



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

**MAESTRIA EN DESARROLLO EDUCATIVO
LINEA DE INVESTIGACIÓN:
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES**

**ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA PARA
FAVORECER LA TRANSFORMACIÓN DE IDEAS PREVIAS
SOBRE MICROBIOS HACIA UN CAMBIO CONCEPTUAL**

**Tesis
que para obtener el grado de
Maestra en educación**

**Presenta:
GUETZABEL MARÍA OLVERA PÉREZ**

**Directora de Tesis:
Dra. Diana Patricia Rodríguez Pineda**

México, D. F., Noviembre del 2007

*A mis padres, Isaac Olvera Hita y Ma. del Carmen Pérez López,
al primero, por trascender enormemente en mi vida a pesar de su ausencia física;
a ambas, por ser ejemplo de cariño y respeto. Su amor incondicional e innumerables sacrificios
han sido y serán siempre la fuerza que me impulse en el camino.*

*A mis queridos sobrinos, Lucero, Lalo, Anahy, Rodrigo, Alejandra y Emilio,
porque me quieren y confían en mí, porque yo creo en ellos y en la niñez. Dedicó a ustedes esta
parte de mi vida para que en el futuro recuerden que deben esforzarse por lograr sus metas.*

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por los dones que recibo día a día, por las oportunidades que me brinda y las personas que pone en mi camino.

A mis hermanas: Mary, Caro y Ruby, por las muestras de cariño y el apoyo que siempre me dan en los momentos más difíciles.

A la Doctora Diana Patricia Rodríguez Pineda, por la atención que prestó a mi trabajo desde el primer momento, la paciencia que tuvo para que pudiera concluirse y por dedicarle, siempre de la manera más gentil, gran parte del valioso tiempo destinado a su familia. Agradezco cada momento en que compartió sus conocimientos y experiencia conmigo para darle forma a este trabajo y el cuidado que tuvo para que no quedara a la medianía del camino. Pero sobre todo, deseo expresarle mi gratitud por brindarme su amistad y la oportunidad de ver en ella un ejemplo de perseverancia y fortaleza.

Al Doctor Ángel D. López y Mota, por el apoyo y la confianza otorgadas a mi persona, la precisión de sus comentarios finales y las observaciones realizadas que semestre a semestre fueron enriqueciendo este trabajo.

A la Maestra Teresa Martínez Moctezuma, por creer en mí desde la primera entrevista, y por el apoyo recibido a lo largo de mi estancia en la UPN.

A la Doctora Alejandra García Franco por la amabilidad de aceptar la lectura de la tesis, a pesar de sus múltiples compromisos, y por las valiosas precisiones y sugerencias que, sin duda, la enriquecieron.

A la Doctora Adrianna Gómez por tomarse la molestia de leer la tesis, no obstante la distancia geográfica.

A todos los lectores, mi más sincero agradecimiento.

A mi querida amiga Ana Laura por compartir conmigo esta etapa y sus conocimientos, siendo siempre un gran apoyo en los momentos más grises, pero sobre todo por su valiosa amistad y las muestras de afecto recibidas.

A mis compañeros de la maestría: Isabel, Ricardo, Germán y Magos con quienes tuve la fortuna de aprender y compartir magníficas experiencias.

A todos mis maestros de la Universidad Pedagógica Nacional que contribuyeron a la transformación de mi visión sobre la enseñanza y el aprendizaje.

Al CONACYT por el apoyo otorgado, que hizo posible la realización de estos estudios.

A los maestros de la Dirección General de Servicios Educativos Iztapalapa que me brindaron todas las facilidades para hacer posible mi estancia en la maestría y la culminación de la tesis permitiéndome entrar en sus aulas, en especial a la maestra Alejandra Bonilla Carrillo.

ÍNDICE

	Página
Introducción	
Capítulo 1 UN CAMINO EN EL CAMPO DE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	
1.1 La enseñanza de las ciencias en el salón de clases. El caso de los microbios	4
1.2 El enfoque constructivista	7
1.3 Las ideas previas	9
1.3.1 Características de las ideas previas	11
1.3.2 Hallazgos encontrados en la literatura sobre microbios.	14
1.3.3 Ideas previas de los niños de primaria sobre los microbios	19
Capítulo 2 EL CAMBIO CONCEPTUAL Y LAS ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS.	
2.1 El cambio conceptual	26
2.1.1 Orígenes y fundamentos del cambio conceptual	26
2.1.2 Posturas diversas del cambio conceptual	28
2.1.3 La postura adoptada y concepción de aprendizaje	29
2.2 Las estrategias didácticas	32
2.2.1 Estructura y fases de las estrategias didácticas	33
Capítulo 3 UNA MIRADA AL MUNDO DE LOS MICROBIOS	
3.1 Los microbios como seres vivos	35
3.2 Características generales de los microbios	38
3.3 Resumen histórico de los microbios y su importancia	42
3.4 Currícula escolar	48
3.5 Microbios para la ciencia. Algunos unicelulares	53
3.5.1 Las bacterias	53
3.5.2 Las amibas	59
3.5.3 Los hongos	61
3.6 “Microbios” en lo cotidiano	63
3.6.1 Los virus: vivos o no vivos	63

Capítulo 4 DISEÑO METODOLÓGICO	
4.1 Diseño de la estrategia	65
4.1.1 Criterios para desarrollar la estrategia didáctica	66
4.1.2 Propósitos de la estrategia didáctica	69
4.1.3 Secuencia didáctica	70
4.2 Aplicación de la estrategia	77
4.3 Evaluación del aprendizaje	77
4.4 Determinación de las categorías de análisis	78
Capítulo 5 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	
5.1 Resultados a corto plazo	79
5.1.1 Resultados del cuestionario antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica.	79
5.1.1.1 ¿Qué son los microbios?	79
5.1.1.2 ¿Dónde se localiza a los microbios?	84
5.1.1.3 ¿Qué es lo que hacen los microbios?	85
5.1.2 Resultados de la tabla de características de los microbios antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica.	87
5.1.2.1 ¿Qué son los microbios?	88
5.1.2.2 ¿Dónde se localiza a los microbios?	90
5.1.2.3 ¿Qué es lo que hacen los microbios?	92
5.2 Resultados a mediano plazo	94
5.3 Resultados de la estrategia didáctica	98
Capítulo 6 CONSIDERACIONES FINALES	
6.1 Los microbios. Identificación y transformación de las ideas previas	100
6.2 La estrategia didáctica	103
6.3 La práctica después de la planeación	104
6.4 Sugerencias de investigación	105
Referencias bibliográficas	107
Bibliografía	113
Anexos	116
Anexo 1 Instrumentos	117

Anexo 2 Instrumentos contestados por los alumnos	128
Anexo 3 Pilotaje de la estrategia	137
Anexo 4 Entrevista a la maestra titular del grupo	151
Anexo 5 Fotografías de los cazadores de microbios	154
Anexo 6 Cuadros de referencia	156

INTRODUCCIÓN

Este trabajo pretende ser un pequeño aporte a la enseñanza de la ciencia escolar¹ para que ésta no sea memorística y el aprendizaje mínimo o fraccionado. Se diseñó y validó una estrategia didáctica fundamentada en el constructivismo, para transformar las ideas previas que poseen los alumnos de quinto grado de primaria sobre los microbios y propiciar un cambio conceptual.

Dada mi formación profesional, el trabajo se orientó a niños de nivel primaria. Es mi deseo y obligación buscar alternativas que mejoren y promuevan el aprendizaje en ellos y la enseñanza en las aulas. El trabajo se circunscribe a los que cursan el quinto grado, porque es el momento en que el tema de los microbios se presenta con mayor detalle. Ya antes, desde primer grado, han tenido contacto con él y con el tema de los seres vivos.

Es común pensar y atribuir las deficiencias de la educación superior al nivel básico de enseñanza. Es preciso mencionar que en este nivel no se trata de introducir al alumno en el terreno de la ciencia formal, sino en conformar una articulación entre conocimiento escolar y conocimiento cotidiano en un ámbito distinto, con un enfoque formativo. Se espera que sea posible aproximar los elementos cognitivos con que cuentan los alumnos, hacia mejores explicaciones sobre los hechos y fenómenos de la ciencia escolar.

La ciencia ha sido estereotipada en nuestra sociedad como una actividad altamente difícil, que no se encuentra al alcance de todas las personas. Esta mirada ha impactado en la educación, de manera que la enseñanza de la ciencia ha sido una tarea primordialmente de repetición de hechos y conceptos, la cual ha dado origen a numerosas dificultades en el aprendizaje. La mayor parte de los alumnos que logran ingresar al nivel superior llevan consigo concepciones que distan mucho de parecerse a las de la ciencia formal. Aunque no todos los alumnos dediquen su vida a la ciencia, estas concepciones actúan como obstáculos para el aprendizaje de numerosas temáticas que son tocadas tangencialmente por ella.

¹ Tal como lo menciona Sanmartí: “...en una situación de enseñanza- aprendizaje, la ciencia de la que el profesorado habla en el aula es diferente de la del científico (y también diferente de la que construye el alumnado). Esta ciencia del profesor es el resultado de un proceso, no siempre explícito, de reelaboración del conocimiento de los expertos. En las clases se enseña una ciencia escolar, correlacionada con la ciencia normativa pero no igual a ella.” Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Síntesis Educación, Madrid, p. 77

De aquí el interés por trabajar desde y en primaria, la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, con una perspectiva que pueda resultar más fructífera.

El trabajo que se realiza está conformado por seis capítulos:

En el primero, se presenta al constructivismo como un enfoque que atiende la necesidad de cambiar la enseñanza de las ciencias en los salones de clases como una vía para mejorar el aprendizaje en los alumnos. Se evidencia un problema de aprendizaje en el ámbito de la escuela primaria, que se pretende abordar desde la docencia, mediante un proyecto de intervención que incluye la planeación de una estrategia didáctica fundamentada en el cambio conceptual. Así mismo, se resumen los hallazgos encontrados en la literatura que dan cuenta del estado de investigación sobre el problema que identifica.

En el segundo capítulo, se plantean algunos elementos del cambio conceptual -acogido como una de las opciones para el logro de aprendizajes constructivistas-, sus orígenes, fundamentos y, la postura que se adopta en este trabajo para el diseño de una estrategia didáctica de enseñanza.

Con base en la revisión de la literatura reportada en el primer capítulo y teniendo como marco de referencia la perspectiva constructivista para la enseñanza de las ciencias, en el tercer capítulo, se muestra un panorama general del tema a ser enseñado, que permite plantear el problema que se aborda en esta tesis y que forma parte de uno de los ejes más importantes del programa de Ciencias Naturales en la primaria: los seres vivos. De tal manera que se pretende ubicar a los microbios dentro de la clasificación de éstos, reflexionar sobre su importancia, justificar su estudio desde el aprendizaje y la enseñanza y plantear los propósitos del proyecto de intervención.

Dicho proyecto se desarrolló mediante el diseño de una estrategia particular, por lo que en el cuarto capítulo se da cuenta de la planeación que se realizó para conformar la estrategia, de tal forma que el sustento teórico apoye la atención del problema de enseñanza de los microbios a los estudiantes de quinto grado de la escuela primaria. Se definen los instrumentos de investigación y las categorías que permitirán analizar los resultados.

En el quinto capítulo, se presentan los resultados obtenidos antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica en dos momentos: corto y mediano plazo. Se hace un análisis sobre la forma

en que los alumnos comprenden el tema y sobre la promoción del aprendizaje a través de la transformación de sus ideas.

Finalmente en el capítulo seis, como una manera de concluir este trabajo, se presentan las consideraciones finales que pretenden hacer una revisión del camino recorrido para dar cuenta de hechos relevantes: errores y aciertos de este trabajo, que puedan aportar mejoras a la educación.

Capítulo 1

UN CAMINO EN EL CAMPO DE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

En este capítulo pretendemos hacer evidente la necesidad de adoptar metodologías más adecuadas para conseguir mejoras en el aprendizaje de los alumnos en lo referente al campo de las ciencias naturales. Como uno de estos medios retomamos la posición constructivista y, como una de las formas de transitar dentro de ésta, el cambio conceptual. Es así, que en medio de este marco se espera analizar un problema específico de aprendizaje de la escuela primaria, para definir posteriormente una ruta de posible solución. El resumen de los hallazgos encontrados en la literatura (ideas previas) en torno al problema que se atiende finaliza esta primera parte del trabajo.

1.1 La enseñanza de las ciencias en el salón de clases. El caso de los microbios.

Durante mucho tiempo se pensó que los alumnos eran como hojas en blanco donde los maestros tenían que escribir, sacos vacíos que había que llenar con conocimientos. El maestro era el único poseedor del saber y por lo tanto el único que decidía qué se aprende y cómo se aprende.

Ahora sabemos que los alumnos llegan a clase con una serie de conocimientos adquiridos por distintas vías que distan mucho de ser aquella hoja vacía que se pensó. Estos conocimientos pueden actuar a favor o en contra del mismo proceso de aprendizaje de los alumnos, sobre todo si no son tomados en cuenta por los maestros. Los alumnos llegan al salón de clases con muchas ideas acerca de los fenómenos que ocurren a su alrededor.

Si bien los maestros podemos decir que tomamos en cuenta estas ideas, en la práctica no es así ya que las dejamos de lado e imponemos metodologías tradicionalistas, generalmente de memorización, donde hacemos que el alumno repita ideas completamente distintas a las suyas con fines de “éxito” en pruebas escritas.

Si las ideas de los alumnos habrán de tomarse realmente en cuenta para favorecer el aprendizaje en las aulas, es necesario que reciban un tratamiento adecuado. ¿Cómo saber qué tratamiento dar a las ideas de los alumnos?, ¿cuáles son estas ideas?, ¿de dónde provienen? Las respuestas todavía se buscan, aunque en los últimos años se han logrado avances importantes en función de

estas interrogantes que, en algunas ocasiones, han surtido mejores efectos en el aprendizaje de los alumnos.

En este trabajo centraremos la atención en un tipo de ideas que específicamente tienen que ver con el tema de los microbios. ¿Cuál es el problema con relación a este tema? Pienso que, de manera general, consiste en no considerarlos como seres vivos que se relacionan con todos los demás y limitar las funciones que realizan, principalmente, a su parte perjudicial. Este tema es importante porque los microbios forman parte del ambiente en el que se desarrolla el ser humano y las acciones que realizan y los usos que se pueden hacer de ellos inciden directa o indirectamente en su perjuicio o en su beneficio.

Las dificultades para abordarlo pueden residir en diversos aspectos. Uno de ellos puede ser la poca comprensión que el mismo maestro tiene sobre el tema: *“La bacteria es un virus que entra en nuestro cuerpo ya que se encuentra en todo el ambiente y es microscópica”, “Las amibas son bacterias que producen trastornos digestivos, causados principalmente por la falta de higiene en la preparación de los alimentos”².*

Otro aspecto puede ser la carencia de materiales disponibles en el aula y en el plantel escolar, como fotos, videos, microscopios; o incluso el desconocimiento de su utilización en el caso de materiales como *Enciclomedia* y otros medios como el Internet, que ya se encuentran en la mayoría de los planteles.

El tema en sí mismo es difícil, porque no se trata de algo que pueda observarse a simple vista por los alumnos o manipularse de manera directa a través de objetos concretos. Demanda por el contrario un gran nivel de abstracción para su comprensión. Al no ver los microbios, los alumnos no los conciben como seres que interactúan de diversas formas con todos los demás, como podrían hacerlo con un árbol o una vaca. Se requiere que el niño piense, no en lo concreto y presente, sino en algo imperceptible (Benlloch, 1991). Además, el tema de los microbios se relaciona con otros temas de importancia y de no fácil comprensión, que de no trabajarse en grados anteriores pueden hacer difícil el proceso de aprendizaje. Tal es el caso de temas como: seres vivos y no-vivos o el concepto de animal. El tema es tan amplio que de no delimitarlo se

² Ideas tomadas de un estudio previo de exploración que se realizó a maestros de la escuela primaria Luis Alvarez Barret para conocer sus definiciones sobre amibas y bacterias en noviembre de 2004. (Ver anexo 3)

corre el riesgo de perderse entre otros temas como: la salud, el sistema inmune, la célula, el origen de la vida y otros.

Sin duda, las ideas que los alumnos poseen al respecto son tan diversas, que resulta necesario pensar en los diferentes contextos en los que se desarrollan. Es común hoy en día, ver por televisión una serie de comerciales que anuncian productos relacionados con microbios y sus acciones perjudiciales: jabones antibacteriales, desinfectantes de gérmenes, aerosoles para matar bacterias que producen mal olor, diversos productos fungicidas, etc. Menos promocionados son aquellos productos que proporcionan información sobre acciones benéficas de los microbios, como es el caso de los lácteos como el yogur y los beneficios de ingerir lactobacilos.

Esta publicidad, por un lado, enfatiza el antropomorfismo que se otorga a los microbios y reitera el mensaje de que son dañinos para los seres humanos y, por otro, emplea términos como: bichos, gérmenes, bacterias, microbios, hongos, bacilos, etc., que pasan a formar parte del vocabulario cotidiano del sujeto, mismo que utiliza de manera indistinta para referirse a conceptos que son muy específicos.

Por lo tanto, resulta común encontrar que los niños de primaria utilizan términos indistintos para referirse a los microbios aunque no sean aclarados sus significados (Nagy, 1953), no se advierte que un microbio específico tiene actividades específicas (Prout, 1985), generalmente identifican sólo las acciones perjudiciales y no las benéficas. Desconocen la importancia que esto genera en los ecosistemas, es decir la función de los microbios como degradadores (Driver; et.al., 1999), así como en la transformación de los alimentos (Díaz; et.al., 1996). También es común que no vinculen a los microbios como parte de la flora normal intestinal del cuerpo humano y la relevancia que tienen en la biotecnología (Simoneaux, 2000).

