionar las bacterias del yogur con otros elementos o procesos que determinasen que se trataba de seres vivos. Díaz Gonzáles et al. (1996) afirman que la mayoría de sus alumnos eligieron un esquema alternativo para explicar la “transformación” de la leche en yogur o queso. Estos esquemas estarían relacionados con la ausencia o, más bien, la inexistencia de bacterias en el proceso. Los autores afirman en la página 147 lo siguiente: “Quizá les cueste más trabajo admitir que la leche cambie sola, pero no por la necesidad de que concurren seres vivos en el proceso, sino posiblemente por la necesidad de que intervenga mano de obra, ya que en las explicaciones formuladas libremente, numerosas de ellas (sobre todo de alumnos correspondientes a 7º curso del antiguo EGB) se planteaban en este sentido: atribuir este proceso a un simple resultado de manufacturación, normalmente realizado en fábricas”.

Por su parte, en la **Sesión 3** se observa una distribución heterogénea de los alumnos entre casi todos los niveles de progresión de aprendizaje. Como se ha dicho anteriormente, en esta sesión contamos a los alumnos por duplicado con el objetivo de construir la Tabla 5.5.2. Además, creemos que en esta sesión todos los niveles expresados por los alumnos están representados. No podemos decir que la mayoría se encuentre en un único nivel, ya que contamos 12 alumnos/as en el **nivel 3**, otros tantos en el **nivel 1** y 10 más en el **nivel 6**.

Aunque a bastantes alumnos/as se les situara en el **nivel 6**, puesto que nombraban a la bacteria – generalmente utilizando esta palabra – y le atribuían la función de

reproducirse, un gran número de estudiantes todavía la nombraba utilizando la palabra *bicho* y confundía los conceptos de caries y bacteria. También es importante destacar que en ésta sesión los alumnos que se referían a la reproducción de las bacterias lo hacían relacionándola con la presencia del alimento (*azúcar*) como condición para que esta pudiera reproducirse. De esta manera, establecían una relación causal y verdadera entre los hechos (a más alimento más bacterias), hecho que les sitúa en el **nivel 4** de progresión de aprendizaje.

Durante la **Sesión 4**, 15 de los 23 alumnos presentes en clase fueron capaces de comparar la bacteria con otro ser vivo, en este caso el conejo, y encontrar elementos que justificasen que la bacteria, así como el conejo, era un ser vivo, lo que nos permite clasificarlos en el **nivel 7** de progresión de aprendizaje. Sin embargo, todavía encontramos un número reducido de alumnos que atribuyó alguna función como la de *comer el diente* a la bacteria, pero nombrándola *bicho*. Además de otros estudiantes que no fueron capaces, durante esta sesión, de atribuir a la bacteria características de un ser vivo. Es importante resaltar que, aunque el alumno nombrara la bacteria, no lo consideramos un factor relevante si no añadía más información, como la atribución de una función o alguna relación con el conejo, puesto que en el propio enunciado de la sesión ya aparecía este elemento.

Como ya observamos, se produjo una gran fluctuación en los niveles de progresión de aprendizaje del alumnado. Por ello, para que este dato quedase mejor representado, presentamos en la Figura 5.5.2 un gráfico con la variación de los niveles de progresión de aprendizaje en función de la cantidad de alumnos en cada una de las sesiones de la unidad didáctica.

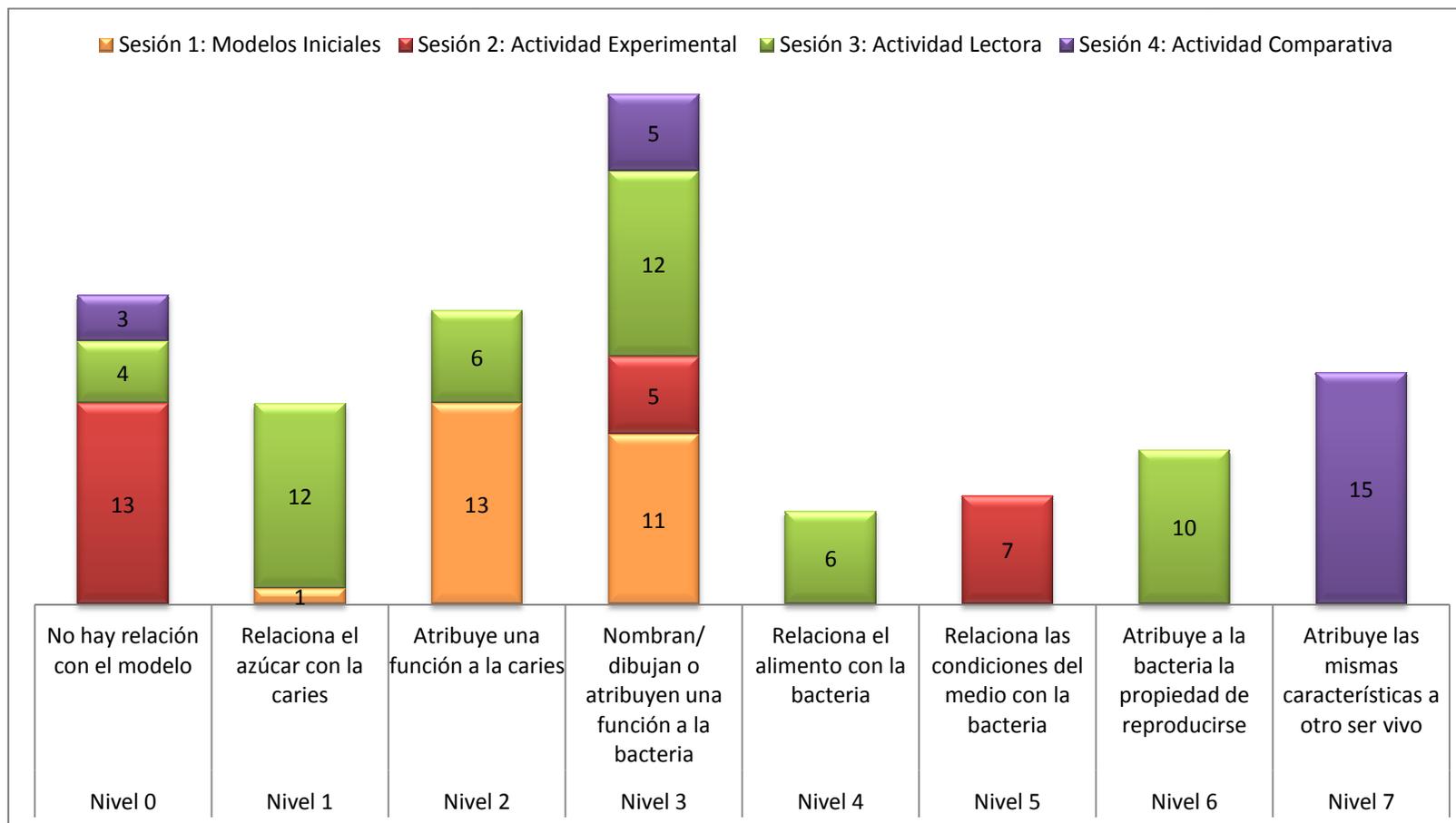


Figura 5.5.2: Variación de los niveles de progresión de aprendizaje en cada una de las sesiones de la unidad didáctica

En la Figura 5.5.2 los colores indican las sesiones de la unidad didáctica. El naranja hace referencia a la Sesión 1, el rojo a la Sesión 2, el verde a la Sesión 3 y finalmente, el lila a la Sesión 4. En las columnas se observan ciertos números, que hacen referencia a las veces que el nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje aparece en la sesión. Así, podemos destacar dos hechos importantes: la presencia del **nivel 3** en todas las sesiones de la unidad didáctica y la presencia de casi todos los niveles en la **Sesión 3**.

Así mismo, observamos que con el paso de las sesiones, los alumnos, de manera general, van aumentando de nivel. Un 65% del alumnado terminó la unidad didáctica en el nivel más alto, siendo capaz de comparar, atribuir y encontrar elementos y procesos semejantes en la bacteria y el conejo, determinando así que ambos son seres vivos.

Otro hecho relevante que el gráfico nos permite observar es que los **niveles 4 y 6** están presentes solo en la **Sesión 3**, la de la actividad lectora en la cual los alumnos tenían que responder a dos preguntas sobre la importancia del azúcar y su relación con el proceso de las caries.

Capítulo 6 : CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

Esta investigación ha adoptado una visión multimodal de la comunicación en la construcción del modelo ser vivo y ha analizado la influencia de distintas actividades en la progresión de aprendizaje. Algunos resultados obtenidos se han anticipado en los capítulos 4 y 5. En este último capítulo se presentan las conclusiones generales y algunas posibles derivaciones de la investigación.

A partir de ahora presentaremos las conclusiones a las que hemos llegado en esta investigación en función de los objetivos de esta tesis, así, la presentación de este apartado se dará de acuerdo con los objetivos. Recordamos que nuestro objetivo principal era:

Analizar cómo los distintos modos comunicativos y las actividades experimental, lectora y comparativa contribuyen a la construcción del modelo ser vivo en alumnos de primaria durante la realización de una secuencia didáctica sobre los microorganismos.

En cada apartado respondemos a las preguntas que motivaron esta investigación, recordamos la pregunta de investigación y sus objetivos, a continuación presentamos las conclusiones.

6.1 CONTRIBUCIÓN DE LA COMUNICACIÓN MULTIMODAL A LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO INICIAL DE SER VIVO

La influencia de la comunicación multimodal en la construcción del modelo ser vivo ha sido uno de los puntos principales de esta investigación. Se ha diseñado una metodología de análisis que favoreciera el estudio de la influencia de los tres modos

comunicativos. Para cotejar si hubo o no esta influencia, nos planteamos la siguiente pregunta:

¿Cómo contribuyen los distintos modos comunicativos en la construcción del modelo ser vivo a partir de identificar niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje del modelo ser vivo?