En resumen, los alumnos de la primaria poseen diversas ideas sobre los microbios como resultado de sus múltiples experiencias y algunas de ellas se alejan de las concepciones de la ciencia escolar. Es por eso que nos hacemos la siguiente pregunta: ¿Es posible que los alumnos de quinto grado de primaria, mediante el cambio conceptual, transformen las ideas previas que tienen sobre microbios hacia concepciones más científicas que los ubiquen como un tipo de seres vivos que se relacionan con el medio?

Dar respuesta a esta pregunta significa buscar en el constructivismo, aunque no de manera infalible, el sustento que oriente sobre “el cómo” conseguirlo. Para lo cual será necesario revisar las ideas previas que reporta la literatura y diseñar y aplicar una estrategia didáctica (detallada en el capítulo 4) que permita responder a la pregunta mencionada.

1.2 El enfoque constructivista

El constructivismo es un enfoque acerca de cómo se construye el conocimiento. Tiene como origen a la epistemología y se ha llevado al ámbito de la psicología donde provee de elementos para mejorar el aprendizaje. Esta corriente o enfoque tiene como centro al sujeto. Desde el ámbito epistemológico -cómo se origina el conocimiento-, se plantea que, aunque existe una sola realidad, cada sujeto organiza y elabora sus propias interpretaciones sobre ésta, de acuerdo a los instrumentos cognitivos que posee y a sus experiencias.

La realidad y el sujeto se construyen mutuamente. El sujeto es el que construye el conocimiento y elabora las representaciones de la realidad mediante unidades llamadas esquemas, estructuras, conceptos o representaciones, que equivalen a un conjunto de acciones materiales y mentales que tienen una estructura y organización jerárquica y son transferibles a situaciones semejantes.

El aprendizaje bajo esta perspectiva es activo, individual y personal “*el conocimiento no se recibe de forma pasiva, sino que es construido activamente por el sujeto que conoce*”, lo cual constituye el primer principio de Von Glasersfeld (1989)³, considerado en el constructivismo trivial. Por definición, el constructivismo radical está basado en el primero y el segundo principio de Von Glasersfeld: “*La función de cognición se adapta y sirve a la organización del mundo experimental, no al descubrimiento de la realidad ontológica*”.

Dentro de las características esenciales de esta visión del aprendizaje, Resnick (1983), citado en Pérez, 1993, resume los tres principios siguientes:

- Quienes aprenden construyen significados. No reproducen simplemente lo que leen o lo que se les enseña.

³ Citado en Ernest, P. (1995) The one and the many. In Steffe, L.P. and Gade, J. (Eds) *Constructivism in Education*. N J: Lawrence Erlbaum. 459-586.

- Comprender algo supone establecer relaciones. Los fragmentos de información aislados son olvidados y resultan inaccesibles a la memoria.
- Todo aprendizaje depende de conocimientos previos.

Paul Ernest (1995), considera que el constructivismo puede ser una o muchas escuelas de pensamiento debido a las diversas posiciones que se adoptan. Las dos grandes clasificaciones del constructivismo son la radical y la trivial. El constructivismo radical está basado en el primero y segundo principios de Von Glasersfeld. Si bien muchos autores se ubican dentro del paradigma constructivista radical, una crítica central que se les hace es que dar razón del sujeto conocedor enfatiza su individualidad, separación y representaciones cognitivas primarias de sus experiencias. Tal perspectiva hace difícil establecer una base social para la comunicación interpersonal, para los sentimientos, intereses y valores compartidos, por lo que en este trabajo adoptamos la postura trivial.

El constructivismo trivial puede ser compatible con el primer principio de Von Glasersfeld al considerar que todo conocimiento individual de los humanos es construido por cada individuo. En este tipo de constructivismo se requiere del conocimiento previo para ir más allá de la información dada, reconociendo que es construido más que recibido intacto desde la memoria.

Otro tipo de constructivismo además del trivial y el radical, es el constructivismo social. Éste ve a los sujetos individuales y al dominio de lo social como interconectado. Los sujetos humanos se forman a través de sus interacciones con los demás, así como por sus procesos individuales. La metodología es ecléctica, pero reconoce que todo el saber es problemático y no hay punto de ventaja privilegiado.

El paradigma de investigación constructivista social adopta una ontología realista sofisticada, apoyando por ejemplo, que existe un mundo afuera que sustenta las apariencias a las que hemos tenido acceso, aunque no tengamos conocimiento cierto de él. Se basa en una epistemología constructivista que ve al conocimiento convencional como el que se vive y es aceptado socialmente.

El constructivismo es un enfoque que acoge de manera natural a las ideas previas y al cambio conceptual. De hecho las investigaciones en estos campos han permitido que el constructivismo

haya logrado un *status* muy importante en la enseñanza en investigación, así como ha dado origen a diversas aproximaciones para ponerlo en práctica en las escuelas (Flores, 2000).

1.3 Las ideas previas

Las ideas previas, también conocidas con muchas otras denominaciones, se han investigado desde los años 70 en muchos países. Algunos de los nombres que han recibido son: concepciones alternativas (*alternative conceptions*), errores conceptuales o concepciones erróneas (*misconceptions*), preconcepciones (*preconceptions*), ciencia de los niños (*children's science*), marcos alternativos (*alternative frameworks*), ideas intuitivas, ideas alternativas, esquemas conceptuales, ideas ingenuas, etc. (Cubero, 1994). Sin embargo, no todas estas denominaciones son equivalentes. Aunque quizá, en opinión de García y Rodríguez (1988)⁴, los “conocimientos previos” de los alumnos en cada una de las áreas (física, química, biología, matemáticas) difieren no sólo en el contenido al que se refieren, sino también en su naturaleza (algunos conocimientos son más conceptuales y otros más procedimentales; unos son más descriptivos, otros más explicativos; unos son más generales, otros más específicos, etc.).

Cada autor elige su propia terminología de acuerdo a los supuestos que está dispuesto a aceptar. La selección terminológica deja traslucir conceptualizaciones de fondo diferentes que implican determinados compromisos teóricos e indican una posición filosófica del investigador (Cubero, 1994).

En este trabajo consideramos a las ideas previas, como las construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales y para brindar explicaciones, descripciones o predicciones, bien porque esa interpretación es necesaria para la vida cotidiana o porque es requerida para mostrar cierta capacidad de comprensión que es solicitada a un sujeto por otro -como un profesor-, entre pares o por cierta circunstancia específica no cotidiana, por ejemplo, la solución de un problema práctico⁵. Si bien puede existir un estatus entre las diversas terminologías por implicar distintas formas de conocimiento, elegimos el término

⁴ Autores que opinan que una cita de Ausubel (1968) –quien no plantea explícitamente el concepto de idea previa-, orienta sobre lo que se ha entendido por ésta: “*El factor que más influencia tiene en la enseñanza es lo que el que aprende ya sabe. Hay que investigar qué es y enseñar de acuerdo con ello*”.

⁵ De acuerdo con la sección: “Las ideas previas: Características y orígenes” de la página web de ideas previas. <http://www.ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/estrategia.htm>

“ideas previas” porque los niños de educación primaria no han recibido instrucción formal en ciencias.

Los investigadores de la educación han coincidido en la necesidad de transformar las ideas previas de los estudiantes hacia concepciones científicas o, al menos, hacia concepciones más cercanas a ellas (Bello, 2004). Opinan también que han sido un suceso importante en el desarrollo de la enseñanza de la ciencia:

- Han proporcionado conocimiento acerca de las concepciones con las que los estudiantes enfrentan el aprendizaje de los conocimientos científicos en la escuela.
- Han puesto de manifiesto que dicho aprendizaje lleva implícito un problema de construcción y transformación conceptual.
- Han colocado al sujeto que aprende como elemento central de la enseñanza y del aprendizaje.
- Han influido en el replanteamiento y la comprensión de problemas de diversa índole que se presentan en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias.

A partir de las primeras aproximaciones, las ideas previas se han investigado en numerosos países y en diversos temas y disciplinas, encontrando que los sujetos las construyen de manera semejante, sin que al parecer, los diversos contextos culturales tengan notable influencia; es decir, son independientes del contexto sociocultural, extremadamente resistentes al cambio y relativa o parcialmente conexas. (Flores, 2000)

1.3.1 Características de las ideas previas

Como se ha mencionado, las ideas previas se encuentran dentro del marco del constructivismo. Diferentes autores utilizan términos distintos para referirse a ellas, aunque no siempre los significados sean los mismos. No son consideradas como errores conceptuales ya que para el sujeto son funcionales y le satisfacen.

Los niños construyen estas ideas e interpretaciones a partir de las experiencias cotidianas en todos los aspectos de sus vidas: a través de actividades físicas prácticas, conversaciones con otras personas y de los medios de comunicación (Driver, et.al., 1985).

Con relación a estas ideas se puede decir que en ocasiones pueden parecer incoherentes (no hay razón para tener un modelo completamente coherente) y persisten aunque no concuerden con los resultados experimentales o con la explicación del docente; son estables para el alumno y muy resistentes al cambio. Es posible determinar algunas causas u orígenes de las mismas que se pueden resumir⁶ así:

- a) Las ideas de los alumnos se encuentran en buena medida reguladas por la percepción.
- b) La mayoría de las ideas previas tienen como referente los aspectos visibles de los fenómenos.
- c) Las ideas de los alumnos son dependientes de situaciones contextuales locales, esto es, relativas al fenómeno observado.
- d) En general, los conceptos a los que aluden las ideas previas están indiferenciados, lo que implica poca precisión y por consiguiente uso poco consistente.
- e) Las ideas previas son generadas principalmente a partir de situaciones de cambio y no de aquellas que presentan procesos estáticos o de conservación.
- f) El razonamiento que se emplea en forma genérica para las ideas previas es causal directo, esto es, son inferencias simples que involucran una premisa y una conclusión.

Un posible modelo, sugerido por Driver (1989), acerca de cómo afectan estas ideas al proceso de aprendizaje, se basa en la hipótesis de que la información se almacena en la memoria de diferentes formas y de que todo lo que decimos y hacemos depende de los elementos o grupos de elementos de esta información almacenada -que han sido denominados “esquemas”: conocimiento del sujeto acerca de un fenómeno específico-. Este término denota los diversos elementos almacenados e interrelacionados en la memoria. Los esquemas contienen diferentes elementos organizados entre sí para formar una “estructura”. Estos esquemas, integrados en estructuras, se componen de manera similar de elementos y de relaciones entre ellos.

El modo de asimilación de un nuevo elemento de información depende tanto de la naturaleza de dicha información como de la estructura del aprendiz de esquemas y puede ser asimilada de manera muy distinta por cada sujeto. La incomprensión de estas ideas fundamentales puede llevar a posteriores problemas de aprendizaje. Para promover una transformación en ellas no es

⁶ Wandersee, J. H., Mintzes, J.J. & Novak, J. D. (1994). “Research on alternative conceptions in science“

suficiente ponerlas en tela de juicio; hay que generar otras alternativas, que han de ser consideradas por los estudiantes no sólo como necesarias, sino como razonables y plausibles.

Aunque los conceptos que los alumnos emplean para interpretar los fenómenos son diferentes, existen ciertas pautas generales en los tipos de ideas que tienden a utilizar los niños de diversas edades. A pesar de la aparente variedad de ideas sugeridas en las clases de ciencias, puede ser útil tratar de tener en cuenta las tendencias generales del pensamiento infantil para planificar las actividades de aprendizaje.

Características generales de las ideas de los estudiantes según Driver; et.al., (1989):

- Las ideas de los estudiantes como esquemas activos, son una serie de posibles “modos de ver” de que ellos disponen. Los niños tratan de entender situaciones nuevas “viéndolas como” algo que conocen o reconocen.
- Las ideas de los estudiantes son coherentes dentro de su modo de pensar. Tienen sentido dentro de su propia manera de ver las cosas.
- El razonamiento está ligado a un contexto específico. Situaciones que pueden ser “vistas” como similares desde un punto de vista científico pueden ser interpretadas por los niños utilizando nociones diferentes. En el pensamiento cotidiano lo que importa es que nuestras ideas sobre una situación “se ajusten” a esa situación, permitiéndonos predecir y actuar dentro de ellas. Un individuo puede responder a la misma situación usando diferentes ideas en diferentes contextos.
- Diferenciación de ideas. Las ideas de los niños pueden reflejar nociones relativamente no diferenciadas. Esto permite que los niños pasen de un significado o aspecto a otro sin ser necesariamente conscientes de ello.
- Van del pensamiento perceptivo al conceptual.
- Brindan mayor atención a las propiedades que a las interacciones entre sistemas.
- Razonamiento causal. El razonamiento de los niños se centra sobre estados cambiantes más que en estados de equilibrio. La idea de cambio es lo que requiere explicación.

También se ha considerado, en la página web de ideas previas⁷, que:

- Las ideas previas de los estudiantes se encuentran presentes de manera semejante en diversas edades, género y culturas.
- Las ideas previas son de carácter implícito, esto es, en la mayoría de los casos los estudiantes no “toman conciencia” de sus ideas y explicaciones.
- Las ideas previas guardan ciertas semejanzas con ideas que se han presentado en la historia de la ciencia.
- Los profesores, frecuentemente, comparten las ideas previas de los alumnos.

Las ideas previas son diferentes a los conceptos científicos en el sentido de que no establecen definiciones sino enunciados descriptivos o explicativos donde están involucradas las interpretaciones de los sujetos acerca de esos conceptos científicos. Es decir, donde se hace alusión a la interpretación de un proceso. Las ideas previas pueden especificar una acción, una condición, determinar alguna equivalencia o describir una relación.

No todas las expresiones de los sujetos son ideas previas⁸, tal es el caso de las que manifiestan un error específico de información y que, por consiguiente, no se pueden considerar como un problema de interpretación o enunciados que indican una cualidad, sin tener un contexto explícito. Por ejemplo, la expresión: Los metales son fríos.

A continuación exponemos el estado del arte que reporta ideas previas sobre microbios.

1.3.2 Hallazgos encontrados en la literatura sobre microbios.

El descubrimiento de los microbios es relativamente reciente (poco más de 300 años) y, en la antigüedad, las enfermedades padecidas por el hombre se atribuían principalmente a castigos divinos –como se verá más adelante en el capítulo 3-. Luego, cuando se descubre la existencia de estos seres, se subestima la influencia que tienen en el mundo macroscópico. No es hasta las brillantes aportaciones de Pasteur que se les otorga cierta atención por advertir su participación en la producción de alimentos y por el impacto económico que esto representaba, y posteriormente por el maravilloso descubrimiento de Koch, quien demostró que los microbios actúan directamente en el ser humano provocándole enfermedades específicas. Esto permitió reconocer que las acciones de los microbios no sólo se circunscriben a su mundo microscópico sino que se

⁷ <http://www.ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/estrategia.htm>

⁸ *ídem.*

manifiestan también en el mundo macroscópico. Sin embargo, en la actualidad –para la mayoría de la población- las acciones de los microbios siguen siendo desconocidas y atribuidas principalmente a creencias antropocéntricas que se originan de lo que se conoce de los seres vivos macroscópicos y de la incapacidad (o falta de imaginación) de pensar en que sea posible algo distinto a lo que se conoce en el mundo tangible.

Esto se ve reflejado en las ideas previas que reporta la literatura. Se advierte que, de manera general, las investigaciones que existen sobre microbios –que son pocas-, abordan alguna de las interrogantes sobre lo que son los microbios, dónde se localizan y qué es lo que hacen. En este sentido, los estudios más completos, que tratan de dar respuesta a los tres cuestionamientos y que incluyen sujetos de la edad de la muestra que elegimos para este trabajo de tesis, son el más antiguo (de Nagy, 1953) y el más reciente (de Byrne, 2003). Sin embargo, la investigación de Nagy, sólo reporta las ideas que los alumnos tienen sobre acciones de los microbios en el cuerpo humano y la de Byrne, –que únicamente se encuentra disponible a manera de resumen en Internet- a 50 años de adelantos en tecnología⁹ con respecto a la anterior, considera las ideas que los niños tienen sobre deterioro y descomposición así como la necesidad de comprender los futuros usos de los microorganismos, pero no las explica. Nuestro trabajo trata de abordar estas carencias, como se verá más adelante.

Las investigaciones de Díaz, et al., (1996), Maxted (1984), Brumby (1985), Prout (1985) y Barenholz y Tamir (1987), se enfocan principalmente en las acciones de los microbios. En la primera respecto a la relación que tienen en la transformación de los alimentos, las otras abordan principalmente acciones perjudiciales de los microbios ya que tratan aspectos de salud y enfermedad. No abordan otras acciones de importancia que pueden tener en el ambiente –y que identificarían su localización de manera más natural-, ni las conceptualizaciones que los sujetos tienen sobre lo que son los microbios.

El estudio de Simonneaux (2000), realizado en Francia a jóvenes de licenciatura, aborda los tres cuestionamientos que hemos planteado sobre los microbios: qué son, dónde se encuentran y qué es lo que hacen, de tal manera que se obtienen ideas de los alumnos sobre el sistema inmune, anticuerpos, resistencia, antibióticos, infección, diferencias entre virus y bacterias y nociones de biotecnología. Este estudio no aborda otro tipo de microbios y en los resultados que arroja se

⁹ Actualmente, la ingeniería genética espera encontrar en los microbios la clave para preservar las especies del planeta. La idea es conservar información genética, sin que sufra modificaciones, en bacterias por el papel que tienen en la historia de la vida.

advierte que aún algunos estudiantes de esta edad tienen ideas semejantes a las de los niños de primaria en lo que respecta al tema: son poco claras, contradictorias y fragmentadas.

Como se ha dicho, las investigaciones que abordan el tema en los diferentes niveles educativos no son abundantes. La página de “Ideas Previas”¹⁰ sólo reporta cuatro ideas, de nivel primaria, concernientes al papel de los microbios en la transformación de alimentos y ninguna estrategia didáctica para el tema en ese nivel, ni en otros. En la revisión de la literatura se advierte que, de las pocas que tocan el tema, muchas no son investigaciones recientes. Los estudios realizados se ubican en países como Estados Unidos, Inglaterra, Francia, Israel, Australia y se presentan en el cuadro 1. A continuación se resumen los trabajos reportados.