Para contestarla nos centramos en el siguiente objetivo:

OBJETIVO 1: Analizar la contribución de la comunicación multimodal en la construcción del modelo ser vivo inicial a partir de identificar niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje.

6.1.1 CONTRIBUCIÓN DEL DIBUJO EN LA CONSTRUCCIÓN INICIAL DEL MODELO SER VIVO INDIVIDUAL

Los alumnos son capaces de expresar a través del dibujo, sus modelos iniciales e intuitivos sobre aspectos relacionados con la formación y evolución de las caries, la participación de los alimentos y las bacterias en este proceso.

En relación a la forma y evolución de la caries:

- La caries es representada mayoritariamente por manchas **amorfas** o **circulares**. En algunos casos, se representa con un círculo central con rayos (similar al dibujo de un sol), dándonos la idea de un punto central de infección que va creciendo a lo largo del tiempo;
- La caries puede ubicarse en **diversos puntos del diente**, siendo la parte central del diente, la más utilizada para representar el inicio del proceso de formación de las caries y toda la superficie para representar el final;
- La evolución de las caries es representada de manera **gradual** y **creciente**.

En relación a la función de la caries:

- Los alumnos reconocen en la caries la función de “*expandirse*”, es decir, de crecer a lo largo del proceso de desarrollo de la caries.

En relación al origen de la caries:

- Los alumnos y las alumnas dibujan, mayoritariamente un **caramelo para iniciar** el proceso de formación de la **caries**;
- Algunos han dibujado un “bicho” a lo largo del proceso de formación de la caries indicando que ellos podrían dar origen a la caries.
- Algunos alumnos han dibujado un cepillo de dientes representando su importancia en la ausencia de caries.

En relación al aspecto de las bacterias:

- El dibujo ha sido utilizado para transmitir informaciones sobre la morfología de la bacteria siendo la más frecuente la similar a un **insecto** o **humanoide**;
- En algunos dibujos se muestra el tamaño de las bacterias, siendo muy superior a lo que es en realidad en comparación con el diente;
- Pocos alumnos han comprendido la relación entre el crecimiento del **bicho** y el crecimiento de la mancha que representaba la **caries**, ;
- A través del dibujo se muestra como imaginan una “población” (colonia) de bacterias, incorporando a sus representaciones ideas antropomórficas, dibujando casas, herramientas, etc.

En relación a la función de las bacterias:

- En los dibujos se pudo apreciar que los alumnos, de manera inicial, relacionan la acción de las bacterias con procesos estrictamente mecánicos (hacen agujeros, huecos,....)

En relación al origen de la bacteria:

- En el dibujo **no** se observa un posible origen de la bacteria.

En relación a la progresión de aprendizaje

- El nivel de desempeño alcanzado por los alumnos a través del dibujo corresponde principalmente al **nivel 2**, ya que han sido capaces de atribuir a la caries una función, generalmente la de crecer (15) y al **nivel 3a** ya que han dibujado la presencia de un ser vivo (5);
- El **nivel 0 no** ha se encontrado en las representaciones gráficas, ya que todos los alumnos han dibujado como mínimo la relación causal entre el azúcar y la caries.

6.1.2 CONTRIBUCIÓN DEL TEXTO Y DEL HABLA EN LA CONSTRUCCIÓN INICIAL DEL MODELO SER VIVO INDIVIDUAL

Los participantes de esta investigación, en el momento inicial de representar el modelo ser vivo de manera multimodal, se han limitado, en la mayoría de los casos, a leer lo que ya habían explicado textualmente, presentando, cambios poco considerables entre los dos modos comunicativos. Por ello, se considera de manera conjunta la contribución de los dos modos comunicativos.

El **texto** y el **habla** han sido utilizados para comunicar los **elementos** que intervienen en el proceso de formación de las caries y algunos de los **procesos de interacción** existentes **entre el alimento, el diente y las bacterias**, siendo el más común la alimentación.

En relación a la forma y evolución de la caries:

- En ambos modos comunicativos solamente en un caso se ha podido apreciar la forma asignada a la caries. El alumno ha afirmado que la caries “**se parece a un bicho**”, en casos como estos se nota la clara confusión entre la caries y la bacteria.
- Sin embargo, sobre la evolución de las caries, ocho alumnos han afirmado que ellas **crecen**.

En relación a la función de la caries:

- Los alumnos y las alumnas atribuyen a la caries diversas **funciones de acción**, como la de “comer el diente”, agujerear, hacer ciudades, “tomar el diente”, “expandirse” donde se nota una clara confusión entre la caries y la bacteria;
- Identifican algunas de las consecuencias de tener caries, por ejemplo, “hace daño”, “deja el diente negro”.

En relación al origen de la caries:

- El origen de la caries siempre ha estado vinculado al caramelo y consecuentemente al **azúcar**:
 - *“cuando comes muchos caramelos, se te pega el azúcar y se produce la caries”*
- Así mismo, al representar textualmente y oralmente el origen de la caries se hace evidente la **confusión** entre bacteria y caries, como se observa en la siguiente afirmación:
 - *“te comes muchos caramelos; la caries ve el caramelo y salta hacia el caramelo”*
- En muchos casos se ha observado la utilización de verbos, como en este caso, el “ver” y “saltar”, expresando ideas antropomórficas evidenciando una vez más la confusión entre caries y bacteria, que a menudo hemos encontrado en las representaciones textuales y orales.

En relación al aspecto de las bacterias:

- La mayoría simplemente hacen referencia a un *bicho*, sin definir sus características;
- Sólo en una afirmación se ha encontrado una representación sobre la morfología de las bacterias, cuando el alumno afirmó que habían *señores que trabajan*, denotando un aspecto humanoide a las bacterias.

En relación a la función de las bacterias:

- La **función biológica** que identifican de manera más frecuente es la de **alimentarse** del diente. Con palabras y expresiones como:
 - “unos bichos se te empiezan a comer los dientes”
 - “un bichito que va comiendo un poquito el diente”
- Igualmente, la **función físico-química** más frecuente es la de agujerear o hacer huecos en el diente, haciéndose evidente en expresiones como:
 - “los bichos hacen un agujero y se te hacen las caries”
- Así mismo, han afirmado que la bacteria tiene la función de **formar la caries**.

En relación al origen de la bacteria:

- Al intentar explicar de **dónde viene o** cómo aparece el “bicho”, los alumnos activan algunos de los conocimientos adquiridos el año anterior sobre la composición química de los caramelos:
 - “cuando se junta el azúcar con el colorante, se forma el bicho”
 - “cuando te comes muchos caramelos se te fabrica un bicho y se te va comiendo el diente cada vez más”

En relación a la progresión de aprendizaje

- En pocas representaciones textuales (3) y orales (3) se pudo encontrar el **nivel 0** de desempeño en la progresión de aprendizaje, indicando que estos alumnos han presentado ideas irrelevantes para la construcción del modelo ser vivo;
- En algunas representaciones textuales (6) y orales (6) se encuentran el **nivel 1**, lo que indica que estos alumnos han identificado una relación causal entre el azúcar y la caries;
- El máximo nivel de desempeño alcanzado por los alumnos a través del texto, ha sido el **nivel 3c** (1), cuando una alumna ha sido capaz de escribir sobre un posible origen del “bicho”;

- Siempre que los alumnos se refieren al ser vivo tanto textual (7) como oralmente (8), le atribuyen una función, así, el **nivel 3b** fue alcanzado principalmente en dichos modos comunicativos.

6.1.3 CONTRIBUCIÓN DE LA COMUNICACIÓN MULTIMODAL EN LA CONSTRUCCIÓN INICIAL DEL MODELO SER VIVO INDIVIDUAL

- La comunicación multimodal permite que el nivel de desempeño global alcanzado por los alumnos sea siempre **superior a 1**. Así mismo, el mayor nivel alcanzado en las representaciones gráficas es el **nivel 3b** y en las representaciones orales y textuales, el **nivel 3c**.
- Analizando los tres modos comunicativos, encontramos alumnos que inicialmente están en el **nivel 2** de desempeño en la progresión de aprendizaje, lo que significa que fueron capaces de reconocer la caries y atribuirle alguna función, generalmente la de crecer, y otros en el **nivel 3**, es decir, que reconocen la existencia de un ser vivo, nombrándolo o dibujándolo.
 - Es importante aclarar que la “función de la caries” atribuida por el alumnado, no refleja la realidad, ya que la caries como enfermedad no posee función.
- Analizando los tres modos comunicativos se observa que la relación entre los modos comunicativos más frecuente (15) es la **especialización**, es decir, los alumnos alcanzan niveles de desempeño distintos a través de los diferentes modos comunicativos.
- En la mayoría de los alumnos (10) es el dibujo el modo en el que alcanzan un nivel de desempeño más elevado, siendo este el **nivel 3a** (al dibujar un ser vivo y por tanto mostrar de manera explícita su intervención en el proceso de formación de las caries). Sin embargo, en algunos casos, (5) mediante el modo oral y textual los alumnos logran alcanzar niveles más altos ya que identifican funciones del ser vivo (**nivel 3b**) e incluso explican el origen del mismo (**nivel 3c**);

- Así mismo, la cooperación entre los modos comunicativos ha sido encontrada en 10 casos, cuando los alumnos y las alumnas han transmitido la misma información y han sido clasificados en el mismo nivel de progresión de aprendizaje. El nivel máximo alcanzado a través de la cooperación es el **3b** (3) aunque el más frecuente es el **nivel 2** (7).
- A través de la relación especializada entre los modos comunicativos se obtienen niveles de desempeño más elevados que a través de la cooperación.

La comunicación multimodal contribuyó a la construcción inicial del modelo ser vivo permitiendo a los alumnos expresar algunas de las características de las bacterias y alguna de las funciones comunes a todos los seres vivos, como es el caso de la alimentación.

Así, como podemos observar en la Figura 6.1.1 los alumnos han empezado a (re)construir el modelo en el cual nos basamos en esta investigación, identificando de manera inicial la alimentación.

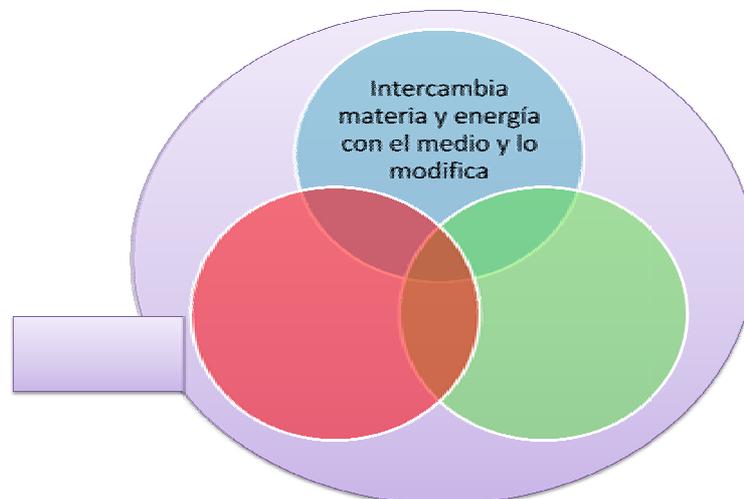


Figura 6.1.1: Construcción inicial del modelo ser vivo – Primera fase

Concluimos entonces que la comunicación multimodal ha contribuido en la construcción inicial del modelo ser vivo, al posibilitar la representación de distintas formas y expresiones de las ideas intuitivas e ingenuas del alumnado.

Cada modo comunicativo ha contribuido de forma específica, la **representación gráfica** ha permitido al alumnado expresar la morfología, la ubicación, el proceso de evolución gradual del tamaño y cantidad del “bicho”, así como los elementos que los alumnos creían esenciales en el proceso de desarrollo de las caires, como son el caramelo y otros alimentos.

En los dibujos realizados por los/las alumnos/as, hemos podido constatar la presencia de elementos con y sin movimiento o interacción. Las entidades que interactuaban entre sí fueron elementos importantes en la investigación demostrando la capacidad del estudiante en relacionar objetos y acciones, como es el caso del cepillo de dientes y la ausencia de caries.

La **representación textual y oral** ha permitido al alumnado enunciar procesos de interacción entre el alimento, la caries y el ser vivo, así mismo evidenciar la confusión entre los conceptos caries y bacteria.

Al hacer uso de la comunicación multimodal, el profesorado permite al alumnado expresar de la manera más completa y compleja, sus conocimientos, según la característica individual del mismo. Los niños y las niñas se expresan de la forma que sienten más cómodos, recordando que cada uno tiene su forma particular de expresarse y que las potencialidades comunicativas de cada modo comunicativo son distintas.

Así mismo, los niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje nos han auxiliado a cotejar y clasificar los conocimientos expresados en las producciones del alumnado.

6.2 CONTRIBUCIÓN DE LA DISCUSIÓN ENTRE IGUALES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

La discusión entre iguales cobra gran importancia durante la construcción del modelo ser vivo en grupo al tener que realizar una representación en común; por ello uno de los puntos clave de la investigación ha sido analizar la contribución de la discusión en grupo en la representación inicial del proceso de formación de las caries.

Por ello nos planteamos la siguiente pregunta y objetivos:

¿Cómo contribuye la discusión entre iguales a la construcción del modelo ser vivo?

OBJETIVO 2.1: Analizar los elementos argumentativos que utilizan los alumnos para justificar sus afirmaciones.

OBJETIVO 2.2: Analizar la influencia de la discusión entre iguales en el proceso de construcción multimodal del modelo ser vivo.

6.2.1 SOBRE LOS ELEMENTOS ARGUMENTATIVOS

- El elemento argumentativo más utilizado por el alumnado durante la discusión entre iguales ha sido la **afirmación**, que suele ir acompañada de datos o de justificaciones. Sin embargo, en muchos casos el contenido de la afirmación no es relevante en relación al modelo ser vivo;

- Así mismo, algunos de los contenidos expresados a través de la afirmación están claramente relacionados con el modelo, como es el caso:
 - “*Hagamos puntitos alrededor del bichito de la caries*” – En esta afirmación la alumna hace pública la idea que en el proceso de formación de la caries interviene un *bicho* y que éste debe ser representado alrededor de la misma, indicando dónde debe estar ubicado. También hace evidente la diferencia entre *bicho* y caries, hecho que la mayoría del alumnado, en el momento inicial, no ha sabido diferenciar.
- Los **datos** han sido los elementos argumentativos que más han contribuido a la construcción formal del dibujo colectivo y al modelo, siendo importante para llegar a la solución de un problema;
- En diversos casos, el dato más recurrente hace referencia al color que debería ser utilizado para representar las caries. Este dato no contribuye de manera colectiva a la construcción del modelo ser vivo, pero si propone un consenso para la realización del dibujo;
- En relación a los datos relacionados con el modelo los más frecuentes hacen referencia al aspecto o la cantidad del *bicho*. Los datos contribuyen a que todos los alumnos del grupo tomen consciencia de la existencia de este ser vivo en el proceso de formación de las caries;
 - “*Yo creo que este bichito tiene que ser bichitos, bichitos, bichitos, bichitos...*”. Dato que informa que hay que dibujar no uno, sino muchos bichitos.
- El desacuerdo ante determinados datos promueve la discusión y en muchos casos eleva el nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje del alumnado.
- Por otro lado, la **justificación** es utilizada en la mayoría de los casos para argumentar aspectos formales del dibujo como el color utilizado en la representación individual. Un aspecto irrelevante para el modelo ser vivo pero de gran interés para el alumnado;

- En algunos casos los alumnos son capaces de justificar aspectos fundamentales del modelo como la función del bicho de *comer* el diente o el aumento de la mancha de la caries debido a la mayor presencia de *bichos*, representando una relación causal entre la presencia y cantidad de *bichos* y la formación de las caries;
- También se justifica la presencia de un cepillo en el dibujo por su importancia en limpiar el diente y eliminar el *bicho*. Algunos alumnos empiezan a expresar de manera ingenua que la caries puede crecer si no se practican determinados hábitos higiénicos.
- Las **refutaciones** se han dado en pocos casos durante la discusión entre iguales, siendo su objetivo, en la mayoría de ellos para bromear.
- Sólo en un caso se hace referencia directa y relevante para el modelo ser vivo, cuando un alumno refuta la idea de que las caries son como un “*taladro*”. Este rechazo es importante porque genera en el grupo una discusión en torno a este aspecto y al final llegan al acuerdo de que la caries simplemente “*es una cosa marrón*”.

A través del análisis del contenido de los elementos argumentativos, se observa que el alumnado da mucha importancia a aspectos formales del dibujo. El color es uno de los contenidos más presentes en los distintos elementos argumentativos, tanto para afirmar que era bonito, o como dato para determinar el aspecto de la caries, o para justificar la elección de la manera de representar la misma.

Los aspectos más fundamentales del modelo se producen una vez decididos los aspectos formales.

Algunos datos aportados por algún miembro del grupo se pierden en la discusión por no ser tomados en cuenta por los demás alumnos o por no llegar a ser representados en los dibujos. La mayoría de estos datos están relacionados con el color de la caries, como es el caso del color marrón consensuado por los alumnos del Grupo 1.

6.2.2 SOBRE LA INFLUENCIA DE LA DISCUSIÓN ENTRE IGUALES EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN MULTIMODAL DEL MODELO SER VIVO

- Los alumnos llegan a acuerdos durante la discusión, tales como la morfología y el color de la caries, la presencia de *bichos*, su cantidad y ubicación. Acuerdos que se reflejan en la representación gráfica realizada en grupo;
- La discusión permite plantear hipótesis sobre el desarrollo de la caries y un posible origen del *bicho*. Estas discusiones promueven una evolución de las ideas individuales y favorecen el aumento del nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje del grupo;
- En la discusión entre iguales aparecen ideas que no han sido expresadas antes de manera individual como es el caso de la reproducción al afirmar que “*el bicho que se ha formado, el primero va formando los otros*”; y la relación explícita entre la presencia del “bicho” en donde había caries.
- Durante la discusión se siguen confundiendo los conceptos caries y bacteria.

En relación a la influencia de la discusión entre iguales en la progresión de aprendizaje

La discusión entre iguales se estructura de manera muy distinta entre los diferentes grupos, dando lugar a diferentes representaciones y niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje.

La comunicación multimodal entre iguales en pequeños grupos ha permitido a un 68% del alumnado subir de nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje al compartir y discutir las ideas previas y los modelos iniciales individuales.

Tres de los cuatro grupos mantienen una relación de **especialización** entre los modos comunicativos. Los grupos 1 y 2 alcanzaron el mayor nivel de desempeño a través de las representaciones textuales y orales, y el Grupo 4 a través de la representación oral, lo que indica que al discutir, dibujar y escribir en grupo, el modo comunicativo con el que se alcanza un nivel de desempeño más alto es el **oral**.

De esta forma, el **Grupo 1**, ha alcanzado el nivel de desempeño más elevado en la progresión de aprendizaje a través de las representaciones textuales y orales, ya que aporta un posible origen del ser vivo presente en el proceso (**nivel 3c**). En la representación gráfica este grupo ha sido capaz de determinar una función al *bicho*, lo que caracteriza el **nivel 3b**.

La presencia del **nivel 3c** en la representación grupal ha aumentando el nivel de cinco de los seis alumnos del grupo. Además, este grupo utilizó la estrategia **innovadora** para realizar el dibujo en común, es decir, un dibujo completamente distinto de todos los demás individuales incorporando elementos nuevos y manteniendo otros.