Nagy, M. (1953). En esta investigación realizada con 370 sujetos entre cinco y once años de edad en Estados Unidos e Inglaterra, la autora reporta resultados sobre tres aspectos: la representación gráfica de los gérmenes, la definición de germen y la actividad de los gérmenes en el cuerpo. Se investiga mediante la producción de un texto, la elaboración de dibujos y entrevistas individuales realizadas a los sujetos y de donde obtiene los datos para efectuar su análisis.

Maxted (1984)¹¹. Encontró que lo que más influía en la comprensión de los experimentos por un alumno eran las creencias previas, hasta tal punto que el uso de un plato de control estéril en un experimento bacteriológico no podía ser entendido si el niño no ha establecido los conceptos de vida, tamaño, crecimiento y reproducción de las bacterias. La aparición de las colonias bacterianas como variable dependiente no tendría significado sin esos conceptos, aunque el mismo alumno pueda ser perfectamente capaz de hacer frente al uso de controles y la manipulación de variables en otras situaciones más observables directamente.

Brumby, M., Garrard, J. y Auman, J. (1985). En Australia, 39 estudiantes de segundo semestre y 51 de tercer semestre de licenciatura son cuestionados para que describan lo que comprenden acerca del significado de salud y su influencia en una larga vida. Ambos describen a la enfermedad predominantemente en términos físicos que no hacen referencia del papel de los microbios. El concepto de salud es multidimensional.

¹⁰ López, A. (2002) Ideas Previas <http://www.ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/estrategia.htm>

¹¹ Citado en Driver, R., et.al. (1999) Dando sentido a la ciencia en secundaria. Visor, España.

Cuadro 1. Resumen de las investigaciones relacionadas con el tema de microbios.

Autor/año	País	Edad de los sujetos	Objetivos de la investigación
Nagy, 1953.	Estados Unidos e Inglaterra	De 5 a 11 años.	Identificar la representación gráfica y concepto de germen. Acciones dentro del cuerpo humano. Vías de entrada y salida de los gérmenes.
Maxted, 1984	Inglaterra	De 11 a 13 años.	Identificar las creencias de los alumnos acerca de bacterias y los procesos de la ciencia escolar en el trabajo de laboratorio.
Brumby, et.al. 1985.	Australia	De 18 a 20 años.	Identificar las ideas sobre el significado de salud y su influencia en una larga vida.
Prout, 1985	Inglaterra	De 15 años.	Detectar las ideas que los alumnos tienen sobre el resfriado común.
Barenholz y Tamir, 1987.	Israel	De 15 a 17 años	Identificar ideas sobre prevención y curación de la enfermedad.
Díaz, et.al.,1996	España	De 9 a 10 y de 14 a 15 años.	Indagar si los alumnos son capaces de atribuir a los microorganismos algunas transformaciones de los alimentos.
Simonneaux, 2000.	Francia	De 20 años.	Identificar las concepciones sobre los microbios con la finalidad de desarrollar nuevos materiales para la enseñanza de la biotecnología.
Byrne, 2003	Inglaterra	De 10 a 14 años	Identificar conceptos de salud y enfermedad, deterioro y descomposición y la aplicación del término microorganismo.

Prout, (1985). Este estudio realizado en Inglaterra detecta las ideas que los alumnos tienen sobre el resfriado común. Las entrevistas son realizadas a una muestra de 54 alumnos de 15 años.

Barenholz y Tamir, (1987)¹². Estudiaron dieciséis clases de sujetos israelíes entre 15 y 17 años, los estudiantes no sabían diferenciar entre prevención y curación de la enfermedad. Era frecuente el concepto de infección y curación automática, en el que consideraban que cualquier germen o medicina produce instantáneamente el cambio.

¹² Citados en Driver, R., et.al. (1999) Dando sentido a la ciencia en secundaria. Visor, España.

Díaz, González, R., López Rodríguez, R., García Losada, A., Abuín Figueiras, G., Nogueira Abuín, E. y García Gandoy, J. A. (1996). Investigan dos cuestiones relacionadas con la aplicación del concepto “microbio” en 343 estudiantes de 4º y 7º de EGB: 1) Si los alumnos son capaces de atribuir a los microorganismos algunas transformaciones de los alimentos y, 2) Con qué procesos familiares relacionan el concepto de fermentación. Se aplica un cuestionario con 4 preguntas de opción múltiple y una entrevista. Los alumnos muestran escasa capacidad para reconocer causas microbiológicas en el origen de algunas transformaciones alimentarias.

Simonneaux, (2000). Realiza su investigación a 10 estudiantes franceses de licenciatura, 3 chicas y 7 hombres. Se les entrevista para conocer las concepciones que tienen sobre los microbios con la finalidad de desarrollar nuevos materiales para la enseñanza de la biotecnología.

Byrne, (2003). En su trabajo con 30 alumnos de Inglaterra hace una comparación entre edades de 10 a 14 años. Estos datos acerca del desarrollo de ideas y conceptos sobre microorganismos son comparados y contrastados con la edad y maduración. Las entrevistas utilizaron una variedad de técnicas, incluyendo dibujos, métodos proyectivos que involucran pruebas como estímulos, preguntas, y cuestionamientos simples enfocados en conceptos clave de salud y enfermedad, deterioro y descomposición y la aplicación del término microorganismo. La autora considera que el desarrollo de las ideas de los niños es un punto de investigación que podría ayudar a identificar temáticas pedagógicas específicas e informar acerca del desarrollo de un currículum apropiado. Byrne advierte la necesidad de mejorar la enseñanza de organismos vivos a partir del aprendizaje constructivista, lo considera vital para las nuevas generaciones de niños que van a necesitar comprender los futuros usos de los microorganismos.

1.3.3 Ideas previas de los niños de primaria sobre los microbios

Las Ideas previas de acuerdo a la edad de los sujetos de este trabajo en niños de quinto grado de educación primaria respecto a microbios, abarcan entre los 10 y 11 años de edad y son escasas. Se resumen en el cuadro 2.

A continuación se presentan los resultados que reportaron las investigaciones, organizados en apartados que intentan ubicar el tipo de ideas que los estudiantes pueden presentar sobre los microbios.

➤ **Utilización de términos relacionados con los microbios.**

Nagy (1953), reporta que los niños de su estudio utilizan el término germen para designar a cualquier microorganismo que cause una infección. El término germen se utiliza de manera más general a diferencia del de animal, en donde los sujetos son más específicos al referirse a moscas, gusanos, pulgas, etc., incluso para muchos carece de significado. El uso plural de la palabra germen no incluye la variedad de gérmenes.

Los niños ingleses del estudio de Maxted (1984), no utilizaban de forma espontánea las palabras microbio o microorganismo. Usaban con más frecuencia la palabra germen para describir el concepto y una alternativa era “bicho”. Se encontraron diferentes usos pero todas las descripciones indicaban un concepto generalizado. Utilizaban las palabras “bacterias” y “virus” como alternativa a “gérmenes” pero había pocas pruebas de que fueran conceptos diferentes, aunque algunos niños usaban “germen” para incluir “bacterias” y “virus”. Este estudio sugiere que los conceptos de gérmenes no parecen surgir de la experiencia inmediata sino de la creencia popular, la televisión, los dentistas, y la información sobre educación para la salud.

Cuadro 2. Ideas previas sobre microbios en niños entre 10 y 11 años de edad.

Investigación	Ideas previas
Nagy, 1953.	“Algunos microbios están en las pijamas con viruela loca. Los puntos son gérmenes que tienes en todo tu cuerpo” “Los gérmenes nos provocan enfermedades” “Algunos gérmenes son arañas de agua, mosquitos o un tipo de pulga” “La mosca es un germen muy malo que acarrea una gran cantidad de enfermedades” “Una hormiga es un germen sucio” “Los gérmenes son como pequeñas, pequeñas piezas de mugre que no podemos ver en el aire” “Los gérmenes son pequeños insectos con piernas, y algunos como hormigas, sólo que mucho más pequeños”
Maxted, 1984	“Todas las enfermedades son causadas por gérmenes” “Se puede coger un catarro por coger frío y mojarse”
Díaz, et.al., 1996	“Sólo se pudren las cosas en el suelo” “Los bichitos actúan sólo sobre alimentos que saben que están abandonados”

Byrne, 2003	"Los micro-organismos son mortales" "Los micro-organismos se transmiten del polvo y de lugares sucios" "Los micro-organismos se transmiten de otras personas" "Los micro-organismos no tienen actividades benéficas" "La principal actividad microbiana es provocar enfermedad"
-------------	---

➤ **Diferenciación de microbios.**

De acuerdo a la diferenciación entre microbios, Nagy (1953), reportó que los niños no distinguen entre enfermedades contagiosas y no-contagiosas, no refieren que las enfermedades sean por causas orgánicas y funcionales o por deficiencias alimentarias. La mayor parte menciona un único tipo de germen, ignoran el hecho de que cada enfermedad es provocada por un microorganismo especial, la producción de la infección y la resistencia del cuerpo a la infección se dejan de lado en sus consideraciones, el proceso de la infección es considerado como automático, las medicinas actúan en el cuerpo de manera inmediata.

La mitad de los sujetos de Maxted (1984), de entre 12 y 13 años, decían de forma espontánea que enfermedades diferentes están causadas por diferentes clases de germen. Estos mismos sujetos sugerían mayoritariamente que los gérmenes son microscópicamente pequeños, ligeros y flotan en el aire. Algunos se referían a diferentes formas y tamaños.

La mitad de los escolares de la muestra de Brumby (1985), pensaba que el cuerpo humano en sí mismo es el blanco principal para la reacción antibiótica, y que el cuerpo se hace resistente al efecto. La mayoría ignoraba el hecho de que los antibióticos actúan solamente sobre las bacterias y no sobre los virus.

Sólo el 9 por 100 de los sujetos de 15 años estudiados por Prout (1985), reconocían que los virus y las bacterias son diferentes tipos de organismos. La mayoría de los estudiantes del estudio de Prout (77%) consideran que los antibióticos son drogas usadas para el tratamiento de infecciones pero ninguno reconoce que su acción generalmente está limitada a las bacterias. La quinta parte es incapaz de decir lo que es un antibiótico. El uso de antibióticos está generalmente asociado con "enfermedades serias".

Los estudiantes Israelíes de Barenholz y Tamir (1987), no sabían diferenciar entre prevención y curación de la enfermedad. Era frecuente el concepto de infección y curación automática, en el que consideraban que cualquier germen o medicina produce instantáneamente el cambio.

Simonneaux (2000), advierte que existen confusiones entre bacterias, virus y organismos unicelulares. Pocos alumnos de Byrne (2003), de 11 años citan que cada microorganismo es un agente causal de enfermedad a diferencia de los de 7 y 14 años de edad que no lo advierten.

➤ **Consideración de vida.**

En cuanto a la representación gráfica de los gérmenes, cerca de la mitad de los niños entre 5 y 7 años de edad no los dibujan. Los niños de 8 a 11 años dibujan figuras abstractas o animales. Nagy (1953), nota que los niños dibujan figuras abstractas que progresan con la edad hacia representaciones de animales.

En lo que se refiere a la definición de gérmenes, éstos son identificados con algunos animales o definidos por sus funciones, en donde los estereotipan con la frase: “Los gérmenes nos provocan enfermedades”. Los animales más mencionados son artrópodos, específicamente insectos. Las demás definiciones se refieren a misceláneo como: “veneno”, “polvo”, “puntos” y cosas así.

Los niños de Maxted (1984), mencionaban una serie de sitios donde existen las bacterias, pero sólo dos se referían a un huésped vivo. Todos estos niños decían que las bacterias están vivas, pero, aunque algunos podían recordar algunas características de vida enseñadas en las clases del año anterior, ninguno podía utilizarlas satisfactoriamente como criterios para definir las características de la vida bacteriana. Las dificultades para explicar el tamaño de la colonia revelaban que los alumnos poseían ideas sobre el crecimiento que difieren del concepto científico. Los escolares de Maxted podían describir las colonias y decir que una colonia está formada por muchos individuos pero no podían explicar por qué los tamaños variaban. No apreciaban el elemento tiempo de los experimentos: esperaban ver resultados instantáneos.

Los estudiantes de la investigación realizada por Simonneaux (2000), saben que las bacterias se reproducen muy rápido, pero son incapaces de explicar qué tan rápido. Modelos que puedan ayudar a la comprensión exponencial de la reproducción bacteriana.

➤ **Ubicación.**

De acuerdo a la ubicación de los microbios, los niños parecían capaces de centrarse sólo en las bacterias que se intentaban estudiar (del aire o de las manos) no reconocían la posibilidad de contaminación bacteriana en utensilios no esterilizados.

Nagy (1953), reporta que la actividad de los gérmenes en el cuerpo tiene que ver con tres aspectos: la entrada, en donde reportan mayormente a la boca, la nariz y la piel; la actividad de los gérmenes dentro del cuerpo, en donde mencionan que provocan enfermedad, daño o que viven en él; y la salida de los gérmenes del cuerpo, en donde consideran a la boca, la nariz, la piel y el ano.

Algunos de los estudiantes de Simonneaux (2000), creen que las bacterias son omnipresentes, mientras que otros ni siquiera pueden imaginar que las bacterias se encuentren dentro del cuerpo humano o en los alimentos. Algunos los localizan en la sangre, en los riñones, el estómago o los intestinos. Otros consideran que están presentes a lo largo de todo el tubo digestivo.

➤ **Acciones de los microbios.**

El cuerpo y la salud. Las enfermedades que reconocen los niños del estudio de Nagy (1953), producidas por los gérmenes son: viruela loca, fiebre escarlatina, resfriados y problemas de la piel. Dentro del cuerpo los gérmenes caminan, comen y respiran. Piensan que entran y salen de la misma manera. La mayoría de los alumnos no especifica el tipo de daño que producen los gérmenes, otros refieren que matan o envenenan.

Entre los escolares de Maxted (1984), algunos pensaban que las bacterias podían ser útiles para hacer medicinas o vacunas cuando están muertas, pero había pocas pruebas de nociones respecto al potencial tecnológico de los microbios vivos.

En la muestra de Prout (1985), el 59% pensaba que había diferentes clases de catarro con causas alternativas, con gérmenes y sin gérmenes. Un 11 por 100 defendía una teoría sin gérmenes, el 9 por 100 una teoría de sólo con gérmenes y el 23 por 100 una noción de gérmenes, más una predisposición en la que consideraban los gérmenes inactivos dentro del cuerpo o listos para invadirlo si las condiciones de frío o humedad lo permiten. Prout mantiene que gran parte de la biología escolar propaga la teoría de la infección por gérmenes de una manera simplista, como un dogma que puede ser tan inexacto como débil en relación con las más robustas creencias populares.

La teoría de la infección simplista no puede explicar cómo un resfriado común y otras infecciones virales son transmitidas de persona a persona. En este mismo estudio, los niños dicen que “coges un resfriado y si te mantienes caliente éste se va”. Encuentra incongruencias entre el conocimiento científico y el cotidiano y en el conocimiento biomédico en sí mismo: “La medicina moderna puede hacer cosas maravillosas pero no puede curar un resfriado común”.

Cada entrevistado del estudio de Byrne (2003), consideró que todos los microorganismos tenían alguna actividad perjudicial. La que se menciona con más frecuencia es la “producción de enfermedades”. El conocimiento y la comprensión de la transmisión de enfermedades son confusos. Los alumnos de todas las edades del estudio de Byrne caen en contradicción de ideas acerca de los modos de transmisión. La noción de respuesta inmune está completamente ausente y la discusión de las enfermedades es altamente antropocéntrica. Las ideas de los niños de Byrne están dominadas por actividades perjudiciales de los microorganismos. Cuando tienen que pensar en los conceptos de la actividad microbiana, éstos resultan poco claros, contradictorios y fragmentados. Piensan que recorrer lugares donde hay enfermedades debería ser evitado a cualquier costo (por todos los medios). Los antibióticos y las vacunas son útiles para combatir la infección o “hacer que te sientas mejor”, pero el uso de los microorganismos en su producción no es reconocido.

➤ **Transformación de los alimentos.**

Es escaso el conocimiento que los estudiantes de Simonneaux (2000), tienen acerca del uso industrial de las bacterias, específicamente en la industria de los alimentos, incluso se admiran de saber que las bacterias producen yogur.

El uso de microorganismos en la producción de alimentos se comprende muy poco en todos los alumnos de Byrne (2003), especialmente en los más pequeños, quienes indican sorpresa y horror al saber que las bacterias son usadas en la producción del yogur.

Las ideas sobre la transformación y descomposición del alimento de los alumnos de Díaz, et.al. (1996), por lo general la conciben como un proceso intrínseco de la materia sin que intervengan seres vivos ni de dentro ni de fuera del alimento, y en el cual sólo el paso del tiempo parece ser tenido en cuenta como elemento importante. En algunos casos, sin embargo, se planteaban solamente factores de índole física o química, como responsables únicos del proceso.

Prácticamente ningún alumno de 4º. de EGB (9-10 años) parece tener una idea concreta sobre el proceso de fermentación. Lo que mencionan son ideas relacionadas con hervir (*“fermentar es estar agitado”, “estar caliente”, “cocer”*), con la germinación (*“El campo fermenta cuando se cultiva”*) y con heridas o fracturas (*“cuando una herida se infecta”, “cuando te rompes un tobillo, después fermenta”*).

➤ **Como elementos de cambio.**

Deterioro y descomposición son considerados como resultados negativos de la actividad microbiana. Los niños de 14 años del estudio de Byrne (2003), comprenden mejor la descomposición que los más pequeños. En todas las edades asocian a los hongos más prontamente con la descomposición, utilizan más su conocimiento cotidiano y su experiencia que cualquier manera formal de enseñanza científica.

Después de la revisión de las ideas previas sobre microbios reportadas en la literatura, y de su ubicación dentro del marco del constructivismo, llama la atención que exista tan poca documentación del tema, dada la importancia que ahora tienen en la biotecnología y los futuros usos que se puedan hacer de ellos. Así mismo que, aún con los conocimientos que se tienen, la principal actividad microbiana que se considere sea perjudicial. Como no se aborda que los microbios son seres vivos con características particulares y semejanzas con los seres macroscópicos, el conocimiento de su actividad es limitado. Hace falta que los alumnos tengan experiencias en el aula que les permitan acercarse a estos saberes que impactan en la sociedad no sólo por la importancia de aspectos tales como la salud y la enfermedad, sino también por los que se relacionan con el ámbito económico, el ambiente y la calidad de vida en el planeta.

A continuación trataremos de caracterizar a los microbios en el próximo capítulo para delimitar el estudio que haremos de ellos en este trabajo.

Capítulo 2

EL CAMBIO CONCEPTUAL Y LAS ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

En este capítulo se plantean algunos elementos del cambio conceptual –acogido como una de las opciones para el logro de aprendizajes constructivistas-, sus orígenes, fundamentos y, la postura que se adopta en este trabajo para el diseño de una estrategia de enseñanza. Así mismo se mencionan algunos aspectos que la caracterizan.

2.1 El cambio conceptual.

El cambio conceptual ocupa un lugar importante en el desarrollo de la enseñanza de la ciencia de los últimos años. Debido a la complejidad que éste representa no se cuenta todavía con una teoría que satisfaga todas las interrogantes que surgen cuando se habla de cambio conceptual y sobre todo cuando se cuestiona ¿qué cambia con el cambio conceptual? Esta situación refleja que el cambio conceptual es un proceso complejo donde no se trata solamente de una sustitución de conceptos, de uno equivocado por otro correcto. También se encuentra asociado a otros dos problemas complejos: cómo se construye el conocimiento y en qué consiste el aprendizaje.

2.1.1 Orígenes y fundamentos del cambio conceptual

Esta teoría tiene fundamentos de corte epistemológico, al estar centrada en el cambio conceptual de los sujetos, por lo que no sólo es importante lo que las personas ya presentan (concepciones previas), sino el que el aprendizaje se constituya en una actividad de alta racionalidad, en la que el cambio conceptual representa el proceso mismo del aprendizaje.

Algunas concepciones sobre el cambio conceptual están orientadas hacia la confrontación cognitiva. Esto es, consideran las ideas previas de los sujetos como cuerpos organizados de conocimiento a los que hay que poner en contradicción, o confrontar, para generar la demanda cognoscitiva que promueva la transformación conceptual (Bonilla, 2003).

El alumno debe tener, por tanto, conciencia de la necesidad de cambio, para ello es necesario que se de cuenta que su esquema conceptual no soluciona los problemas planteados por ese mismo conjunto de conceptos que maneja. De esta manera, el cambio conceptual tendría que darse acompañado de cuatro aspectos para su logro según Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982):

- Se debe producir insatisfacción con los conceptos existentes.
- La nueva concepción debe ser inteligible, esto es, el alumno debe entender el modo en que la nueva concepción puede estructurar las experiencias anteriores.
- La nueva concepción debe parecer inicialmente plausible.
- la nueva concepción debería ser útil, es decir, debería sugerir nuevas posibilidades de exploración y debería proporcionar nuevos puntos de vista al alumno.

Si bien, desde hace más de veinte años, el tema ha sido tratado por diferentes autores, este trabajo es el que se considera pionero. Posteriormente, con mayor precisión y claridad los trabajos de Strike y Posner (1985) ofrecen una de las primeras alternativas para continuar trabajando el análisis teórico y la elaboración de estrategias de enseñanza encaminadas al logro de transformaciones conceptuales en los alumnos (Flores, 2004).

Estos trabajos se inspiraron en el análisis filosófico de la historia de la ciencia que plantearon Thomas Kuhn (1986) e Imre Lakatos (1970)¹³, quienes coinciden en que en el desarrollo conceptual de las teorías ha habido transiciones o cambios radicales denominados “revoluciones científicas”. Éstas implican un cambio en las ideas centrales o paradigmas que llevan a la constitución de nuevas teorías, ya que cuando un paradigma se agota por su incapacidad de explicar cierto tipo de fenómenos es sustituido por otro que los resuelve de manera fructífera.

Según Flores (2004), los aspectos que se derivan del trabajo pionero de Strike y Posner, y que enmarcan los posteriores trabajos de cambio conceptual, pueden resumirse de la siguiente manera:

- El aprendizaje es conceptualizado como un proceso de cambio conceptual.
- El cambio conceptual es un proceso mental del sujeto.
- El cambio conceptual es tan complejo que implica la transformación de diversos aspectos conceptuales y/o cognitivos del sujeto (ecología conceptual).

¹³ Citado en Flores, F. (2004) El cambio conceptual: interpretaciones, transformaciones y perspectivas. *Educación Química*, 15 (3), 256-267.

- Es un proceso que requiere de un tiempo, no especificado, pero, en todo caso, no inmediato; así como el reconocimiento o conciencia del sujeto de las condiciones para el cambio.

La “ecología conceptual” del sujeto se entiende como la estructura conceptual interrelacionada donde entran en juego el conocimiento previo, los compromisos epistemológicos, las creencias, etc.

Estos aspectos generales son retomados por distintos enfoques del cambio conceptual.

2.1.2 Posturas diversas del cambio conceptual

Las teorías del cambio conceptual presentan diferentes enfoques que Flores (2004) determina por dos categorías principales: aquellas centradas en alguna aproximación epistemológica, cuyos orígenes se encuentran en la filosofía de la ciencia, y las centradas en alguna aproximación cognitiva. Así mismo, se pueden tener teorías que partiendo de alguna de estas aproximaciones consideran al cambio conceptual como reemplazo de unidades conceptuales definidas o las que consideran que el cambio ocurre en un sistema conceptual complejo.

La noción de “concepto” también se aborda de diferente manera en esta gama de teorías de cambio conceptual. La idea de concepto en las teorías que proceden de la aproximación cognitiva, lo conciben como un elemento unitario con significado, es decir, un concepto es un término que de manera unívoca y precisa denota una entidad abstracta con la que se representa un proceso, cualidad, forma o relación. Las teorías derivadas de la aproximación epistemológica son mucho más cuidadosas en precisar el uso que hacen de los términos.

En la aproximación cognitiva los conceptos científicos y sus ideas previas son el producto del contexto escolar o social inmediato y el sujeto las ubica de manera equivocada o las integra y modifica con otras. Se considera que el cambio conceptual es un proceso, relativamente simple, que se efectúa en un solo momento, es decir ocurre o no.

Desde la aproximación epistemológica, las representaciones de los sujetos tienen su origen en sus propias construcciones a través de la elaboración de un lenguaje propio o en la construcción de nociones funcionales unitarias, es decir, apropiadas para cada fenomenología específica. Estas

aproximaciones ven al cambio conceptual desde un punto de vista más complejo y que no necesariamente debe ocurrir en un momento determinado, sino que, por el contrario, es un proceso de largo plazo.

Tanto las teorías de reemplazo como las de sistemas no comparten la misma visión de reemplazo y significado respectivamente. Mientras que el reemplazo en el caso cognitivo es entendido como reubicación o integración, en el epistemológico se entiende como un proceso de internalización y transformación de las condiciones conceptuales iniciales y formas de razonamiento y representación. En la perspectiva cognitiva la idea de sistema complejo se interpreta como conjunciones de conceptos, desde la perspectiva epistemológica se interpreta como sistemas interrelacionados e interdependientes que cambian con la construcción de nuevas relaciones.

2.1.3 La postura adoptada y concepción de aprendizaje.

Las posiciones más radicales de cambio conceptual proponen la sustitución total de las ideas previas por los conceptos científicos, en este trabajo compartimos las propuestas que aceptan la modificación gradual y parcial de las ideas de los alumnos, llegando a considerar la existencia dual o múltiple de concepciones en el estudiante, cuyo uso estará determinado por el contexto social (Bello, 2004).

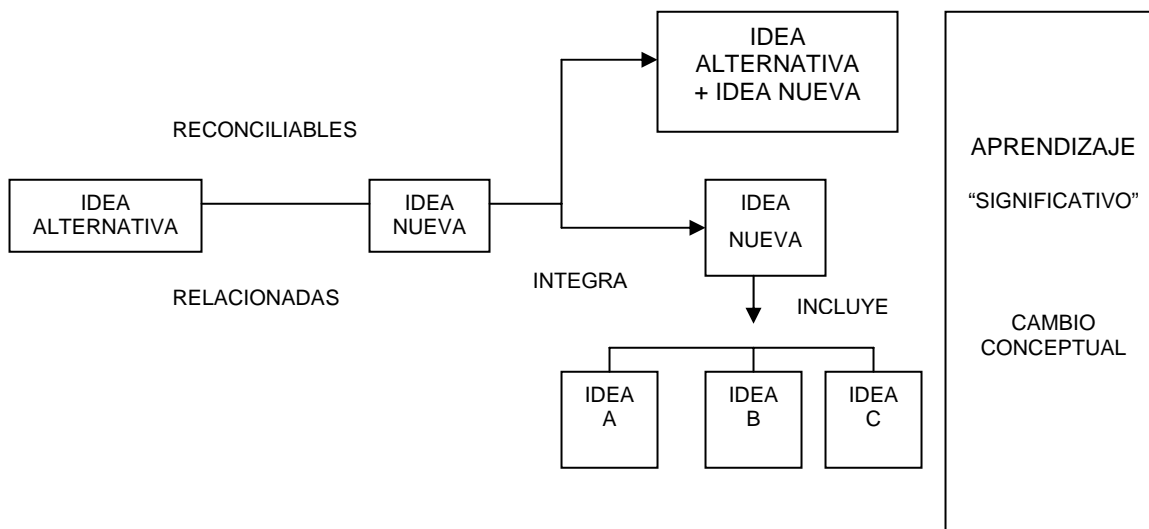
Caravita y Halldén (1994), consideran que el aprendizaje de la ciencia no implica abandonar viejas ideas a favor de nuevas, sino extender el repertorio de las ideas con la finalidad de refinar su organización y coherencia. Esta aproximación da cabida a cambios en distintas direcciones y amplía la perspectiva de la coexistencia exitosa de representaciones diversas en los estudiantes.

De los diversos enfoques del cambio conceptual, Jiménez (1991) analiza el modelo propuesto por Hewson en 1981, en el que se propone ampliar este modelo en caso de que las ideas previa y nueva puedan reconciliarse, y llama a esta modalidad “captura conceptual”, además de considerar al producto como aprendizaje significativo¹⁴.

En este trabajo adoptamos una parte del modelo de Hewson, a través del cual, por medio de estrategias que él llama de “integración” (diferenciación, extensión o ampliación de las ideas previas) es posible conseguir un cambio conceptual. Por ejemplo el concepto de animal,

¹⁴ No considerado desde la postura de Ausubel.

inicialmente asociado a los vertebrados, puede ampliarse incluyendo otros grupos. Esto supone una reconciliación entre la idea antigua y la nueva, lo que implica que hay relaciones significativas entre ambas, que pueden ser consistentes, que no se contradicen (captura conceptual). Como lo ejemplifica el siguiente esquema:



Esquema 1. Hewson 1981

Por lo tanto, concebimos el aprendizaje como la transformación o reestructuración de las concepciones de los alumnos, lo cual implica diferenciación, extensión o ampliación de las ideas previas. La diferenciación implica establecer una distinción entre concepciones que antes no estaban diferenciadas.

De acuerdo con Driver (1989), quien ha recopilado gran información sobre las ideas previas de los niños en diferentes campos en las áreas de física, química y biología, además de construir toda una explicación de cómo pueden transformarse dichas ideas, el cambio conceptual es un proceso largo, lento y progresivo, donde la representación del conocimiento incluye lo siguiente:

- Las ideas de los niños representan modelos coherentes y estables acerca de los fenómenos. Son construcciones personales que influyen sobre la forma en la cual la nueva información es adquirida.
- Los pensamientos y la observación de los fenómenos están influenciados por los modelos teóricos del observador.
- Describe el aprendizaje y la adquisición del conocimiento como la organización de esquemas dentro de estructuras.

- El aprendizaje depende tanto de la naturaleza de la información como de la estructura de los “esquemas” del individuo.

Las pautas generales que deberían seguirse en cualquier programa de enseñanza para el cambio conceptual han sido revisadas por Hewson y Beeth (1995), quienes ofrecen una serie de recomendaciones que se resumen a continuación:

- Las ideas de los alumnos deberían ser una parte explícita del debate en el aula. Es importante que los alumnos consideren que sus opiniones se encuentran en el mismo nivel que las del profesor.
- El estatus de las ideas tiene que ser discutido y negociado
- La justificación de las ideas debe ser un componente explícito del plan de estudios. Los alumnos deben considerar como plausibles y útiles las nuevas concepciones.
- El debate en el aula debe tomar en cuenta la metacognición.

Es necesario reconocer que las posibles transformaciones de las ideas previas no ocurren de manera aislada, esto es, la transformación de una idea previa con independencia de otras; el proceso es mucho más complejo e intervienen en él diversos factores entre los que se pueden mencionar el contexto o el nivel de comprensión de los conceptos.

A pesar del reconocimiento de la importancia que las ideas previas tienen para la enseñanza de la ciencia y para el conocimiento de la construcción de los conceptos científicos en los estudiantes, no son muchos los estudios que analicen lo que ocurre con las ideas previas en las aulas. Sin embargo, es posible sugerir algunos aspectos que pueden resultar útiles en el aula para el profesor de ciencia, como por ejemplo, el que lleve a cabo un auto-análisis para darse cuenta si comparte ideas previas con sus estudiantes y actúe en consecuencia y la importancia de hacerles notar la necesidad de involucrarse en un proceso de construcción conceptual y modificar la actitud receptiva, en la que demandan del profesor la "respuesta correcta".

2.2 Las estrategias didácticas.

De acuerdo con la sección "Estrategias didácticas"¹⁵ de la página de Ideas Previas, se entiende por "estrategias didácticas, todas aquellas maneras de proceder docente -etapas o fases seguidas en una secuencia de enseñanza-, fundamentadas -es decir, sustentadas en desarrollos teóricos- y validadas -puestas en práctica y valoradas desde el punto de vista de los resultados obtenidos,- para temáticas contenidas en distintas disciplinas de enseñanza -biología, física y química-.

Si se va a elaborar una estrategia didáctica que tome en cuenta las ideas previas, es necesario contar con un marco epistemológico de carácter constructivista, en donde se asume que el sujeto que conoce, interpreta y elabora sus propias conceptualizaciones acerca de los conceptos desarrollados por la ciencia y los fenómenos que son su objeto de estudio. Así, el fundamento para la enseñanza del cambio conceptual, se basa en la comprensión de cómo los alumnos aprenden, para que haya un proceso de enseñanza efectivo.

2.2.1 Estructura y fases de las estrategias didácticas.

Como parte de la estructura que sería deseable en las estrategias didácticas se espera que cuenten con una presentación general, que describe el contenido y secuencia de la estrategia didáctica, destacando la temática científica que aborda, propósitos, población o nivel escolar atendido, así como la presentación de las principales pretendidas bondades de tal aproximación pedagógica.

También deberá estar presente la justificación teórica que proporcione, a grandes rasgos, los fundamentos teóricos de la estrategia didáctica en cuestión, poniendo énfasis en dar cuenta de las referencias bibliográficas o hemerográficas en donde se pueda obtener mayor información sobre ellos.

Las estrategias didácticas se componen de tres fases (López, 2002)¹⁶ que a saber son:

- *Fase introductoria:*

Esta fase abarca todos aquellos elementos y procesos que sirven para dar inicio a la estrategia didáctica, como pueden ser: las ideas previas involucradas en la enseñanza del tema y la

¹⁵ López, A. (2002) Estrategias didácticas en: <http://www.ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/estrategia.htm>

¹⁶ *ídem.*

identificación o evocación de las mismas -ya sea mediante procedimientos propuestos para ser llevados al cabo por el profesor o mediante la utilización de instrumentos o estrategias reportados en algún otro lado-.

- *Fase de desarrollo:*

Esta etapa implica la descripción del proceso seguido en la parte substancial de la estrategia didáctica para la realización de actividades de aprendizaje; es decir, donde los estudiantes tienen que efectuar una serie de actividades experimentales, de solución de tareas o problemas y de realización de investigaciones u otras actividades de aprendizaje.

- *Fase de cierre:*

En esta fase se da cuenta de la forma en que se recuperan las experiencias de aprendizaje, ya sea en términos de los conflictos cognitivos que éstas propiciaron, de la insuficiencia de los mapas representacionales utilizados, etc. y que permiten procesos de análisis, reflexión y discusión y, posibilitan la transformación de las concepciones de los estudiantes acerca del tema o fenómeno en cuestión.

Las estrategias didácticas también deben considerar la evaluación de los aprendizajes y de las pretendidas transformaciones de las conceptualizaciones utilizadas por los estudiantes.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente se diseñó y aplicó una estrategia didáctica -que se reporta más adelante- sobre los microbios. En el siguiente capítulo se muestra un panorama general del tema.

Capítulo 3

UNA MIRADA AL MUNDO DE LOS MICROBIOS

El descubrimiento de los microbios es reciente comparado con la historia de otros conceptos científicos, el estudio de otros fenómenos o la historia del hombre. Sin embargo, siempre han estado ahí, sin que se adviertan las relaciones que establecen con el mundo macroscópico y los seres que lo habitan, hasta hace poco más de 300 años, en el siglo XVII. En este capítulo ofrecemos un resumen muy general de la parte hasta hoy conocida de estos seres, exponemos lo que concierne a su estudio en la escuela primaria y al trabajo de esta tesis.

3.1 Los microbios como seres vivos

La intención de trabajar con los microbios reside en la importancia que el eje del plan y programa de primaria denominado “seres vivos” representa para el aprendizaje de las ciencias naturales. Se espera que los alumnos lo trabajen de manera gradual a lo largo de los seis años. Ya que se presentan diversas dificultades para su comprensión por su naturaleza controversial, el estudio de los microbios pretende ser un aporte al aprendizaje de este eje temático, aun cuando muchos de los alumnos opinan que lo que no puede verse a simple vista se encuentra fuera de lo que se considera vivo.