El **Grupo 2** también ha alcanzado sus mayores niveles en la PA a través de las representaciones textuales y orales, sin embargo, este grupo ha logrado solamente atribuir una función al ser vivo, caracterizando el **nivel 3b**. En la representación gráfica, el grupo ha alcanzado el nivel 3a, dibujando un *bicho*.

La atribución de una función al *bicho* en las representaciones textual y oral, ha permitido un aumento del nivel global en cuatro de los siete alumnos, utilizando una estrategia **integradora** representando diversos elementos de diferentes alumnos, componiendo el dibujo en común.

El **Grupo 4** es el único que ha alcanzado su mayor nivel de desempeño exclusivamente en la representación oral, es decir, en la discusión en grupo, ya que ha aportado un posible origen al *bicho*, caracterizando el **nivel 3c**. Las representaciones gráficas y textuales se encuentran en un **nivel 3b**. El grupo no ha plasmado ni a través del texto escrito ni del dibujo esta idea.

Cinco de los siete alumnos de este grupo habían representado a un ser vivo y atribuido alguna función a él, hecho que podría justificar que fuese el único grupo que ha alcanzado el **nivel 3b** en los demás modos comunicativos, ya que la mayoría de los estudiantes ya tenían la idea de que el *bicho* posee alguna función en el proceso de formación de las caries. La estrategia utilizada por este grupo ha sido el

perfeccionamiento, los alumnos han tomado un único dibujo individual como base y lo han perfeccionado añadiendo nuevos elementos.

En cambio, el **Grupo 3**, es el único grupo que obtiene una relación entre los modos comunicativos de cooperación, ya que los tres modos se encuentran en el **nivel 2** de desempeño en la PA. Este hecho ha bajado el nivel de dos de los cinco alumnos del grupo.

La discusión entre iguales **no** ha favorecido un aumento de nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje. Esto ha ocurrido debido a la persistencia en criticar el dibujo del compañero y a juegos entre ellos, lo que ha reducido considerablemente el tiempo que tenían para discutir temas más relevantes para el modelo ser vivo, haciendo que simplemente llegaran al acuerdo de que deberían copiar un cuadrante de cada uno de ellos de forma casi aleatoria. Así mismo, este grupo ha utilizado una estrategia **reproductora de viñetas**, una copia fiel de las viñetas de cada miembro del grupo.

Al idear estrategias distintas, los grupos han alcanzado mayor o menor nivel de desempeño. Se observó que la estrategia de **reproducción de viñetas** no ha favorecido al grupo, por no generar una discusión en torno a los conceptos estudiados y sí a las características de los dibujos en sí – si estaban bonitos, si los colores agradaban, etc.

La estrategia de **perfeccionamiento** fue la que más contribuyó para el desarrollo del grupo. Los alumnos y las alumnas rápidamente llegaron a un consenso de cuál dibujo les gustaba más y a partir de ahí empezaron a mejorarlo, añadiendo elementos ya representados por otros compañeros o incluso elementos nuevos, hecho que configuró un avance en la progresión de aprendizaje del grupo.

Igualmente, permitió afirmar que a través del dibujo, los alumnos no son capaces de representar un posible origen del *bicho*, lo que confirma la importancia de una enseñanza multimodal

6.3 INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

La construcción del modelo ser vivo es nuestro motor motivador en la enseñanza de las ciencias. Para favorecer el desarrollo progresivo de esta construcción, diseñamos tres actividades que complementan la primera presentada en el apartado anterior. Tales actividades tienen sus propios objetivos específicos que están basados en la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo contribuyen las actividades experimental, lectora y comparativa en la construcción del modelo ser vivo a partir de identificar niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje del modelo ser vivo?

Para responderla, nos hemos planteado un objetivo general:

OBJETIVO 3: Analizar la contribución de la actividad experimental, lectora y comparativa en la construcción del modelo a partir de identificar niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje del modelo ser vivo.

A continuación se presentan las actividades individualmente, con sus objetivos y las conclusiones a las que hemos llegado al llevarlas a cabo en un aula de primaria.

6.3.1 SOBRE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

El objetivo de plantear la actividad experimental era ofrecer al alumnado la posibilidad de observar las condiciones que afectan el proceso de elaboración del yogur y, consecuentemente, a la vida de las bacterias.

Con esta actividad se pretendía demostrar la importancia del medio en la vida de un ser vivo. De este modo, se podría añadir al modelo ser vivo la característica de captación de estímulos del medio y la respuesta a ellos, transformando, en este caso, la leche en yogur a partir de la fermentación (Figura 6.3.1).

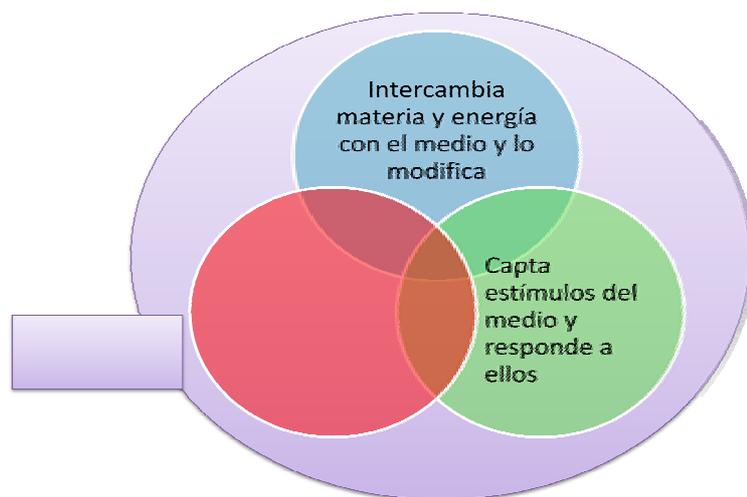


Figura 6.3.1: Construcción del modelo ser vivo – Segunda fase

El planteamiento de la actividad experimental ha sido demasiado ambicioso. La propuesta de fabricar un yogur utilizando distintas condiciones no ha sido favorable para reconocer el objetivo de la actividad. Los alumnos no fueron capaces de establecer una relación clara entre las condiciones utilizadas y los resultados obtenidos de sus experimentos.

Sin embargo, la actividad experimental de elaboración de yogur ha permitido a los alumnos hacer predicciones y observaciones, no tanto interpretar desde el modelo ser vivo los resultados obtenidos.

La influencia de la temperatura en el proceso de elaboración del yogur es reconocida por dos de los cuatro grupos. Lo que ha permitido discutir con el alumnado la importancia de las condiciones del medio para el desarrollo de las bacterias.

Tras realizar la actividad, el nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje de los grupos ha sido desfavorable para dos de ellos y favorable para los otros dos.

Los **grupos 1 y 4** no han sido capaces de expresar ninguna idea relevante para la construcción del modelo ser vivo, siendo clasificados en el **nivel 0** de desempeño.

Los grupos 2 y 3 fueron favorecidos por esta actividad. El **Grupo 2** ha alcanzado el **nivel 5** de desempeño por reconocer la influencia directa de la temperatura en la ausencia de las bacterias, afirmando “*le faltaban bacterias porque hemos puesto calor*”. Sin embargo, en este caso, las bacterias no existían porque era la variable que faltaba en el experimento. Aún así, reconocemos que la idea es válida porque este factor podría realmente “matar” las bacterias existentes, si no estuviese a una temperatura controlada.

El **Grupo 3** ha alcanzado el nivel de desempeño **3a** en la progresión de aprendizaje, al reconocer y nombrar a una bacteria como tal, afirmando que el líquido que existía eran las bacterias. En la sesión anterior – construcción multimodal del modelo ser vivo – este grupo ha sido el único en mantenerse en el **nivel 2** después de la discusión entre iguales.

6.3.2 SOBRE LA ACTIVIDAD LECTORA

La actividad lectora tuvo el objetivo de trabajar con el alumnado la capacidad de **reconocer** algunos factores que influyen en la formación de las caries (presencia de azúcar y bacterias, falta de higiene) y **usar** las pruebas para explicar aspectos relacionados con la reproducción y la nutrición de las bacterias en la boca.

Las preguntas formuladas en esta actividad han fomentado en el alumnado la indagación y la ampliación de conceptos importantes para la salud como la buena alimentación y la higiene de los dientes.

Los alumnos reconocen el **azúcar** como el alimento de las **bacterias** y lo relacionan con la formación de las **caries**, caracterizando el **nivel 4** de desempeño, disminuyendo sustancialmente la confusión inicial entre caries y bacterias y estableciendo de manera explícita la relación entre la presencia de bacterias y la formación de caries.

De igual manera reconocen la influencia de comer muchos caramelos con el aumento de bacterias en la boca, así como y el efecto del cepillado de los dientes y el consumo de alimentos bajos en azúcar en su disminución. De esta forma reconocen que las bacterias se nutren y se reproducen, alcanzando el **nivel 6** de desempeño en la progresión de aprendizaje.

- *“El azúcar de los dulces alimenta a las bacterias se van dividiendo y se hace las caries”* (Leonor y Lázaro, 7 años)

Los estudiantes continuaron mejorando y avanzando en sus modelos, generando nuevos conocimientos y comunicando su comprensión a través del cambio de idea de un “*bicho*” por la presencia de bacterias en la boca y que éstas necesitan alimentarse. Sin embargo, no pueden explicar cómo esto ocurre.

Desde la perspectiva de la progresión de aprendizaje, el alumnado ya reconoce la existencia de un ser vivo en el proceso de las caires, atribuyendo a este ser vivo funciones muy importantes como la de **alimentarse** y de **reproducirse**, haciendo que muchos niños y niñas (10) fuesen clasificados en el **nivel 6** de desempeño en la progresión de aprendizaje.

No obstante, 32% del alumnado sigue confundiendo los conceptos caries y bacteria.