Se han expuesto en el capítulo anterior las principales dificultades de trabajar el tema de los microbios. Se espera a lo largo de este trabajo diseñar una estrategia que permita una mejor comprensión de éstos como un tipo de seres vivos que al igual que los seres macroscópicos realizan funciones y se relacionan ampliamente con los otros seres y su entorno. Pero, ¿para qué tratar de dar solución al problema del aprendizaje de los microbios? ¿En qué le afecta al estudio del eje de los seres vivos?

Muchos de los conceptos que deben aprenderse en la primaria y que no se aprenden, actúan como obstáculos epistemológicos para el aprendizaje de otros conceptos más elaborados que se requieren en la secundaria o preparatoria, incluso en la universidad, para obtener logros en el aprendizaje de las ciencias.

El que las ideas no atraviesen por un proceso de transformación a lo largo de los diferentes niveles educativos puede ser una de las razones por las que los alumnos continúen asignando atributos limitados a los microbios, como sucede con la célula, desde una perspectiva animista e ingenua (Flores, et al., 2001), otorgando intencionalidad y emociones en los argumentos que elaboran cuando se refieren a ellos.

Es importante atender la desvinculación estructural de la enseñanza, pues la forma en que se aprenden los temas y los conceptos sobre biología es aislada (Campanario y Moya, 1999). El tema de los microbios toca otros temas tangenciales que han sido estudiados y que comparten esta desvinculación como es el caso del tema de los seres vivos (Bell, 1981; Bell y Barker, 1982; Osborne y Freyberg, 1985; Kalafunja, et.al., 1990; Tamir, 1981 y Brumby, 1982) y de la célula (Flores, et al., 2001; Caballer, 1993; Dreyfus y Jungwirth, 1989; García, 1991; Driver, et al., 1985).

Estas investigaciones denotan una clara relación entre el conocimiento cotidiano de los alumnos y las ideas que conforman sobre aspectos científicos. Por ejemplo, atribuyen principalmente a los animales las características de grandes mamíferos terrestres que son con los que tienen más contacto, y en el caso de la célula atributos de simplicidad por ser ésta un organismo sencillo; a los microbios les otorgan características antropomórficas.

No se cuenta con estrategias didácticas en la primaria –ni en ningún otro nivel- validadas en la práctica y fundamentadas en la teoría que contribuyan a superar las dificultades que se presentan cuando se aborda el tema de los microbios. Generalmente se cuenta con metodologías de enseñanza inapropiadas que acuden principalmente a la memorización y a diferentes acciones que no relacionan el conocimiento cotidiano de los alumnos con el conocimiento escolar, ya que el maestro concibe las clases con su propia lógica de adulto “especializado” mientras que el alumno intenta hacerse una idea de los conocimientos a través de sus representaciones (Lucas, 1986). Esta lógica del maestro, aunada al desconocimiento de los temas de ciencias naturales, se puede

ejemplificar en los siguientes fragmentos tomados de clases sobre microbios que profesores de quinto grado prepararon y fueron video grabadas¹⁷:

Maestra 1: *"... bueno, pero en sí no saben qué son los organismos unicelulares. Bien, si yo corto esta hoja en muchos cachitos chiquitos, muchos cachitos, hasta que yo llegue a la parte más pequeña... y si sigo partiendo este pedacito voy a llegar a la célula. Todos estamos formados por células"*.

Maestra 2: *"Los organismos unicelulares son tan pequeñitos... son las amibas, las bacterias y los virus"*.

Maestra 3: *"...las amibas de las bacterias se caracterizan porque unas son más grandes que otras. Las amibas son más grandes, las bacterias son más pequeñas. ¿Hasta aquí alguna duda? Las amibas, cuando llegan a los alimentos, se descomponen rapidísimamente. No sé si ustedes han visto este ejemplo de lo que son... las tortillas que se dejan..."*

Alumno: *¿En el comal?*

Maestra 3: *"... no, en el comal no, que se guardan y luego salen así como con levadura... ¿sí? Eso se llama un tipo de bacteria que se forma que se llama un hongo, pero viene siendo una bacteria"*.

Por lo anterior, me parece importante contar con una estrategia en el nivel primaria que atienda las ideas que los niños tienen sobre microbios para promover su transformación hacia una aproximación más cercana a la ciencia escolar.

Uno de los aspectos que justifica el diseño de una estrategia de intervención parte de la enseñanza.¹⁸ Como se puede advertir en el discurso anterior de las maestras, existen confusiones en lo que se considera como microbio y los tipos de microbios que existen. Por ello resulta conveniente formular la pregunta: ¿Qué son los microbios? Intentaremos responder este cuestionamiento en el siguiente apartado.

3.2 Características generales de los microbios

La palabra "microbio" proviene de *micro*, y el griego *bios*, vida. Un microbio es considerado un ser vivo microscópico, es decir, que no puede verse a simple vista. A continuación se presentan algunas definiciones:

¹⁷ Se solicitó a tres maestras de 5º. Grado de dos escuelas primarias distintas que impartieran el tema de los microbios como usualmente lo hacen y permitieran su video grabación. El reporte de esta actividad se menciona en el anexo 3 de la tesis.

¹⁸ Aunque hacemos énfasis que, en este trabajo, la justificación parte primordialmente del aprendizaje de los alumnos.

- “Ser vivo, microscópico, que habita en el aire o el agua: los microbios son los agentes habituales de las enfermedades infecciosas. Sinónimo: bacilo, bacteria, micrococo, microorganismo.
Los microbios (bacterias, bacilos, etc.) son organismos que comprenden algas, hongos, levaduras, etc. Encuéntrense por todas partes, en el aire, en el agua, en el cuerpo de los animales. Transforman, al multiplicarse, los elementos en que viven, y producen así la putrefacción, ciertas fermentaciones que son causa de las enfermedades infecciosas.” (Pequeño Larousse Ilustrado, 1991).
- “Ser vivo que sólo puede observarse al microscopio, como bacterias, protozoos, levaduras, etc. También se llaman microorganismos” (Microvida, Libros del Rincón,2004).
- “Es un término para criaturas muy pequeñas que individualmente no se pueden observar a simple vista” (www.microbe.org/espanol)

Como se puede notar en las definiciones, los microbios son seres diminutos, que por su tamaño tan pequeño no pueden ser observados a simple vista. En algunos libros como *Vida microscópica*, Walter (2005), se plantea que “*por el mundo pululan minúsculos seres vivos, muchos de ellos sólo pueden verse con microscopio. Estos seres incluyen minianimales y formas más pequeñas llamadas microorganismos o microbios*” (p.8). En el anexo 6 se presentan cuadros de referencia para conocer algunas de sus características y clarificar su clasificación dentro de los reinos de los seres vivos.

Para los fines de este trabajo se utilizará la palabra microbio que se deriva del griego, y bajo esta consideración, incluimos también a los minianimales o animales microscópicos, aquellos que viven sin que los veamos a simple vista, Walter (2005).

Dentro de los minianimales se incluyen crustáceos (parientes de langostas), acáridos y pseudos escorpiones (parientes de las arañas), mini insectos y muchos otros tipos de animales. Los minianimales están formados por muchas células y se les puede encontrar en diferentes hábitats. Estos organismos pluricelulares se utilizan en este trabajo con fines de comparación con los

organismos unicelulares, por lo que una información más detallada sobre ellos puede consultarse en el cuadro 2 del anexo III.

Un ser vivo, también llamado organismo, es un conjunto de [átomos](#) y [moléculas](#) que forman una estructura material muy organizada y compleja, en la que intervienen sistemas de comunicación molecular, que se relaciona con el [medio ambiente](#) con un intercambio de [materia](#) y [energía](#) de una forma ordenada y que desempeña las funciones básicas de la [vida](#) que son la [nutrición](#), respiración, excreción y [reproducción](#), de tal manera que los seres vivos actúan y funcionan por sí mismos sin perder su nivel estructural. Todos los seres vivos están constituidos por [células](#). En el interior de éstas se realizan las secuencias de reacciones químicas necesarias para la vida.

La [materia](#) que compone los seres vivos está formada en un 95% por cuatro átomos que son el [carbono](#), [hidrógeno](#), [oxígeno](#) y [nitrógeno](#).

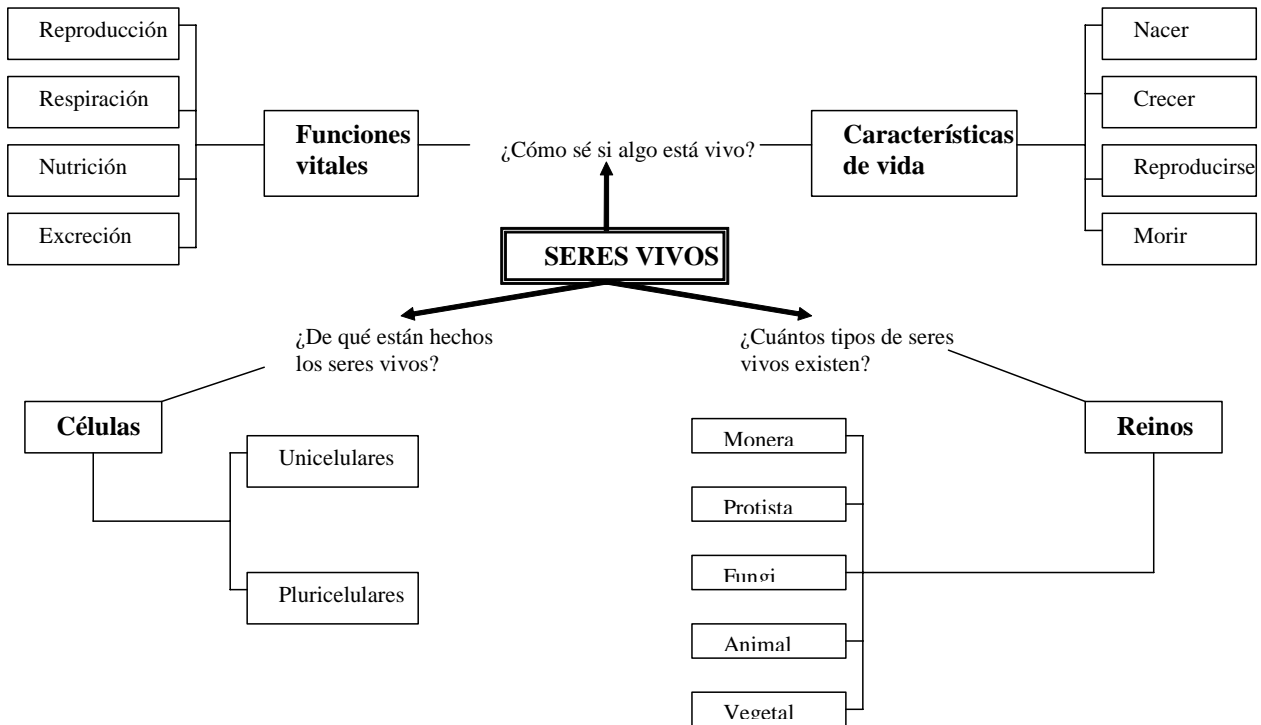
Los seres vivos se clasifican en [reinos](#). La clasificación más extendida es la de cinco reinos propuesta por Whittaker en 1969:

- Monera
- Protista
- Fungi
- Vegetal
- Animal

Los microbios pueden ser unicelulares o pluricelulares. En el reino animal sólo pueden encontrarse microbios pluricelulares como algunos insectos (piojos) o artrópodos (ácaros). En este trabajo nos referimos principalmente a los microbios unicelulares.

En el reino monera encontramos a las bacterias, en el reino fungi nos referimos sólo a los hongos microscópicos y no a los macroscópicos y finalmente, aunque existen diversos ejemplos de organismos en el reino protista, sólo consideramos a las amebas como microbios unicelulares de esta clasificación porque son los que están contemplados dentro del Plan y Programas 1993 de la SEP. Sin embargo, como se verá más adelante, incluimos también a los virus (que no son considerados por la ciencia como microbios) por la relevancia que tienen en el conocimiento cotidiano de los alumnos y la importancia de aprender a diferenciarlos.

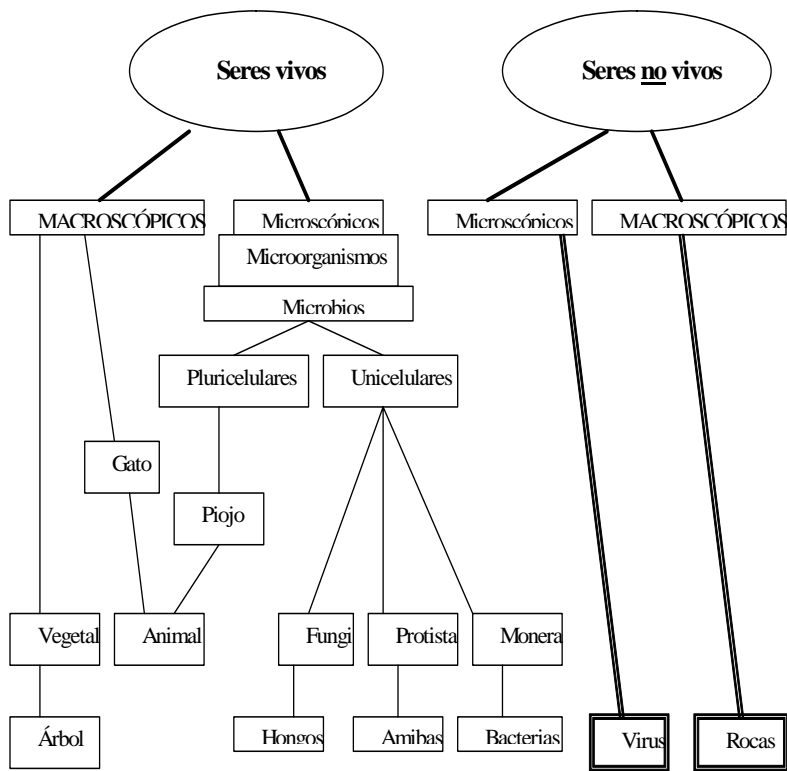
El siguiente esquema resume la información anterior:



Esquema 2. Seres vivos.

Generalmente a los microbios se les atribuye como característica principal la capacidad de provocar enfermedades. Las propiedades únicas de los virus los colocan en un grupo aparte de los seres vivos ya que dependen de un huésped para su replicación, como se verá más adelante. Estas diferencias no siempre son conocidas por los sujetos y es común que utilicen la palabra microbio para referirse a cualquier agente capaz de producir enfermedad, incluyendo a los virus (véase esquema 3).

La palabra microorganismo se utiliza como alternativa a microbio, aunque es menos frecuente su uso en el contexto cotidiano de los sujetos. Otras palabras que se utilizan para referirse a los microbios son bichos y gérmenes. Estas palabras forman parte del vocabulario cotidiano de los sujetos debido, principalmente, a la influencia de los medios de comunicación como la televisión. Les otorgan también atributos de suciedad y capacidad de enfermar.



Esquema 3. Seres del planeta, algunos ejemplos.

La microbiología es la disciplina científica encargada del estudio de los microbios. El análisis de los microbios conlleva el uso de ciertas palabras necesarias para comprender las relaciones que establecen. Se denomina “mutualismo” a la interrelación que beneficia a todos los individuos involucrados. En biología, el mutualismo se llama “simbiosis”, una interrelación continua de diferentes organismos. Si el intercambio opera de manera primaria para beneficio de uno de los individuos se describe como “parasitismo”, una interrelación en la que el huésped otorga el beneficio principal al parásito.

La definición literal de un parásito (del griego) “*es un individuo que come en la mesa de otro.*” En este sentido algunos virus, bacterias, hongos, protozoos, helmintos y artrópodos¹⁹ se consideran parásitos del hombre. Entre las características más importantes de los parásitos se reconoce la gran complejidad de sus ciclos de vida, la cronicidad de los padecimientos que inducen y la heterogeneidad en la localización dentro del huésped humano. Se han identificado múltiples mecanismos de transmisión, que incluyen desde la transmisión directa hombre-hombre, hasta

¹⁹ Los protozoarios son células eucariotas unicelulares que se multiplican en el interior del huésped, los helmintos y artrópodos, metazoarios, que son organismos multicelulares, en general no se multiplican dentro del huésped.

sistemas muy complejos que involucran vectores, huéspedes intermediarios, reservorios y estados dependientes del ambiente externo.

Como resultado del creciente número de estudios clínicos y experimentales, surge la necesidad de distinguir claramente entre infección y enfermedad. Infección se define como la presencia de un parásito vivo en un huésped humano y enfermedad como las manifestaciones clínicas (signos y síntomas) de dicha infección. ¿Cómo fue posible que se llegara a este conocimiento de los microbios y su relación con las enfermedades del hombre?

Si bien este trabajo no se centra en la historia de los microbios, me parece importante resaltar que el tratamiento que se ha dado a este tema a lo largo del tiempo ha provocado importantes beneficios en la historia de la humanidad, como el aumento en la calidad y el promedio de vida. Consideramos que parte de esta historia guarda relación con algunas de las ideas de los niños que atraviesan por pensamientos similares, y es por ello que le dedicaremos el siguiente apartado.

3.3 Resumen histórico de los microbios y su importancia

¿Qué sucedía cuando no se conocía la existencia de los microbios? Si bien es cierto que no todas las enfermedades son causadas por estos seres, ¿cómo se explicaba el ser humano estos padecimientos? En la Edad Antigua, cuando el ser humano enfermaba, las explicaciones que tenía para este fenómeno eran las siguientes:

Los hebreos consideraban a las enfermedades infecciosas como castigos del Señor. Las personas con lepra eran aisladas y los artículos y materiales que se utilizaban durante su enfermedad, eran enterrados o quemados. Se atribuían como posibles causas de la peste (considerada como cualquier tipo de enfermedad epidémica): la mirada, el aliento, la alineación de planetas o alteraciones físicas en la propia Tierra.

En la Edad Media, el médico y alquimista suizo Paracelso, oponiéndose a las creencias médicas de su época, afirmaba que las enfermedades se debían a agentes externos al cuerpo y que podían ser combatidas por medio de sustancias químicas.

Durante el Renacimiento ocurre un hecho importante que es el inicio de una época en la que la biología logra brillantes aportaciones a la humanidad. En 1590 el fabricante de lentes holandés

Zacarías Janssen inventa el microscopio compuesto, que al disponer de dos lentes, permite ampliar más los objetos, aunque todavía se obtienen imágenes borrosas. En 1665 el científico inglés Robert Hooke fue el primero en observar y describir las células del corcho usando un microscopio que él mismo inventó.

El origen de la vida era un tema de gran interés en esta época, y la teoría de la generación espontánea era la explicación más generalizada. Sin embargo, en 1668 Francesco Redi se opone a esta creencia que mantenía que ciertas formas inferiores de vida, en particular los insectos, se generan a partir de sustancias inorgánicas.

Los microbios fueron vistos por primera vez en 1674 por Antonio van Leeuwenhoek (ver anexo 5), un tendero holandés nacido en Delft. A partir de este acontecimiento se inicia una lucha porque se reconociera la importancia que éstos tienen para la humanidad. Los principales eventos históricos sobre estos seres se resumen en el cuadro 3.

En la época de Leeuwenhoek la investigación científica no había llegado a ser una profesión. La ciencia era considerada como el intento de aproximarse a la verdad mediante la observación cuidadosa y “el pensar despejado”. Este brillante holandés no tenía ninguna formación científica, su “ignorancia” fue una gran suerte para él. Su guía fueron sus propios ojos, reflexiones y criterio. Se interesó por el tallado de lentes que le permitieron observar “animalillos” que no eran visibles a simple vista. Miró cientos de veces el mismo fenómeno en idénticas condiciones y consideró que tenían vida porque se movían.

Cuadro 3. Eventos de importancia en la historia de los microbios.

AÑO	PAÍS DE ORIGEN	PERSONAJE	FORMACIÓN CIENTÍFICA	EVENTOS DE IMPORTANCIA RELACIONADOS CON LOS MICROBIOS
1674	Holanda	Antonio Van Leeuwenhoek	Ninguna (tendero)	Descubrió a los microbios. Pensó que eran animales. Advirtió que el café caliente los mataba y que éstos a su vez matan seres vivos mucho más grandes que ellos mismos.
1768	Italia	Lazzaro Spallanzani	Abate (clérigo)	Consideró que los microbios debían tener progenitores. La vida solo procede de la vida. Observa que no existe un solo tipo de microbios sino varios.

				Realizó experimentos que refutan la teoría de la generación espontánea para demostrar que cuando se hierven soluciones que contienen microorganismos y luego se sellan los recipientes, éstas permanecen estériles. Consideró que un microbio sigue permaneciendo a su misma especie.
1870	Francia	Louis Pasteur	Químico	Desecha la teoría de la generación espontánea. Descubre acciones benéficas de los microbios en la transformación de alimentos (vino, cerveza) y producción de vacunas. Realizó contribuciones importantes para el desarrollo de métodos antisépticos. Pasteurización. Descubrió la vacuna contra la rabia.
1876	Alemania	Roberto Koch	Médico rural	Demostró que un microbio específico causa una enfermedad específica. Descubrió el bacilo de la Tuberculosis y que algunos microbios forman esporas.
1928	Escocia	Alexander Fleming	Bacteriólogo	Descubrimiento del primer antibiótico (la penicilina).

Leeuwenhoek intentaba encontrar la razón de las cosas. Nunca se lanzó a teorizar ya que tenía cuidado en no sacar conclusiones precipitadas. No creía que los diminutos animalillos provinieran del cielo. Realizó diferentes experimentos con todo tipo de agua y al conseguir con esmero recoger una porción de agua de lluvia sin que ésta tocara el suelo o fuera salpicada, confirmó su creencia. El sentido común le dictaba que la vida procede de la vida.

No pudo relacionar a los “bichos” con la enfermedad en el hombre, aunque los halló en los intestinos de las ranas y de los caballos y hasta en sus propias deyecciones. Demostró que los animalillos microscópicos podían devorar y matar a seres vivos mucho más grandes que ellos como mejillones y cangrejos. *“La vida vive a costa de la vida misma. De no existir animalillos que se comieran los mejillones, estarían atascados los canales”.*

No podía distinguir las colas ni las cabezas de aquellos animalillos. Leeuwenhoek pensó que debían de tener también hígado, cerebro y vasos sanguíneos.

A la muerte de Leeuwenhoek, a los 91 años, no hubo quien continuara con el estudio de los “animales” microscópicos. Pasarían 6 años para que naciera en Scandiano, Italia, otro apasionado del tema: Lazzaro Spallanzani.

Mientras tanto, en la Edad Moderna, hacia el año de 1735 Carl von Linneo desarrolla la nomenclatura binómica para clasificar y organizar a los animales y las plantas. Despreció a los “bichejos” de Leeuwenhoek y sugirió ponerlos en una clase llamada “caos” por pensar que nunca se podría saber nada acerca de ellos.

Hacia 1768 Lazzaro Spallanzani, un niño que a los ojos del mundo resultaba cruel por los experimentos que realizaba con animales, vuelve a dar importancia al tema de los microbios que estuvieron a punto de quedar en el olvido. Realiza experimentos que se oponen a la teoría de la generación espontánea para demostrar que cuando se hierven soluciones que contienen microorganismos y luego se sellan los recipientes, éstas permanecen estériles.

El brillante Spallanzani trató de oponerse a sus propias ideas y gracias a esto pudo demostrar que la “fuerza vegetativa”, de la que se hablaba en su época, era un mito. Realizó experimentos sobre la “elasticidad del aire”. Consideraba que todos los animales proceden siempre de otros; así que un microbio seguía perteneciendo a su misma especie. Opinaba que en la ciencia rige una ley y un orden.

Observó que con el humo del tabaco los “pequeños animalillos” se agitaban y que con la acción de una chispa eléctrica se mareaban, daban vueltas y morían rápidamente. Se sorprendió al ver que los animalillos no morían cuando realizó un experimento en el que los dejó sin aire y a estos no les pasaba nada. Pensaba que todos los animales existentes sobre la tierra necesitan aire para vivir. Era humilde cuando un hecho nuevo derrotaba a una de sus brillantes conjeturas.

Siempre quiso saber cómo se multiplicaban los “animalillos” y opinaba que “al ver unidos a dos individuos de cualquier especie animal se piensa instintivamente que están ejerciendo la función reproductora”. Le dio crédito al suizo De Saussure quien aseguraba que no eran dos “animalillos” acoplados, sino uno solo dividiéndose en dos. Echó abajo las ideas del inglés Ellis que explicaban que los “animalillos” chocaban con otros y los partían a la mitad, ya que en uno de sus experimentos más brillantes, logró aislar a un solo “animalillo” y pudo observar su reproducción.

A la muerte de Spallanzani en 1799 nadie prosiguió con el estudio de los microbios; sin embargo, otros acontecimientos importantes aparecieron en la historia. En 1796 el médico británico Edward Jenner desarrolla la vacuna contra la viruela, una de las principales causas de mortalidad en el siglo XVIII. Este descubrimiento allanó el terreno para la aparición de la inmunología.

En 1810 el inventor francés Nicolás Appert gana un premio por desarrollar un método de conservación de los alimentos, que consiste en calentarlos y sellarlos en recipientes herméticos.

Entre 1838 y 1839 el botánico alemán Matthias Jakob Schleiden y el fisiólogo alemán Theodor Schwann formulan la teoría celular, según la cual la célula es la unidad estructural común de los seres vivos.

En 1858 el patólogo alemán Rudolf Virchow demuestra que toda célula procede de otra célula anterior. Este descubrimiento proporciona una clara evidencia de la continuidad entre pasado y presente de los seres vivos.

En 1865 el francés Louis Pasteur (ver anexo 5), desarrolla la pasteurización, un proceso de calentamiento de un líquido, en particular de la leche, para destruir las bacterias perjudiciales sin producir cambios materiales en la composición, en el sabor, o en el valor nutritivo del líquido.

Pasteur siempre fue perseverante y metódico. Tenía una energía inagotable, descubrió en trabajos que realizó manipulando cubas de fermentación de las fábricas de cerveza que los fermentos del ácido láctico y del alcohol estaban vivos.

Gracias a la colaboración de sus ayudantes, Pasteur descubrió la forma de elaborar vacunas contra la fiebre aviar y la rabia, salvando la vida de muchas personas.

Echó abajo la teoría de la generación espontánea y gracias a sus trabajos, el cirujano inglés Joseph Lister pudo obtener éxito al poner en práctica su sistema antiséptico. Los primeros antisépticos utilizados en cirugía por el cirujano británico redujeron las infecciones contraídas en el quirófano.

En Alemania el médico rural Roberto Koch (ver anexo 5), trabajaba por su cuenta tratando de aislar microbios. Descubrió que una determinada especie de microbios era la causa de una enfermedad definida. Se dio cuenta que los bacilos de carbunco estaban vivos y formaban esporas que resistían al frío, al calor y a la sequedad. En el año de 1882 aísla el bacilo responsable de la tuberculosis. Este descubrimiento permite mejorar las técnicas diagnósticas mediante la identificación del bacilo en las excreciones corporales.

Trabajó arduamente buscando la causa del cólera que azotaba grandes poblaciones. Siempre fue un genio modesto y nunca se consideró héroe.

En la Edad Contemporánea, en el año de 1928 el británico Alexander Fleming descubre que el moho *Penicillium* produce una sustancia que tiene un efecto antibiótico. Sin embargo, transcurrieron otros diez años hasta que la penicilina pudo producirse en grandes cantidades.

A partir de los grandes descubrimientos de los microbios el estudio de estos seres se ha ampliado de tal forma que ha constituido una verdadera rama en el estudio de las ciencias biológicas, que como se ha mencionado, es la llamada microbiología.

Hoy día se saben muchas cosas sobre los microbios y falta mucho por conocer, pero son tan notables las aportaciones de los pioneros de este fértil campo, hombres dedicados al estudio del mundo microbiano, que no se les puede dejar en el olvido. ¿Qué parte de este fabuloso mundo que nos legaron compete a la enseñanza de las ciencias en la escuela primaria?

3.4 Currícula escolar.

Dado que el tema que se va a desarrollar en la estrategia está contemplado para el 5º. grado de primaria, con el fin de contextualizarlo dentro de la SEP, se presenta el Plan y Programas de estudio 1993 en la parte que corresponde a Ciencias Naturales.

La introducción del documento enfatiza aspectos que se derivan del artículo tercero tales como el derecho educativo, la oportunidad de una escuela para todos con igualdad y equidad; el combate contra el rezago educativo y la necesidad de realizar los cambios para establecer congruencia y continuidad entre los estudios de preescolar, primaria y secundaria. Asimismo, se apuesta al

estado y a la sociedad para que, en conjunto, eleven la calidad de la educación y persistan en el cumplimiento de tareas formativas de primera importancia.

Los propósitos del plan pretenden asegurar que los niños:

1.- Adquieran y desarrollen habilidades intelectuales (la lectura y la escritura, la expresión oral, la búsqueda y selección de información, la aplicación de las matemáticas a la realidad) que les permitan aprender permanentemente y con independencia, así como actuar con eficacia e iniciativa en las cuestiones prácticas de la vida cotidiana.

2.-Adquieran los conocimientos fundamentales para comprender los fenómenos naturales, en particular los que se relacionan con la preservación de la salud, con la protección del ambiente y el uso racional de los recursos naturales, así como aquellos que proporcionan una visión organizada de la historia y la geografía de México.

Con esto se pretende lograr una formación integral, donde el término “básico” no implica los conocimientos mínimos o fraccionarios, sino una reflexión sobre su sentido.

En la organización del plan se establecen 120 horas anuales para la asignatura de ciencias naturales, que se traducen en 3 horas semanales para su estudio en el quinto grado de primaria: los cambios más relevantes en los programas de estudio consisten en la atención especial que se otorga a los temas relacionados con la preservación de la salud.

Para organizar la enseñanza, los contenidos de ciencias naturales han sido agrupados en cinco ejes temáticos: los seres vivos; el cuerpo humano y la salud; el ambiente y su protección; materia, energía y cambio; ciencia, tecnología y sociedad.

En la organización de los programas de esta asignatura, se entiende a las destrezas como formas ordenadas de formular y contestar las preguntas que dan origen a cualquier actividad científica. El hábito de formular explicaciones y predicciones deberá estimularse desde un momento temprano.

Los propósitos del eje temático “los seres vivos”, donde se encuentra el contenido de “los organismos unicelulares” –tema relacionado con los microbios-, agrupa los contenidos relativos a las características más importantes de los seres vivos, sus semejanzas y sus diferencias y a los

principales mecanismos fisiológicos, anatómicos y evolutivos que los rigen. Así mismo se pretende que los alumnos identifiquen interrelaciones y la unidad entre los seres vivos.

El contenido: “los organismos unicelulares” también se relaciona con el eje temático “el cuerpo humano y la salud”. En este eje se organiza el conocimiento de las principales características anatómicas y fisiológicas del organismo humano, relacionándolo con la idea de que de su adecuado funcionamiento dependen la preservación de la salud y el bienestar físico. Se pretende que los niños se convenzan de que las enfermedades más comunes pueden ser prevenidas.

Se establece que el enfoque de ciencias naturales es fundamentalmente formativo. Se pretende, entre otras cosas, fomentar el desarrollo de hábitos adecuados para la preservación de la salud y el bienestar.

Este enfoque no pretende educar al niño en el terreno científico sino estimular su capacidad de observar y preguntar, así como de plantear explicaciones sencillas de lo que ocurre en su entorno. Los contenidos deberán ser abordados a partir de situaciones familiares para que su aprendizaje sea duradero.

La enseñanza de los contenidos científicos será gradual, a través de nociones iniciales y aproximativas y no de los conceptos complejos. La organización de los programas responde a los siguientes principios orientadores:

1.- Vincular la adquisición de conocimientos sobre el mundo natural con la formación y la práctica de actitudes y habilidades científicas.

2.- Relacionar el conocimiento científico con sus aplicaciones técnicas.

3.- Otorgar atención especial a los temas relacionados con la preservación del medio ambiente y de la salud. Estos temas se estudian de manera reiterada durante los seis grados y cada vez con mayor precisión. En su tratamiento los programas proponen la incorporación de los elementos de explicación científica pertinentes y adecuados al nivel de comprensión de los niños.

4.- Propiciar la relación del aprendizaje de las ciencias naturales con los contenidos de las otras asignaturas.

El libro del maestro es un documento que permite aportar algunas reflexiones y sugerencias útiles para la tarea de las maestras y los maestros. En su elaboración se consideraron la existencia de numerosos métodos y estilos de trabajo, así como la creatividad de los docentes, por lo que las propuestas y orientaciones didácticas son flexibles y pueden ser adaptadas a las formas de trabajo de cada uno de ellos.

Se hace énfasis en que es indispensable que la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos de la asignatura se realicen con materiales didácticos y actividades que propicien el análisis, la reflexión y la comprensión de los alumnos.

En este libro se orienta al maestro en el uso de las siguientes recomendaciones: tomar en cuenta las ideas previas de los niños, considerar el papel del error en la construcción del conocimiento, el intercambio de ideas en el salón de clase, el papel de las actividades experimentales, la búsqueda de información (como una actividad de indagación sin una estructura rígida), la elaboración de mapas conceptuales y la utilización de representaciones gráficas de procesos y fenómenos naturales.

La evaluación debe ser más que una calificación de un examen, o incluso una sanción. Es preferible que la evaluación no esté basada en la definición de conceptos, o la identificación y enumeración de elementos, ya que esta forma de memorización no contribuye al aprendizaje significativo. Es necesario utilizar diferentes instrumentos de evaluación y considerar actividades llevadas a cabo durante el desarrollo de los temas.

En este sentido, se sugiere al maestro considerar las siguientes preguntas, que habrán de definir tanto los propósitos como los instrumentos de la evaluación:

- 1.- ¿Qué conocimientos deben manejar mis alumnos?
- 2.- ¿Qué habilidades y actitudes debo favorecer en ellos?
- 3.- ¿Qué dificultades tienen mis alumnos para acceder a los contenidos?
- 4.- ¿Qué instrumentos puedo usar para evaluar estos aspectos?

Considerando el enfoque, los aspectos a evaluar serán los contenidos, las habilidades y las actitudes. Los primeros requieren de cierto tiempo para favorecer su transformación, por lo tanto lo importante es observar un avance en la construcción de sus conocimientos.

Las habilidades sugeridas para el caso de los organismos unicelulares consisten en: investigar sobre los procedimientos que se siguen para la conservación de los alimentos; observar y registrar durante determinado tiempo, la reproducción de colonias que se forman sobre un alimento.

Las actitudes están en función de la responsabilidad ante el cuidado de la salud al reflexionar sobre la función y utilidad de algunas bacterias en la producción de alimentos y del respeto a la opinión de los demás al intercambiar los resultados de su actividad de observación.

Los momentos de la evaluación están en función del seguimiento de la transformación de las ideas previas de los niños, es así que se sugiere que ésta sea al iniciar cada lección, durante el desarrollo de las actividades de cada lección, al final del bloque (en donde se pretende que exista mejor integración), y hacia el final del curso.

Como instrumentos de la evaluación se sugiere elaborar el “cuaderno de notas del maestro”, que registra por escrito todas las actividades que realizan los niños; las “hojas de observación” que recopilan esta información de manera más rápida y sencilla, el cuaderno de notas del alumno y su diccionario científico, diferentes producciones gráficas y manuales de los niños, pruebas escritas, utilizar situaciones problemáticas del libro de texto del alumno y, la utilización de escalas como indicadores de los logros obtenidos, entre otros.