De este modo, los alumnos han agregado al modelo una característica más de las que componen el modelo ser vivo según García (2005), la característica de reproducirse (Figura 6.3.2), que se va consolidando a partir de la relación con la alimentación y con el medio, haciendo extensiva la relación con el medio debido hábitos de higiene – al cepillarse los dientes, el individuo elimina el alimento de las bacterias.



Figura 6.3.2: Construcción del modelo ser vivo – Tercera fase

6.3.3 SOBRE LA ACTIVIDAD COMPARATIVA

En relación a la comparación individual

La actividad comparativa entre dos seres vivos muy distintos tuvo como objetivo demostrar si los alumnos son capaces de reconocer las mismas funciones tanto en el conejo como en la bacteria.

La comparación ha tenido un gran éxito, probablemente debido al uso del conejo como ejemplo en el cual basarse para la construcción del modelo ser vivo. Los alumnos estudiaron el desarrollo de este animal durante un año en el curso anterior. Esto ha permitido que los conocimientos básicos de un ser vivo fuese interiorizado por los niños y las niñas, proporcionándoles una buena base para la comparación.

Al conejo le han atribuido funciones como la de moverse (“salta”), la excreción (“hace pipi y caca”) y reconocen los sentidos (“escucha”, “mira”), entre otras. En cambio, a las bacterias se le han atribuido básicamente las funciones de alimentarse, respirar y reproducirse, sin concretar.

Debido a estas características, el alumnado ha sido clasificado mayoritariamente (15 alumnos/as) en el **nivel 7** de desempeño en la progresión de aprendizaje. Sin embargo, algunos alumnos sólo fueron capaces de nombrar a la bacteria

atribuyéndole alguna función (**nivel 3** – 5 alumnos/as), generalmente sólo la de alimentarse. Y otros (3 alumnos/as) no reconocieron ninguna función a la misma, por eso han sido clasificados en el **nivel 0** de desempeño en la progresión de aprendizaje.

En relación a la comparación en grupo

Al trabajar en grupo, con el auxilio de la maestra, los niños y las niñas han podido organizar y comparar las ideas presentadas individualmente, además de concretar las funciones y características de los seres vivos.

En el cuadro comparativo se han introducido informaciones guiadas por la maestra como la distinta morfología de los dos seres vivos, por ejemplo, afirmando que el conejo tiene varias partes del cuerpo diferentes y la bacteria una única parte igual, así como la presencia de la boca en uno y en otro no.

En dicho cuadro, todas las ideas, previamente dichas individualmente, fueron tomadas en cuenta, mejoradas y agregadas al mismo.

Para los estudiantes, de manera general, los dos seres vivos tienen en común la **alimentación**, la **respiración**, la **reproducción** y que están formados por **células**, siendo la relación con el medio el aspecto menos explícito.

Los estudiantes en su mayoría han agregado al modelo la principal característica que define y diferencia un organismo como ser vivo, la presencia de células (Figura 6.3.3):

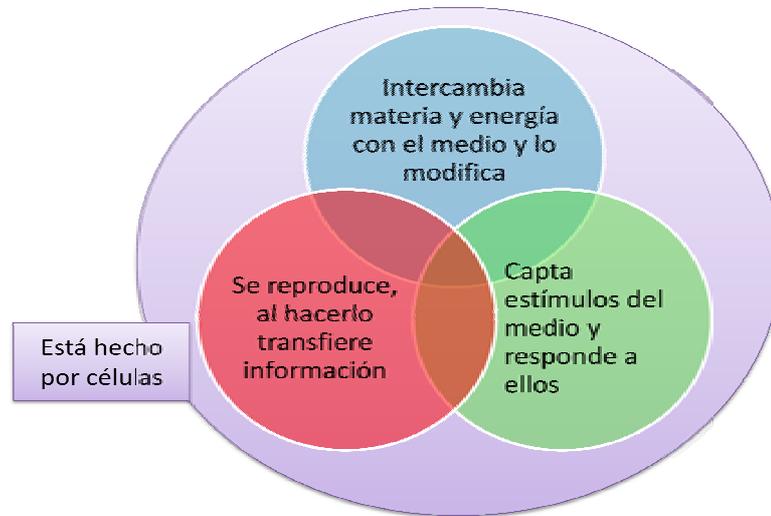


Figura 6.3.3: Construcción final del modelo ser vivo

6.3.4 LA INFLUENCIA DE CADA ACTIVIDAD

Las actividades experimental y lectora han contribuido de formas distintas a la construcción del modelo ser vivo. Por un lado la actividad experimental ha sido de gran complejidad y dificultad para el alumnado, por otro, la actividad lectora ha contribuido de forma más simple y exitosa.

La **actividad experimental** ha permitido a unos pocos alumnos reconocer la importancia del medio en la vida de las bacterias, siendo la temperatura el factor más relevante para ellos.

La **actividad lectora** ha permitido reconocer que cuanto más azúcar ingerimos, más bacterias se reproducirán, posibilitando así el desarrollo de las caries.

Así mismo, la **actividad comparativa** ha sido de gran ayuda para reunir todos los conocimientos aprendidos y desarrollados en las sesiones anteriores, permitiendo a los estudiantes concretar y expandir el modelo ser vivo construido en el curso anterior, aplicándolo a otro ser vivo microscópico. De esta forma, ha permitido al alumnado hacer comparaciones y agregar conceptos importantes como la presencia de células en ambos seres vivos.

6.3.5 SOBRE LA AUTOEVALUACIÓN INICIAL Y FINAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE LAS CARIES Y LAS BACTERIAS

La autoevaluación a partir del KPSI ha ayudado a cotejar desde el punto de vista del alumnado sus conocimientos y la contribución de la unidad didáctica a ellos.

Tras las intervenciones todos los alumnos consideran que han aprendido qué pasa en el diente cuando tenemos caries. Los mayores cambios los notamos cuando preguntamos si sabían qué es una bacteria y (si saben) si son o no seres vivos. En la primera sesión, un 56% y un 32% de los estudiantes () han afirmado no saber nada o saber poco, pero al finalizar la unidad didáctica, un 87% y un 78% ha afirmado saber algo o bastante, respectivamente.

Al finalizar la unidad didáctica, un 74%, considera saber algo o bastante sobre las necesidades de la bacteria para vivir y un 78% del alumnado que éstas pueden o no ser benéficas para la salud humana.

Sin embargo, el tamaño microscópico de la bacteria no quedó claro para todos los alumnos. La unidad didáctica ha contribuido a que un 32% del alumnado mejorase su percepción de que no sabe nada o sabe poco a saber algo y saber bastante.

A partir de estos resultados, podemos concluir que los alumnos y las alumnas consideran haber aprendido algo sobre las bacterias e incluso son capaces de reconocer que éstas son seres vivos.

6.3.6 VALORANDO EL USO DE NIVELES DE DESEMPEÑO EN LA PROGRESIÓN DE APRENDIZAJE

Analizar los niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje ha permitido una mejor comprensión del raciocinio de los niños y las niñas de 7 años participantes de esta investigación. A partir de ellos, se ha podido comprobar el proceso seguido por los alumnos.

Los niveles de progresión de aprendizaje contruidos por las investigadoras surgieron y se modificaron de acuerdo con un análisis previo de la secuencia de enseñanza-

aprendizaje y los objetivos de cada sesión, permitiéndonos contextualizarlos, aplicando los conceptos científicos que deseábamos alcanzar.

Del mismo modo creemos que los niveles construidos para esta investigación son suficientes para el análisis de las producciones tanto individuales como colectivas, ya que ellos abarcan todas las ideas expresadas en los diferentes momentos y modos comunicativos.

Tras el análisis del contenido de los datos identificamos los elementos, funciones y procesos de interacción del modelo ser vivo expresados por el alumnado a partir de los cuales hemos asignado un nivel de desempeño en la progresión de aprendizaje y cotejado el avance en la construcción del modelo.

6.4 IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

Algunas de las implicaciones didácticas de este trabajo de investigación son:

- El uso consciente de la comunicación multimodal favorece que los niños y las niñas expresen sus ideas y conocimientos de forma más cómoda y eficaz, según su individualidad.
- Los resultados obtenidos permiten mostrar el potencial del dibujo para el análisis de las ideas previas y los modelos mentales de los alumnos sobre el proceso de evolución de las caries, así como de la presencia de un ser vivo en dicho proceso. Ello demuestra la importancia que los alumnos dibujen, pero también hablen y escriban sobre aquello que dibujan.
- Disponer de criterios de análisis de los dibujos es fundamental para poder ayudar a los alumnos a avanzar hacia una mejor representación del mundo. En este trabajo se aplica la propuesta de Ogborn et al. (2002) y se analiza a través de identificar los elementos y procesos de interacción, lo que puede ser aplicado a otros contextos.
- El uso de textos y discusiones permiten al alumnado explicitar procesos de interacción más claramente que en un dibujo.
- Los experimentos pueden ser de gran ayuda para hacer visible lo que es abstracto o microscópico, sin embargo deben ser bien estudiados y adaptados al nivel del alumnado. A partir de esta investigación, constatamos la importancia del uso de experimentos guiados con la presencia efectiva del profesor debido al alto nivel de complejidad y abstracción exigido en el mismo.
- Las lecturas pueden favorecer el aprendizaje del alumnado de primaria mientras sea a partir de un texto o libro adaptado a su capacidad cognitiva, con un lenguaje propio para la edad, evitando el uso de términos y conceptos

erróneos comunes en materiales didácticos dirigidos a estas edades por la falsa creencia de que los niños no son capaces de entender el mundo científico.

- Se ha constatado la importancia de la comparación entre seres vivos conocidos y desconocidos para el alumnado, puesto que a través de la misma se promueve un intercambio de conocimientos y la manera de ver y representar los fenómenos. Así mismo, la presencia de la maestra ayuda a concretar conceptos complejos y fundamentales en el momento de la generalización o transferencia del modelo a otro contexto.
- La autoevaluación utilizando cuestionarios donde una única respuesta es válida, debe ser utilizada con el acompañamiento de las maestras, para evitar que dos o más respuestas sean dadas por los alumnos. Esto se puede solucionar con la lectura y explicación de cada pregunta por la maestra, dejando un período corto de tiempo para que los alumnos contesten, así como pasó en esta investigación.
- Los niveles de progresión de aprendizaje pueden ser útiles para acompañar el conocimiento progresivo del alumnado, así como demostrar qué puntos de la unidad didáctica propuesta deben ser mejorados o cambiados.
- Analizar el proceso de construcción del modelo ser vivo a través de identificar niveles de desempeño en la progresión de aprendizaje facilita la identificación de dificultades y puede orientar en el diseño de las secuencias de aprendizaje implementadas en el aula.

6.4.1 SUGERENCIAS DE NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación ha generado muchos datos que no fueron aprovechados, pero que podrían ser útiles para comprender mejor cómo los niños y las niñas de primaria van formando mental y conceptualmente el modelo ser vivo, desde una perspectiva distinta de la que nos centramos, generando nuevas líneas de investigación. Entre éstas podríamos citar:

- La influencia que ejerce la maestra en la construcción del modelo ser vivo al dirigir una discusión inicial y los efectos en el modelo final del alumnado.
- Cuáles experimentos podrían contribuir más en la construcción del modelo ser vivo en primaria, posibilitando al investigador llevar a cabo una serie de experimentos utilizando animales domésticos y microorganismos para facilitar el aprendizaje del alumnado.
- Si la comprensión de que la bacteria es un ser vivo influye en un cambio conductual de higiene del alumnado y en su modo de ver a los demás seres vivos de su entorno.

BIBLIOGRAFÍA

- Acher, A. y Arca, M. (2006). Children's representations in modeling scientific knowledge construction. In C. Andersen, M. N. Scheuer, M. P. Perez Echeverria, & E. Teubal (Eds.). *Representational systems and practices as learning tools in different fields of knowledge*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- Alonzo, A. C., Benus, M., Bennett, W., y Pinney, B. (2009). A learning progression for elementary school students' understanding of plant nutrition. In G. Cakmakci & M. F. Tasar (Eds.), *Contemporary science education research: learning and assessment* (pp. 323-332). Ankara: Pegem Akademi.
- Ancarola, E. M. (1990). *La educación para la salud en la escuela*. Buenos Aires, Argentina: Ed. Braga.
- Ángulo, F. D. y García, M. P. R. (1997). Aprender a enseñar ciencias: una propuesta basada en la autorregulación. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 1(0). [Disponible en <http://www.uva.es/aufop/publica/actas/viii/edprima.htm>].
- Azcárate, C. y Sanmartí, N. (1996). Marco teórico: aproximación psicológica y metodología. *Evaluació: Elaboración de instrumentos de evaluación diagnóstica de los conocimientos de ciencias y de matemáticas en los niveles no universitarios*. Ed. Departament de Didáctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals – UAB.
- Barbosa - Lima, M. C. y Carvalho, A. M. P. (2008). O desenho Infantil como Instrumento de Avaliação de Construção do Conhecimento Físico. *REEC. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7, 337-347.
- Bizerra, A.; Dominguez, C.; Inglez, G.; Imparato, B.; Henrique, F. F.; Vieira, J. L.; Casadei, K.; Leporo, N. y Franco, M. T (2009). Crianças pequenas e seus

conhecimentos sobre microrganismos. *VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC*, 2009, Florianópolis. Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.

Bliss, J. M., M.; Ogborn, J. (1983). *Qualitative data analysis for educational research*. London: Croom Helm.

Brock, T. D. y Madigan, M. T. (1993). *Microbiología*. México: Ed. Prentice Hall Hispanoamericana, Sexta Edición.

Byrne, J. (2003). Progression of children's ideas and understanding about microbial activity. In, *Proceedings of the 4th Conference of the European Science Education Research Association*. ESERA.

Byrne, J. (2011). Models of Micro-Organisms: Children's knowledge and understanding of micro-organisms from 7 to 14 years old. *International Journal of Science Education*, 33(14), 1927-1961.

Byrne, J., & Sharp, J. (2006). Children's ideas about micro-organisms. *School Science Review*, 88(322), 71-79.

Byrne, J., Grace, M. y Hanley, P. (2008). Children's anthropomorphic and anthropocentric ideas about micro-organisms: do they affect learning? In, *7th Conference of European Researchers in Didactics of Biology*, ERIDOB, Zeist, The Netherlands, 16-20 Sep 2008.

Caballer, M.J. y Giménez, I. (1992). Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 10(2), pp. 172-180.

Candela, A. (1991). Argumentación y conocimiento científico escolar. *Infancia y Aprendizaje*, nº. 55, pp. 13-28

Cañal, P. (2003). ¿Qué investigar sobre los seres vivos? *Investigación en la Escuela*, 51, pp. 27-38.

- Cañal, P. (2008). Proyecto curricular investigando nuestro mundo (6-12). Investigando los Seres Vivos. Sevilla: Díada.
- Cohen, L.y Manion, L. (2002). *Métodos de investigación educativa*. Madrid: La Muralla, 2ª Edición.
- Cohen, M. C. R. y Martins, I. (2008). Discursos de profesores de los ciclos iniciales de enseñanza primaria acerca de las relaciones entre escuela, salud y medio ambiente. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. Barcelona, España, 26(1), 53 – 66.
- Cubero, R. (1989). *Cómo trabajar con las ideas de los alumnos*. Sevilla, España: Ed. Diada.
- De Las Heras, M. y Jiménez, R. (2009). Análisis del proceso de enseñanza-aprendizaje del ser vivo en un aula de primaria. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Barcelona, pp. 2630-2633.
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2630-2633.pdf>
- Díaz González, R., López Rodríguez, R., García Losada, A., Abuín Figueiras, G., Nogueira Abiín, E., y García Gandoy, J. (1996). ¿Son los alumnos capaces de atribuir a los microorganismos algunas transformaciones de los alimentos? . *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 14(2), 143-153.
- Dominguez, C. (2009). Ciências na educação infantil: desenhos e palavras no processo de significação sobre seres vivos. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Barcelona, pp. 3236-3248.
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-3236-3248.pdf>

- Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. Barcelona, España, 4(1), 3-15.
- Duschl, R.; Maeng, S. & Sezen, A. (2011). Learning progressions and teaching sequences: a review and analysis. *Studies in Science Education*, 47:2, 123-182.
- Ehrlén, K. (2009). Drawings as Representations of Children's Conceptions. *International Journal of Science Education* 31(1), 41 — 57.
- EPC - Equipo de Pequeños Científicos (2002). Pequeños científicos en la escuela primaria. *Rev. Colombia Ciencia y Tecnología*, vol. 20, nº 1, p. 26-32.
- Furtak, E. (2009). Toward Learning Progressions as Teacher Development Tools. *Proceedings from the Learning Progressions in Science Conference*, Iowa City, IA, June 24-26.
- García, P., Mayerhofer, N., Saez, M. (2007). Modelling the plant biological cycle for primary pupils: a case study. *ESERA: European Science Education Research Association*, Malmö – Suècia, Agosto de 2007.
- Garrard, J. (1986). Health Education and Science Education: changing roles, common goals? *Studies in Science Education*, nº 13 pp. 1-26.
- Gatt, S.; Tunnicliffe, S. D.; Borg, K. y Lautier, K. (2007). Young Maltese children's ideas about plants. *Journal of Biological Education*, 41(3), 117 – 121.
- Generalitat de Catalunya (1986). *Orientacions i programes : educació per a la salut a l'escola* / Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament. Departament de Sanitat i Seguretat Social. Barcelona: Secretaria General del Departament d'Ensenyament, 3ª Edición.

- Gil Quílez, M. J. y Martínez Peña, B. (2008a). De la gallina sin cabeza a la formación del suelo: preguntas en el aula de Primaria. *XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Almería.
- Gil Quílez, M. J., Martínez Peña, M. B., De La Gándara Gómez, M., Calvo Hernández, J. M., Cortés Gracia, A. L. (2008b). De la universidad a la escuela: no es fácil la indagación científica. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 63(22,3), 81-100.
- Gilbert, J. K., Boulter, C. y Rutherford, M. (1998). Models and explanations, Part 1: Horses for courses? *International Journal of Science Education*, 20(1), 83–97.
- Giordan, A., Raichvarg, D., Drouin, Jean-Marc, Gagliardi, R., Canay, A.M. (1988). *Conceptos de biología 1: La respiración. Los microbios. El ecosistema. La neurona*. Barcelona, España: Ed. Labor – MEC.
- Gómez, A. (2008). Construcción de explicaciones multimodales: ¿qué aportan los diversos registros semióticos? *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 4(2) (julio-diciembre 2008), 83-99.
- Gómez, A. A. G.; Sanmartí, N. y Pujol, R. M. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. Barcelona, España, 25(3), 325 – 340.
- Gómez, A. y Guillaumin, G. (2009). Argumentación científica escolar ¿cómo se aborda el problema de la evidencia en una conversación sobre crecimiento en plantas? *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Barcelona, pp. 2445-2451.