Por otro lado, en la lección 10 del libro de texto del alumno se presenta el contenido como tema: “organismos unicelulares”. En principio, se plantea la importancia de los microscopios para hacer posible observar lo que no se puede ver a simple vista, como las células que forman a todos los seres vivos. Se explica la diferencia entre organismos unicelulares y pluricelulares, posteriormente, se presenta una clasificación más detallada de los seres vivos, en donde se incluye a las amibas y bacterias como organismos unicelulares. Se presentan también las formas más comunes de bacterias y la rapidez con la que se reproducen.

Para poder observar a las bacterias se sugiere que el alumno realice un experimento de cultivo en un frasco con gelatina. Posteriormente, se presentan características de las bacterias como motilidad, lugar en donde viven, utilidad en la conservación de los alimentos, producción de

medicamentos y patogenia. Para finalizar retoman en la lección algunas características de parásitos como la amiba.

A continuación se presentan algunas de las características específicas de los microbios citados en el párrafo anterior con la finalidad de aclarar diferencias entre ellos.

3.5 Microbios para la ciencia. Algunos unicelulares.

En este apartado ubicamos a los organismos considerados microbios por la ciencia, tomando la definición que se ha expuesto con anterioridad (seres vivos microscópicos), para contar con una referencia que posibilite establecer semejanzas y diferencias entre ellos. Consideramos sólo algunos unicelulares.

3.5.1 Las bacterias

Monera es el reino formado por los organismos celulares que carecen de núcleo definido que son llamados procarióticos. Se consideran las formas de vida más antiguas. A este reino pertenecen las bacterias (del griego, *bakteria*, 'bastón'), nombre que reciben los organismos unicelulares y microscópicos que se reproducen por división celular sencilla.

Estos organismos son muy pequeños, entre 1 y 10 micrómetros (μm) de longitud, y son muy variables en cuanto al modo de obtener la energía y el alimento. Están en casi todos los ambientes: en el aire, el suelo y el agua, desde el hielo hasta las fuentes termales; incluso en las grietas hidrotermales de las profundidades de los fondos marinos pueden vivir bacterias metabolizadoras del azufre. También se pueden encontrar en algunos alimentos o viviendo en simbiosis con plantas, animales y otros seres vivos.

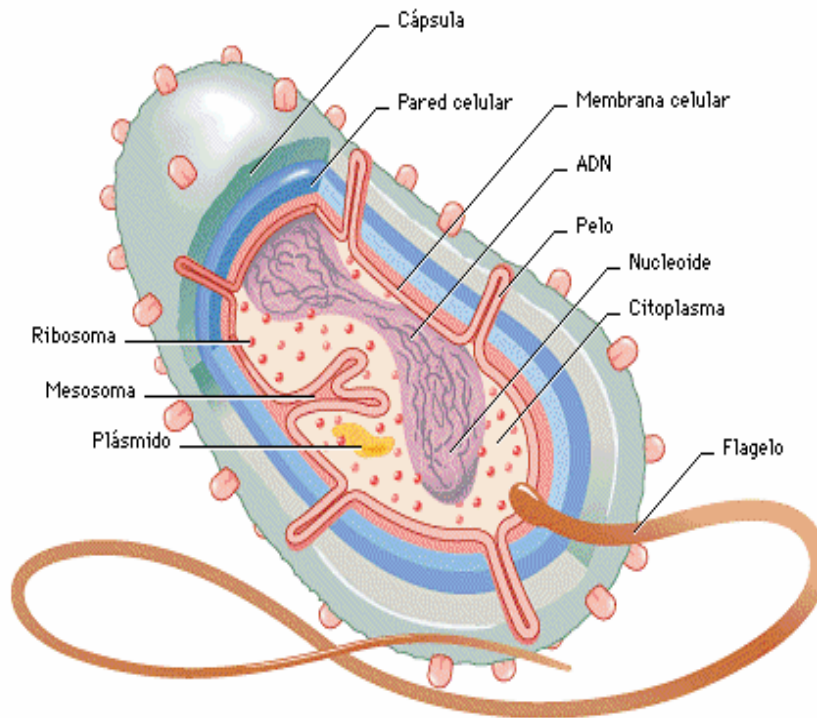


Imagen 1. Esquema de una bacteria.

Las bacterias se clasifican siguiendo varios criterios: por su forma, en cocos (esféricas), bacilos (forma de bastón) y espiroquetas (con forma espiral). Los cocos a su vez se clasifican en diplococos cuando se unen por pares, en estreptococos cuando forman filas o cuentas de un rosario y estafilococos cuando se unen en racimos de uvas o sarcinas.

Según la estructura de la pared celular; por el comportamiento que presentan frente a la tinción de Gram; en función de que necesiten oxígeno para vivir o no (aerobias o anaerobias, respectivamente); según sus capacidades metabólicas o fermentadoras; por su posibilidad de formar esporas resistentes cuando las condiciones son adversas, y en función de la identificación serológica de los componentes de su superficie y de sus ácidos nucleicos.

Tipos de bacterias de acuerdo a su forma:



Imagen 2. Cocos

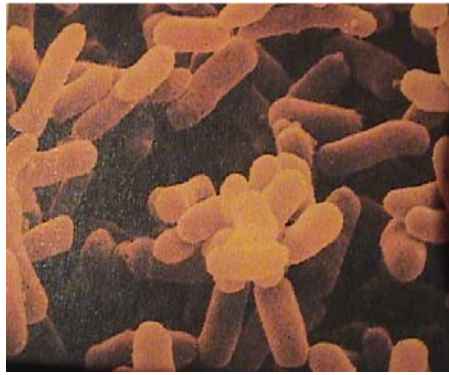


Imagen 3. Bacilos.

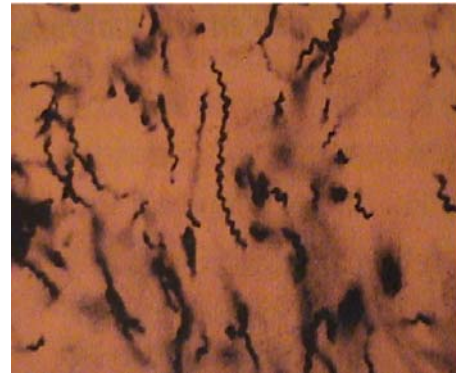


Imagen 4 . Espiroquetas.

Tipos de cocos de acuerdo a las uniones que realizan:

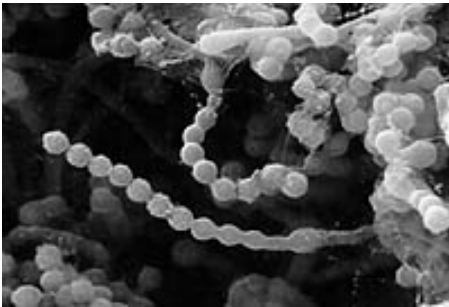


Imagen 5. Estreptococos.

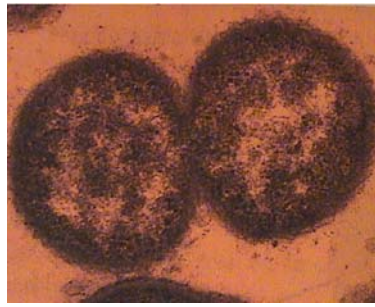


Imagen 6. Diplococos.

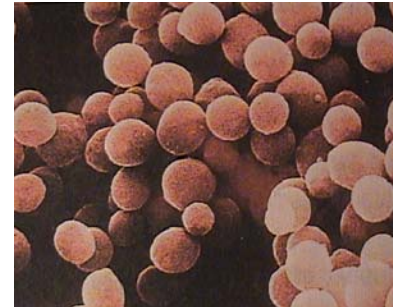


Imagen 7. Estafilococos.

No todas las bacterias tienen capacidad de movimiento, pero las que lo hacen se desplazan gracias a la presencia de apéndices filamentosos denominados flagelos. Éstos pueden localizarse a lo largo de toda la superficie celular o en uno o ambos extremos, y pueden aparecer aislados o en grupo. Dependiendo de la dirección en que gire el flagelo, la bacteria puede moverse avanzando o agitándose en una dirección concreta.

Las bacterias de acuerdo a sus flagelos pueden ser:



Imagen 8. Monotrica.

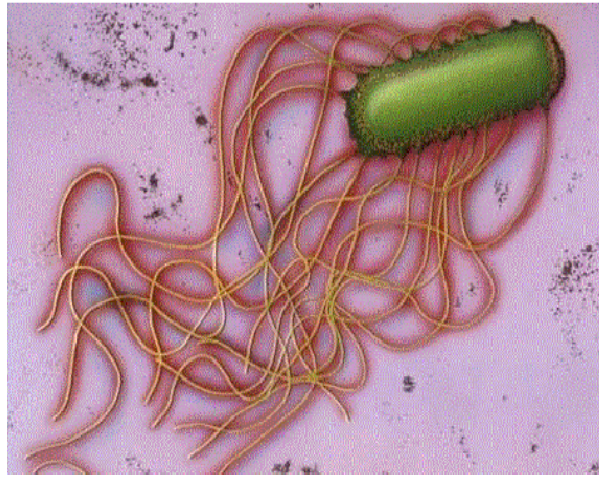


Imagen 9. Peritrica.

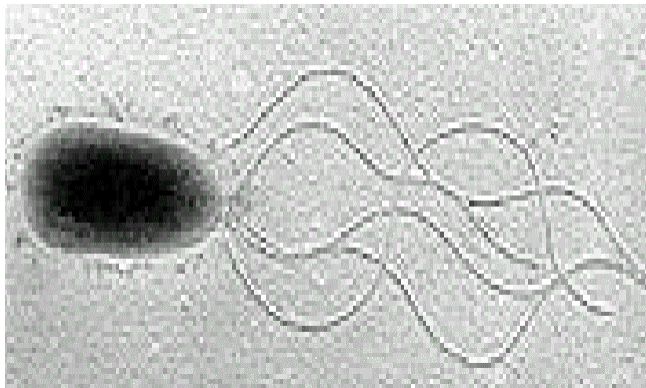


Imagen 10. Lofotrica.

Las células bacterianas se dividen por fisión; el material genético se duplica y la bacteria se alarga, se estrecha por la mitad y tiene lugar la división completa formándose dos células hijas idénticas a la célula madre. Así, al igual que ocurre en los organismos superiores, una especie de bacteria origina al reproducirse sólo células de la misma especie. Algunas bacterias se dividen cada cierto tiempo (entre 20 y 40 minutos). En condiciones favorables, si se dividen una vez cada 30 minutos, transcurridas 15 horas, una sola célula habrá dado lugar a unos mil millones de descendientes. Estas agrupaciones, llamadas colonias, son observables a simple vista.

En condiciones adversas, algunas bacterias pueden formar esporas, que son formas en estado latente de la célula que permiten a ésta resistir las condiciones extremas de temperatura y humedad.

Hay dos grupos principales de bacterias: las saprofitas, que viven sobre los cuerpos muertos de animales y vegetales, y las simbiontes, que viven en animales o plantas vivas. Las saprofitas son importantes porque descomponen los cuerpos de las plantas y animales muertos en sus componentes esenciales, haciéndolos accesibles para ser utilizados como alimento por las plantas. Muchas bacterias simbiontes se encuentran, en condiciones normales, en los tejidos humanos, incluso en el tubo digestivo y la piel, donde pueden resultar indispensables para los procesos fisiológicos. Este tipo de relación recibe el nombre de mutualismo. En el comensalismo, las bacterias simbiontes obtienen los nutrientes de sus huéspedes vivos causándoles un daño considerable. Los parásitos, el tercer tipo, pueden provocar la destrucción de las plantas o de los animales en los que viven.

Las bacterias están implicadas en la descomposición o deterioro de la carne, el vino, las verduras, la leche y otros productos de consumo diario. La acción de las bacterias puede originar cambios en la composición de algunos alimentos y provocar un mal sabor. El crecimiento de bacterias en los alimentos puede también ocasionar intoxicaciones alimentarias, como las originadas por *Staphylococcus aureus* y *Clostridium botulinum*. Por otra parte, las bacterias resultan de gran importancia en muchas industrias. La capacidad fermentadora de ciertas especies es aprovechada en la producción de queso y yogur. También resultan importantes en el curtido de cueros, la producción de tabaco, la conservación del grano, los tejidos, los fármacos, y en la elaboración de varios tipos de enzimas, polisacáridos y detergentes.

Las bacterias también afectan a la naturaleza y composición del suelo. Como resultado de su actividad, los restos de sustancias orgánicas de las plantas y los animales se descomponen en partículas inorgánicas. Este mecanismo es una fuente importante de alimento para las plantas. Además, las leguminosas enriquecen el suelo al incrementar el contenido de nitrógeno gracias a la ayuda de la especie *Rhizobium radicola* y de otra bacteria que infecta las raíces de las plantas y origina nódulos de fijación de nitrógeno. Putrefacción y descomposición, degradación de plantas y animales muertos o de materia orgánica, como restos animales o vegetales. Si la Tierra no está totalmente cubierta de vegetación muerta, excreciones y cadáveres de animales es gracias a las reacciones biológicas de putrefacción y descomposición, diferentes de la descomposición química

que lleva a determinados compuestos a escindirse espontáneamente en sus elementos constituyentes.

Casi 200 especies de bacterias son patógenas para el ser humano, es decir, causantes de enfermedades. El efecto patógeno varía mucho en función de las especies y depende tanto de la virulencia de la especie en particular como de las condiciones del organismo huésped. Entre las bacterias más dañinas están las causantes del cólera, del tétanos, de la gangrena gaseosa, de la lepra, de la peste, de la disentería bacilar, de la tuberculosis, de la sífilis, de la fiebre tifoidea, de la difteria y de muchas formas de neumonía. Hasta el descubrimiento de los virus, las bacterias fueron consideradas los agentes patógenos de todas las enfermedades infecciosas.

Los efectos patógenos provocados por las bacterias en los tejidos pueden agruparse en las cuatro clases siguientes: (1) efectos provocados por la acción directa local de la bacteria sobre los tejidos, como en la gangrena gaseosa causada por *Clostridium perfringens*; (2) efectos mecánicos, como cuando un grupo de bacterias bloquea un vaso sanguíneo y causa un émbolo infeccioso; (3) efectos de respuesta del organismo ante ciertas infecciones bacterianas en los tejidos, como las cavidades formadas en los pulmones en la tuberculosis, o la destrucción de tejido en el corazón por los propios anticuerpos del organismo en las fiebres reumáticas; (4) efectos provocados por toxinas producidas por las bacterias, sustancias químicas que resultan tóxicas en algunos tejidos. Las toxinas son, en general, específicas de cada especie; por ejemplo, la toxina responsable de la difteria es diferente de la responsable del cólera.

Tanto determinados hongos como algunas bacterias, producen sustancias químicas que resultan tóxicas para ciertas bacterias específicas. Estas sustancias, entre las que se incluyen la penicilina y la estreptomina, son los denominados antibióticos; producen la muerte de las bacterias o impiden su crecimiento o reproducción. En la actualidad, los antibióticos están desempeñando un papel cada vez más importante dentro de la medicina para controlar las enfermedades bacterianas.

3.5.2 Las amibas.

Pertencen al reino protista, dentro de éste se ubica a las algas, protozoarios y mohos del cieno. Los microbios que se incluyen en este trabajo, las amibas, pertenecen a los protozoarios. Seres unicelulares capaces de replicarse en el huésped. Se reproducen por fisión binaria y miden de 10 a 200 μm .

Las amibas originan la enfermedad denominada amibiasis o entamoebosis. La Organización Mundial de la Salud define a la entamoebosis como la infección en el ser humano producida por *Entamoeba histolytica*, con o sin manifestaciones clínicas. La infección se encuentra distribuida en todo el mundo aunque es más frecuente en países en vías de desarrollo en donde constituye un problema de salud pública importante.

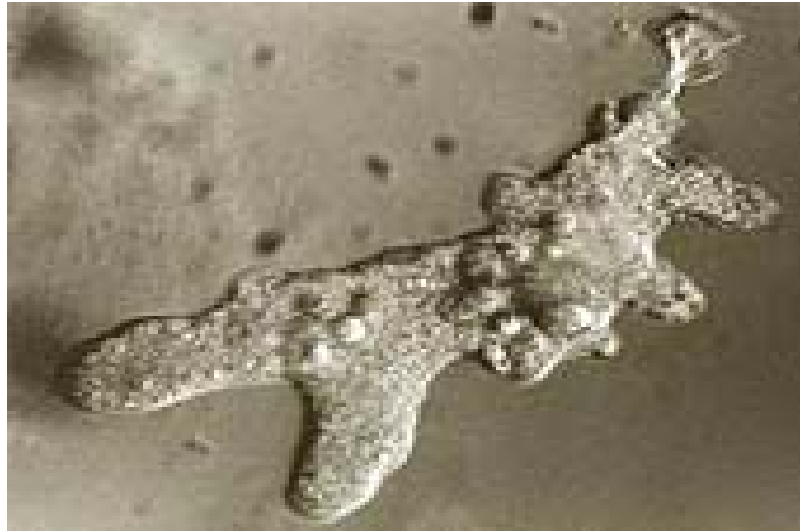


Imagen 11. Amiba.

El ciclo biológico del parásito incluye varios estadios sucesivos: el trofozoito, el prequiste, el quiste y el metaquiste. Los trofozoitos son los que producen lesiones ulcerativas de la pared intestinal o necróticas extraintestinales y no participan en la transmisión de la infección, debido a que no sobreviven en el exterior y mueren rápidamente al contacto con el jugo gástrico. En cambio, los quistes, responsables de la transmisión, sobreviven en las heces y cuando son ingeridos con el agua o los alimentos contaminados, o bien por contacto directo ano-mano-boca, resisten el paso por el estómago y el intestino delgado y se desenquistan en el íleon terminal, completando el ciclo de vida del parásito.

La potente actividad lítica que dio nombre al parásito, y más aún el efecto destructivo de las amibas patógenas sobre los tejidos del huésped, puede deberse no sólo a la acción del parásito, sino también ser el resultado de los mecanismos de defensa del huésped.