- Günther, H. (2003). *Como elaborar um questionário*. UnB, Laboratório de Ecologia Ambiental. Série: Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais, nº 01. Brasília, DF, Brasil.
- Hatano G and Inagaki K (1997). Qualitative Changes in Intuitive Biology. *European Journal of Psychology of Education*, 21, 11-130.
- Heras, M^a. A. y Pérez, R. J. (2011). La enseñanza del ser vivo en primaria a través de una secuencia de estrategias indagativas. *ALAMBIQUE - Graó Educació de Serveis Pedagògics*, 6(67), 71-78.
- Hernández, A. G. y Martínez, A. G. (1998). ¿Es socialmente útil la Educación para la Salud? En J.A. Morón (Dir), *Educación para la Salud: Fundamentos y Metodología*. Dos Hermanas (Sevilla): Excmo. Ayuntamiento de Dos Hermanas, pp. 27-43.
- Illarramendi, E. A. y Olazabalaga, I.M. (1999). Interacción social y contextos educativos. *Revista Psicodidáctica*, nº 9. Universidad del País Vasco. Vitoria-Gasteiz, España.
- Izquierdo, M. A. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 92(4/6), 115-136.
- Izquierdo, M. y Sanmartí, N. (1996). Aspectos generales de los instrumentos elaborados: su elaboración y su uso. En *Evaluació: Elaboración de instrumentos de evaluación diagnóstica de los conocimientos de ciencias y de matemáticas en los niveles no universitarios*. Ed. Departament de Didáctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals – UAB.
- Jewitt, C.; Kress, G.; Ogborn J. y Tsatsarelis, C. (2001). Exploring learning through visual, actional and linguistic communication: The multimodal environment of a science classroom. *Educational Review*, 53(1), 5-18.

- Jimenez Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- Jimenez Aleixandre, M. P., Bugallo, A., & R. Duschl. (2000). "Doing the lesson" or "doing science" argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.
- Jiménez-Aleixandre, M.P. y Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 16, 359-370.
- Jorba, J. y Sanmarti, N. (1993). La función pedagógica de la evaluación. *Aula*, 20, 20-23.
- Kelly, G.J. y Crawford, T. (1997). An ethnographic investigation of the discourse processes of school science. *Science Education*, 81, pp. 533-559.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J. y Tsatsarelis, C. (2001). *Multimodal teaching and learning. The rhetorics of the science classroom*. London: Continuum.
- Lee, H. -S. and Liu, O. L. (2009). Assessing learning progression of energy concepts across middle school grades: The knowledge integration perspective. *Science Education*, 94 (4), 665 – 688.
- Llop, F. A. M. (1995). Infecciones y guarderías. En *La salud en la Guardería y en la escuela*. Barcelona, España: Ed. Laertes, vol 1, p 63 – 90.
- Márquez, C., Izquierdo, M. y Espinet, M (2003). Comunicación multimodal en la clase de ciencias: El ciclo del agua. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, Barcelona, España. 21(3), 371 - 386.
- Márquez, C., Izquierdo, M. y Espinet, M. (2006). Multimodal science teachers' discourse in modeling the water cycle. *Science Education*, 90(2), 202 – 226.
- Martínez, A.G. (1998). *Claves de educación para la Salud*. Colección Texto-Guía – ICE – Universidad de Murcia: Ed. DM.

- Mayerhofer, N. y Márquez, C. (2009). La influencia de la palabra microbio en las representaciones iniciales de alumnos de primaria. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, vol. extra. Barcelona, España.
- Mayerhofer, N. y Márquez, C. (2010a). Initial models for elementary students on dental caries. En, *8th Conference of European Researchers in Didactics of Biology*, Braga, Portugal, 13 – 17 July 2010.
- Mayerhofer, N. y Márquez, C. (2010b). El desarrollo de la competencia en reconocer y usar pruebas a partir del estudio de las caries en primaria. *XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Baeza – Jaen, 21 – 23 julio 2010.
- Mayerhofer, N., García, P., Pintó, R. (2006). Utilizando el entorno Stagecast Creator[®] para promover la autorregulación y la construcción del modelo de ciclo biológico de una planta. *XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales Zaragoza*, España. Septiembre de 2006.
- Mercer, N. (1996). Las perspectivas socioculturales y el estudio del discurso en el aula. En: Coll, C. y Edwards, D. (Eds.) *Enseñanza, aprendizaje y discurso en el aula*. Cultura y Conciencia, Madrid, España.
- Montero, I. y León, O. G. (2002). Clasificación y descripción de las metodologías de investigación en Psicología. *Revista Internacional de Psicología Clínica y de la Salud/International Journal of Clinical and Health Psychology*, 2, 503-508.
- National Research Council. (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Washington, D.C.: National Academies Press.
- Ogborn, J., Kress, G., Martins, I; McGillicuddy, K. (2002). *Formas de explicar: La enseñanza de las ciencias en Secundaria*. Madrid, España: Ed. Santillana.

- Oliveira, C.M.A. y Carvalho, A.M.P. (2005) Escrevendo em Aulas de Ciências. *Ciência & Educação*, 11(3), 347-366.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (2006). PISA 2006. Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura. Madrid: Santillana-MEC.
- Osborne, J. y Dillon, J. (2008). Science Education in Europe: Critical Reflections. *A Report to the Nuffield Foundation*. King's College London.
- Perales, F. J. P. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. Barcelona, España, 24(1), 13 – 30.
- Pérez Serrano, G. (1998). *Investigación cualitativa. Retos e interrogantes: II Técnicas y análisis de datos*. Madrid, España: Ed. La Muralla.
- Piaget, J. (1984). *La representación del mundo en el niño*. Madrid, España: Ed. Morata, 6ª Edición.
- Piccinini, C. y Martins, I. (2004) Comunicação Multimodal na Sala de Aula de Ciências: Construindo sentidos com palavras e gestos. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 6(1).
- Pipitone, M. C. (2008). *Cambio Climático ¿Qué está pasando?: Aprendiendo a argumentar científicamente a partir de la reflexión crítica*. Trabajo de investigación presentado al departamento de Didáctica de las Ciencias y las Matemáticas de la Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España.
- Prokop, P.; Prokop, M.; Tunnicliffe, S. D. y Diran, C. (2007). Children's ideas of animals' internal structures. *Journal of Biological Education*, 41(2), 62 – 67.
- Pujol, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid, España: Ed. Síntesis.

- Quintanilla, M. (2006). Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. En M. Quintanilla y A. Adúriz-Bravo (Ed.), *Enseñar Ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas* (pp. 17-42). Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Quintanilla, M. y Araya, S. (2011). *Recursos Educativos para Profesores*. Recuperado el 20 de enero de 2011 http://www.educarchile.cl/portal.herramientas/sitios_educativos/planificador/sist_evaluacion.htm
- Ramos, L. y Espinet, M. (2009). El inglés como lengua vehicular para la enseñanza de las ciencias: una visión desde la formación inicial del profesorado. *X Congreso Nacional de Investigación Educativa*. 21 al 25 de septiembre Veracruz, México
- Romero, C. (1996). Una investigación sobre los esquemas conceptuales del continuo. Ensayo de un cuestionario. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. Barcelona, España, 14(1), 03 – 14.
- Rowland, G. (2007). Towards a new biology curriculum. *Journal of Biological Education*, 40(3), 99 – 101.
- Sanmartí, N. (1993). Hi ha diferents maneres d'aprendre ciències ?. *Guix*, 185, pp 10-16.
- Sanmartí, N. (2008). *Què comporta desenvolupar la competència científica?* *Guix*, 344, 11-16.
- Sardà, A. y Márquez, C. (2008). El uso de maquetas en el proceso de enseñanza aprendizaje del sistema nervioso. *Alambique*. [Versión electrónica]. Revista Alambique 58: <http://www.grao.com/revistas/alambique/058-el-cuerpo-humano/el-uso-de-maquetas-en-el-proceso-de-ensenanza-aprendizaje-del-sistema-nervioso>

- Sasseron, L. H. y Carvalho, A. M. P. (2010). Escrita e Desenho: análise das interações presentes nos registros de alunos do Ensino Fundamental. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10, 1-19.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L. O., Acher, A., Fortus, D., Schwartz, Y., Hug, B., & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression of scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46 (6), 632-654.
- Tamir, P. y V.M. Lunetta (1978). An Analyst of laboratory activities in the BSCS. Yellow version, *American Biology Teacher*, 40, 426-428.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Tunncliffe S D and Reiss M J (1999). Building a model of the new environment: how do children see animals? *Journal of Biological Education*, 33, 142-148.
- Web de la Xarxa Telemàtica d'Educació de Catalunya, <http://www.xtec.cat/> [en línea] Recuperado en mayo de 2008.
- Windschitl, M., Thompson, J. y Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92 (5), 941-967.
- Zinsser, H.; Joklik, W. K.; Willett, H. P.; Amos, D.B. (1994). *Zinsser Microbiología*. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 20ª Edición.
- Zudaire, M. (2011, 22 de marzo). *Menús escolares y hábitos alimentarios* [en línea] Recuperado el 22 de marzo de 2011 de http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/infancia_y_adolescencia/2001/05/08/35252.php

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.2.1: El 7 de septiembre de 1674, Anton von Leeuwenhoek presenta en su sexta carta a la Royal Society inglesa los dibujos de organismos microscópicos, estos los más antiguos que se conocen.....	25
Figura 2.5.1: Principales características de los modelos científicos por Schwarz et al. (2009, pp 636).....	43
Figura 2.5.2: Modelo ser vivo propuesto por García (2005).....	44
Figura 2.5.3: Funciones vitales específicas de las bacterias causantes de las caries	45
Figura 2.5.4: Funciones vitales específicas de las bacterias <i>Lactobacillus casei</i> que participan en la elaboración del yogur	45
Figura 3.2.1: Disposición de los alumnos y alumnas en clase.....	60
Figura 3.3.1: Estructura principal de la unidad didáctica	62
Figura 3.3.2: Plantilla utilizada en la primera sesión. Actividad: ¿Qué pasa en el diente cuando tenemos caries?.....	66
Figura 3.3.3: Cuestionario KPSI pasado a los alumnos en la primera sesión de la UD	68
Figura 3.3.4: Ejemplo del experimento designado al Grupo 3 con su consigna y condiciones correspondientes	72
Figura 3.3.5: Ejemplo de una de las páginas de la lectura.....	74
Figura 3.3.6: Cuadro comparativo de los dos seres vivos estudiados: el conejo y la bacteria.....	76
Figura 3.4.1: Objetivos principales de la unidad didáctica.....	77
Figura 3.5.1: Momentos en que aplicaremos el análisis de la progresión de aprendizaje	89

Figura 3.5.2: Esquema utilizado para el análisis de los datos.....	90
Figura 3.5.3: Ejemplo del análisis aplicado a la actividad individual en la primera sesión.....	93
Figura 3.5.4: Ejemplo de Análisis de los elementos argumentativos.....	98
Figura 3.5.5: Plantilla del análisis de la discusión entre iguales	101
Figura 3.5.6: Estructura de la metodología seguida en el análisis y modo de presentación en los siguientes capítulos.....	102
Figura 4.1.1: Análisis de los datos, primer paso. Actividad multimodal individual	104
Figura 4.1.2: Actividad 1: La evolución de la caries	107
Figura 4.1.3: Ejemplo del modo utilizado para determinar el porcentaje de diente afectado	116
Figura 4.1.4: Evolución de la caries de acuerdo con el cuadro según cada alumno/a	117
Figura 4.1.5: Promedio de la evolución de la caries del grupo de alumnos analizado	118
Figura 4.1.6: Modelo de la evolución de la caries. Fuente: http://www.odontomania.com.br/	119
Figura 4.1.7: Análisis de la comunicación multimodal individual según los niveles de progresión de aprendizaje.....	135
Figura 4.1.8: Relación entre los modos comunicativos: Oral X Dibujo X Texto...	136
Figura 4.1.9: Actividad 1 hecho por Ágata: ejemplo de cooperación	137
Figura 4.1.10: Actividad 1 hecha por Adán: ejemplo de especialización.....	138
Figura 4.1.11: Actividad 1 hecho por Boris: ejemplo de especialización	140

Figura 4.1.12: Actividad 1 hecho por Bianca: ejemplo de especialización.....	141
Figura 4.1.13: Distribución de los niveles de progresión de aprendizaje individuales: Sesión 1	145
Figura 4.2.1: Análisis de los datos, segundo paso. Actividad multimodal grupal..	149
Figura 4.2.2: Dibujos individuales de Adán, Adolfo, Ágata, Aída, Alicia y Álvaro	152
Figura 4.2.3: Trabajo del Grupo 1: ¿qué pasa en el diente cuando tenemos caries?	152
Figura 4.2.4: Análisis de la discusión del Grupo 1	158
Figura 4.2.5: Frecuencia absoluta de la clasificación de los argumentos presentados en el Grupo 1	158
Figura 4.2.6: Análisis del contenido: Grupo 1	160
Figura 4.2.7: Desempeño en la progresión de aprendizaje: Grupo 1.....	162
Figura 4.2.8: Dibujos individuales de Laura, Lorenzo, Lázaro, Leonor, Lucas, Leticia y Leonardo	165
Figura 4.2.9: Representación final Grupo 2: ¿qué pasa en el diente cuando tenemos caries?.....	166
Figura 4.2.10: Análisis de la discusión: Grupo 2.....	170
Figura 4.2.11: Frecuencia absoluta de la clasificación de los argumentos presentados por el Grupo 2	171
Figura 4.2.12: Análisis del contenido: Grupo 2.....	173
Figura 4.2.13: Desempeño en la progresión de aprendizaje: Grupo 2.....	174
Figura 4.2.14: Dibujos individuales de Valentín, Vicente, Vanesa, Vera y Víctor	177

Figura 4.2.15: Representación final Grupo 3: ¿qué pasa en el diente cuando tenemos caries?.....	178
Figura 4.2.16: Análisis de la discusión: Grupo 3.....	182
Figura 4.2.17: Frecuencia absoluta de la clasificación de los argumentos presentados en el Grupo 3.....	182
Figura 4.2.18: Análisis del contenido: Grupo 3.....	184
Figura 4.2.19: Desempeño en la progresión de aprendizaje: Grupo 3.....	185
Figura 4.2.20: Dibujos individuales de Boris, Bárbara, Bernardo, Belinda, Bianca, Berta y Bruno	187
Figura 4.2.21: Representación final Grupo 4: ¿qué pasa en el diente cuando tenemos caries?.....	188
Figura 4.2.22: Análisis de la discusión: Grupo 4.....	192
Figura 4.2.23: Frecuencia absoluta de la clasificación de los argumentos presentados en el Grupo 4.....	193
Figura 4.2.24: Análisis del contenido: Grupo 4.....	195
Figura 4.2.25: Desempeño en la progresión de aprendizaje: Grupo 4.....	196
Figura 4.3.1: Comparación de los porcentajes de clasificación de los argumentos presentados	199
Figura 4.3.2: Comparación del análisis del contenido de la discusión.....	200
Figura 4.3.3: Comparación de la cantidad de uso de los niveles de progresión de aprendizaje	201
Figura 4.3.4: Distribución de los niveles de progresión de aprendizaje por grupo. Sesión 1: Discusión entre iguales.....	210

Figura 5.1.1: Hoja de la de la maestra de la actividad 4, que muestra las condiciones utilizadas en la elaboración del yogur.....	213
Figura 5.1.2: Respuestas de cada grupo en la actividad 4: Elaborando el yogur ...	215
Figura 5.1.3: Distribución de los niveles de progresión de aprendizaje por grupos. Sesión 2: Actividad Experimental.....	219
Figura 5.2.1: Mapa conceptual formulado a partir de las respuestas a la pregunta A	229
Figura 5.2.2: Mapa conceptual formulado a partir de las respuestas en la pregunta B	232
Figura 5.2.3: Distribución de los niveles de progresión de aprendizaje individuales. Sesión 3: Actividad Lectora.....	233
Figura 5.3.1: Mapa conceptual formulado a partir de la comparación individual de dos seres vivos	239
Figura 5.3.2: Cuadro comparativo de los seres vivos construido en grupo.....	243
Figura 5.3.3: Distribución de los niveles de progresión de aprendizaje individuales: Sesión 4.....	244
Figura 5.4.1: Comparación KPSI: ¿Sabes qué pasa en los dientes cuando tenemos caries?.....	246
Figura 5.4.2: Comparación KPSI: ¿Sabes qué es una bacteria?	247
Figura 5.4.3: Comparación KPSI: ¿Sabes cuál es el tamaño de una bacteria?.....	248
Figura 5.4.4: Comparación KPSI: ¿Sabes qué necesita para vivir la bacteria?.....	248
Figura 5.4.5: Comparación KPSI: ¿Cree que las bacterias son seres vivos?.....	249
Figura 5.4.6: Comparación KPSI: ¿Sabes si todas las bacterias son benéficas a la salud?	250

Figura 5.5.1: Distribución de los niveles de progresión de aprendizaje individuales a lo largo de toda la unidad didáctica.....	254
Figura 5.5.2: Variación de los niveles de progresión de aprendizaje en cada una de las sesiones de la unidad didáctica	258
Figura 6.1.1: Construcción inicial del modelo ser vivo – Primera fase.....	269
Figura 6.3.1: Construcción del modelo ser vivo – Segunda fase.....	278
Figura 6.3.2: Construcción del modelo ser vivo – Tercera fase	281
Figura 6.3.3: Construcción final del modelo ser vivo.....	283

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.5.1: Definición de los niveles de progresión de aprendizaje.	89
Tabla 3.5.2: Red utilizada para el análisis del contenido de cada intervención.....	91
Tabla 4.1.1: Elementos representados en la actividad 1	115
Tabla 4.1.2: Porcentaje de diente afectado por la caries en cada cuadro según el alumnado.	117
Tabla 4.1.3: Formas utilizadas para representar al ser vivo.....	121
Tabla 4.1.4: Elementos y procesos enunciados en la actividad 1	131
Tabla 4.1.5: Relación Dibujo X Texto X Oral.....	133
Tabla 4.2.1: Red utilizada para el análisis del contenido de cada intervención.....	150
Tabla 4.2.2: Grupos y alumnos	151
Tabla 4.2.3: Relación entre el dibujo y el texto: Grupo 1	154
Tabla 4.2.4: Relación entre los modos comunicativos: Grupo 1	164
Tabla 4.2.5: Relación entre el dibujo y el texto: Grupo 2.....	168

Tabla 4.2.6: Relación entre los modos comunicativos: Grupo 2	176
Tabla 4.2.7: Relación entre el dibujo y el texto: Grupo 3	180
Tabla 4.2.8: Relación entre los modos comunicativos: Grupo 3	186
Tabla 4.2.9: Relación entre el dibujo y el texto: Grupo 4.....	190
Tabla 4.2.10: Relación entre los modos comunicativos: Grupo 4	198
Tabla 4.3.1: Resumen sobre los niveles de progresión de aprendizaje y la relación entre los modos comunicativos	202
Tabla 4.3.2: Relación Dibujo X Texto X Oral individual y grupal	203
Tabla 4.3.3: Resumen de los datos obtenidos con relación a la discusión en grupo	208
Tabla 5.2.1: Niveles de progresión de aprendizaje de las parejas al contestar a la pregunta A.....	224
Tabla 5.2.2: Niveles de progresión de aprendizaje de las parejas al contestar a la pregunta B	225
Tabla 5.2.3: Resumen de los niveles de progresión de aprendizaje de las parejas .	225
Tabla 5.2.4: Elementos enunciados en la reflexión sobre los alimentos	228
Tabla 5.2.5: Elementos enunciados en la pregunta B	231
Tabla 5.3.1: Comparación: Seres vivos: conejos y bacterias.....	237
Tabla 5.3.2: Elementos y procesos enunciados en la comparación entre el conejo y la bacteria.....	238
Tabla 5.3.3: Comparación entre el conejo y la bacteria en grupo.....	241
Tabla 5.5.1: Niveles de progresión de aprendizaje alcanzados por los alumnos en las sesiones de trabajo individual o por pareja	252

Tabla 5.5.2: Variación de los niveles de progresión de aprendizaje a lo largo de la UD..... 255