Las manifestaciones clínicas de la infección intestinal varían del estado de portador asintomático a la colitis fulminante con perforación. En la rectocolitis amibiana aguda, los pacientes tienen

inicialmente diarrea acuosa, que se transforma en síndrome disentérico con diarrea acompañada de moco, sangre y dolor abdominal intenso. En general, la mayoría de los casos de entamoebosis intestinal muestran evolución satisfactoria cuando se administran medicamentos apropiados, la infección y las lesiones de la mucosa desaparecen.

La entamoebosis del hígado es la más frecuente de las formas extraintestinales de la entamoebosis invasora. Se presenta comúnmente en hombres entre los veinte y sesenta años de edad. El inicio de la enfermedad es súbito, con dolor en el cuadrante superior derecho y fiebre elevada. Sin tratamiento este padecimiento evoluciona progresivamente hasta la muerte del sujeto; sin embargo, si se administra el tratamiento adecuado, la mayoría de los casos se curan satisfactoriamente sin dejar secuela alguna.

La primera sospecha de entamoebosis se realiza con base en los datos clínicos que presenta el individuo. Sin embargo, el diagnóstico definitivo se determina en la gran mayoría de los casos por la observación al microscopio de trofozoitos o quistes de *E. histolytica* en las heces o en raspados o biopsias de la mucosa intestinal.

La prevención de la entamoebosis radica en la correcta disponibilidad de las excretas, la potabilización del agua y la adecuada higiene de los alimentos y bebidas. Esto requiere un sistema adecuado de drenaje o construcción de letrinas sanitarias, desinfección de verduras, promoción de la higiene personal, así como el tratamiento de los portadores.

3.5.3 Los hongos

Los hongos pertenecen al reino Fungi. Son organismos eucarióticos, heterótrofos, sin clorofila, con organización unicelular, pluricelular o dimórficos, y nutrición por absorción. Presentan reproducción sexual y asexual, algunos son comestibles para el hombre y otros producen efectos alucinógenos. En este trabajo nos referimos sólo a los unicelulares.

Los hongos presentan diferentes formas entre las que se mencionan: hifas (unidad funcional del hongo), y levaduras (blastoconidios). Al conjunto de hifas se le denomina micelio, y el conjunto de micelios y diferentes estructuras de reproducción corresponde a la colonia del hongo. Las estructuras por medio de las cuales se lleva a cabo la reproducción asexual del hongo se denominan conidios; y aquellas de la reproducción sexual, esporas.

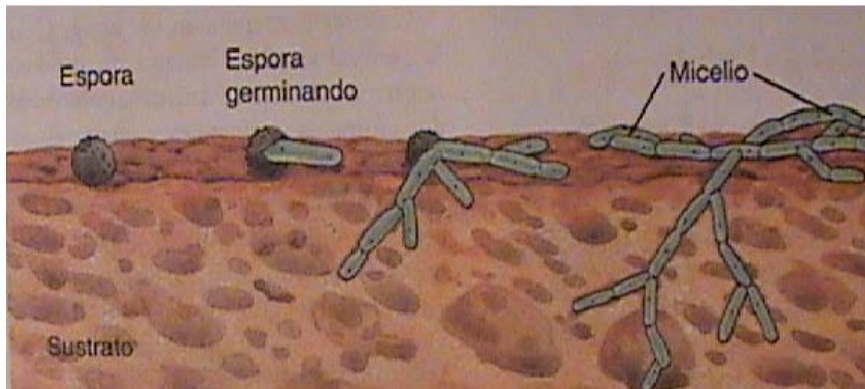


Imagen 12. Diferentes formas que presentan los hongos.

La importancia de los hongos radica en que son degradadores primarios en los ecosistemas terrestres (cadenas alimenticias), son cruciales para las industrias biotecnológicas y de fermentación, ofrecen nuevas estrategias de control biológico de plagas e intervienen en la regulación biológica para otros organismos.

Dentro de sus aspectos benéficos, son modificadores de alimentos: pan, quesos; fermentación alcohólica: vino, cerveza; producción de antibióticos (como la penicilina), alcaloides, etc. También participan en la producción de vacunas.

Dentro de los aspectos de daño que tienen los hongos se encuentran:

- Micosis: en el hombre y los animales, por hongos parásitos llamados dermatofitos.
- Micetismos: que tienen que ver con hongos macroscópicos, son alucinógenos y venenosos.
- Micotoxicosis: hongos productores de micotoxinas.
- Alergias: causadas por hongos aeroalergenos.

Dentro de la clasificación clínica de las micosis hay una aceptación general en clasificarlas con un criterio topográfico en: superficiales, subcutáneas y sistémicas. Las primeras afectan a la epidermis, las mucosas superficiales y anexos de la piel. Las subcutáneas se localizan predominantemente en las diferentes capas de la dermis y en tejido celular subcutáneo, aun cuando a partir de estas localizaciones se pueden diseminar a otros órganos más profundos; en estas micosis la piel también se afecta por el hecho de ser esta la puerta de entrada de los

hongos. Las sistémicas tienen una connotación de diseminación a diversos órganos y tejidos profundos a partir del foco de infección primaria que en este grupo suele ser pulmonar. Las llamadas micosis por oportunistas no siguen un criterio topográfico, éstas pueden tener una o más localizaciones.

La epidemiología es fundamental en el estudio de la micología, es un valioso auxiliar para el diagnóstico clínico y la prevención de las micosis. Algunos datos de imprescindible valor son: edad, sexo, raza, ocupación, predisposición a la infección y oportunismo.

Los mecanismos de infección son numerosos y diversos, algunos son específicos para cierto tipo de micosis y de su conocimiento depende en mucho las medidas preventivas en las micosis. Algunos de estos mecanismos son: contacto directo, contagio, penetración a través de heridas en la piel, inhalación, deglución, penetración en el organismo a través de venoclisis, inyecciones, catéteres. Cuando las micosis se adquieren a través de algunos de estos mecanismos, se denominan como de origen exógeno.

3.6 “Microbios” en lo cotidiano

Aunque los microbios se han definido por la ciencia como seres vivos, de manera cotidiana este término se utiliza independientemente de tomar en cuenta esta característica, el tamaño, o el número de células. Tal parece, como se ha revisado en el apartado de ideas previas, que su uso en la cotidianeidad se relaciona más bien con todo aquello que pueda provocar deterioro o enfermedad.

Aunque todavía se encuentra vigente el debate sobre considerar o no a los virus como seres vivos, actualmente salen de la clasificación de lo vivo. Sin embargo, como producen enfermedades, las personas los consideran “microbios”.

3.6.1 Los virus: vivos o no vivos

La estructura de los virus es aún más sencilla que la de las bacterias. Consiste en un número relativamente pequeño de genes rodeados por una vaina proteica. Una partícula viral está compuesta por una molécula de ácido nucleico (ADN o ARN) y una cubierta o cápside (glucoproteínas). Algunas cápsides tienen formas regulares y otras no.

Los virus son muy pequeños, miden entre 10 y 100 nm. Pueden invadir todo tipo de células, incluso las de animales, plantas, hongos, protistas y bacterias. Los que invaden bacterias se llaman bacteriófagos.

Sigue siendo objeto de debate si los virus deben considerarse organismos vivos, pues sólo pueden replicarse una vez que han infectado una célula huésped.

Aunque están compuestos de un pequeño número de moléculas, muchos tipos de virus funcionan como mecanismos altamente sofisticados, que se replican contaminando las células humanas o animales que invaden. El VIH es el ejemplo más sorprendente: el virus entra e infecta las células que se encargan de detectar y destruir los organismos extraños en el interior del cuerpo (los glóbulos blancos conocidos como linfocitos T). Las infecciones virales pueden extenderse en poco tiempo desde un solo huésped a centenares de personas, mediante la inhalación o ingestión de las gotas de agua producidas por la tos o los estornudos de un enfermo.

En resumen, no se espera que con la estrategia didáctica los niños aprendan toda la información anterior, sino que se aproximen a un mejor conocimiento de lo que establece el Plan y programas de la SEP y lo que representan los microbios en su vida cotidiana en función del cuidado y preservación de la salud y el ambiente. Por ello se pretende que aprendan que:

- Existe una gran diversidad de microbios que forman parte de los seres vivos, y su descubrimiento es relativamente reciente.
- Dentro de los microbios existen los organismos unicelulares como las bacterias, los hongos y las amibas.
- Los virus no son considerados, hasta el momento, como microbios por la ciencia.
- No todos los microbios son iguales, existen diferencias y semejanzas entre ellos.
- Son importantes porque interactúan de diversas formas con el ser humano

Como se ha visto a lo largo de este capítulo, el tema de los microbios es muy amplio y se relaciona estrechamente con otros conceptos que no es sencillo definir, así que considerarlos como parte importante de los seres vivos resulta, más que un reto, una tarea necesaria. Corresponde al siguiente capítulo la explicación de cómo proponemos incidir en el alumnado para lograrlo.

Capítulo 4

DISEÑO METODOLÓGICO

En este apartado de la tesis se presenta un aspecto fundamental del proyecto de intervención. Cabe señalar que, como parte de sus propósitos, se identificó un problema del ámbito educativo del aula –planteado y justificado en el capítulo 3-, específicamente de aprendizaje; la revisión de la literatura especializada para conocer las ideas previas que reportan hasta el momento las investigaciones sobre la problemática denunciada –expuestas en el capítulo 1- y la conformación de un marco teórico que descansara en el constructivismo –capítulos 1 y 2-, y permitiera sustentar y diseñar una estrategia didáctica que atendiera el problema en cuestión, ponerla en práctica y evaluar sus resultados.

En este capítulo se detalla la conformación de la estrategia que se menciona y que, aplicada a alumnos de quinto grado de primaria, pueda dar cuenta de las bondades de recurrir a una perspectiva constructivista para favorecer el aprendizaje de las ciencias. Se detallan las condiciones en que se aplicó dicha estrategia a los alumnos, los instrumentos de investigación utilizados y la forma en la que se determinaron las categorías de análisis.

4.1 Diseño de la estrategia

El diseño de nuestra estrategia didáctica cobra sustento a partir del marco teórico señalado en el capítulo 1. Tomando en cuenta que muchos trabajos realizados con relación al aprendizaje de las ciencias se alejan de las condiciones reales del aula para su aplicación, en este trabajo se buscó que las actividades se acercaran lo más posible a la realidad de ésta. Sin embargo, es necesario enfatizar, que en comparación con otro tipo de metodologías utilizadas en el salón de clases, las del tipo constructivista requieren de mayor tiempo para su aplicación (Jiménez, 1991; Hierrezuelo y Montero, 2002; Campanario y Moya 1999, entre otros), y que se den a los contenidos y metodologías los espacios y tiempos adecuados para su promoción (Bello, 2004).

Por otro lado, así como consideramos que no existe una ruta o método único para enseñar un tema particular, enfocado o no en el constructivismo, proponemos esta estrategia didáctica como

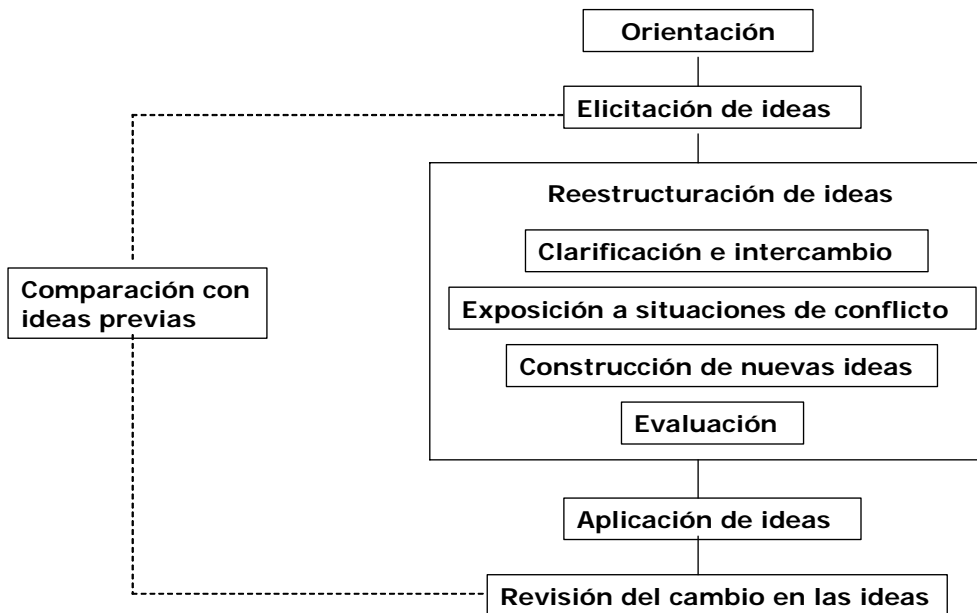
una opción de aprendizaje que ofrece ciertos logros de manera específica, y no como la mejor manera de hacerlo.

Cabe señalar que esta estrategia fue piloteada con anterioridad y el reporte se localiza en el anexo 3, y que las sesiones fueron videograbadas para un análisis posterior, del que se extraen las diferentes ideas de los niños reportadas más adelante en el capítulo 5. Así mismo, se realizó una breve entrevista a la maestra titular del grupo –quien presencié la aplicación de la estrategia- con la finalidad de conocer su opinión²⁰.

Se presentan a continuación, los criterios utilizados para elaborar la estrategia, los propósitos que se esperan conseguir y la evaluación que dará cuenta de ello.

4.1.1 Criterios para desarrollar la estrategia didáctica.

Se eligió como estrategia de enseñanza general la propuesta por Rosalind Driver en septiembre de 1987 durante el II Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias y las Matemáticas, cuya secuencia es la siguiente:



Esquema 4 . Estructura general de la secuencia de enseñanza. (Driver, 1988)

²⁰ Ver anexo 3.

La *orientación* está destinada a despertar la atención de los estudiantes y su interés por el tema. En la fase de *elicitación de ideas*, los alumnos, en grupos pequeños, expresan, comentan y presentan al resto del grupo sus ideas, mismas que se retomarán posteriormente.

En la fase de *reestructuración* se debe confrontar las ideas de los estudiantes con contraejemplos, aunque esta insatisfacción por sí misma no genere concepciones alternativas; es decir, no se espera que la simple presentación de la situación conflictiva provoque un cambio conceptual, sino que se requiere una acumulación de conflictos que provoquen cada vez cambios más radicales en las estructuras de conocimiento. Desde luego hay que tomar en cuenta que, muchas veces, aquello que es conflictivo y discrepante para el maestro no es visto de la misma forma por los alumnos. Incluso algunos autores como Bello (2004), consideran que el conflicto cognitivo no tiene mucho sentido ya que los estudiantes encuentran una serie de formas en las que pueden enfrentar las evidencias discrepantes (ignoran, rechazan, reinterpretan o reacomodan los datos).

También en la fase de *reestructuración* se pueden llevar a cabo diversas acciones, como extender las ideas de los estudiantes ampliando el rango de aplicación de una concepción o levantar puentes de experiencias para crear una nueva.

En muchas áreas las concepciones de los estudiantes son globales y vagas; experiencias particulares pueden ayudarles a clarificar y diferenciar sus nociones (por ejemplo: fuerza y energía, calor y temperatura).

En la fase de *aplicación de ideas*, los estudiantes pueden probar y aplicar sus concepciones revisadas de varias maneras. Esto puede suponer actividades de construcción práctica, escritura libre o solucionar problemas.

La *revisión del cambio en las ideas* se realiza mediante la reflexión, resultado de la comparación, de las ideas iniciales con las ideas al final de la estrategia. Se da la oportunidad de revisar la extensión y maneras en que ha cambiado el pensamiento de los alumnos, ya sea porque sus ideas se encuentren modificadas o puedan haberse constituido nuevas. Los procesos metacognitivos requieren que los estudiantes puedan tener conciencia y control sobre su proceso de aprendizaje.

Además, Driver (1988), menciona ciertas condiciones para que una secuencia de enseñanza fundamentada en el cambio conceptual pueda tener éxito. Por ejemplo, tomar en cuenta el contexto de las actividades de aprendizaje; es decir, elegir en la medida de lo posible situaciones y actividades que tengan sentido para los estudiantes. También se debe propiciar un ambiente de aprendizaje no amenazante donde se permita que éstos expresen sus ideas sin miedo a la sanción o al ridículo, que no sean evaluados demasiado pronto por el profesor o por otros estudiantes. Para discutir y expresar ideas sobre un tópico, el trabajar en pequeños grupos de alrededor de cuatro estudiantes es favorable.

En opinión de Hewson et al. (1998), el que aprende debe aceptar la responsabilidad de su propio proceso de aprendizaje, confiar en su pensamiento, justificar sus conclusiones, escuchar a sus compañeros y a su maestro. Los estudiantes que se involucran en un proceso de cambio conceptual deben tener claro que existen diversos puntos de vista sobre una misma idea y que todos son respetables, y al mismo tiempo estar preparados para cambiar su concepción si otra idea demuestra ser más viable.

Las ideas de los estudiantes deben ser parte explícita del contexto de la clase, no solo deberían ser tomadas en cuenta antes de iniciar una fase educativa, únicamente para prepararla, sino sobre todo durante ésta (Lucas,1986). Existen maestros que ni siquiera las toman en cuenta e incluso algunos no están enterados de su existencia (Hashweh, 1986 en García, 1988).

Finalmente, compartimos con Driver (1988) el papel que el profesor, liberado de un “sistema de transmisión”, debe desempeñar en este tipo de estrategias como mediador de situaciones, entre el conocimiento de los científicos y las comprensiones de los niños.

En resumen, los criterios para desarrollar la estrategia didáctica son los siguientes:

- Propiciar la detección de ideas previas de los alumnos.
- Promover la creación de un conflicto cognitivo que posibilite la confrontación de las ideas de los alumnos.
- Promover actividades que permitan la reestructuración de ideas.
- Propiciar la aplicación de ideas en diferentes situaciones.
- Fomentar la comparación y revisión de la transformación de las ideas

4.1.2 Propósitos de la estrategia didáctica

Una vez establecidos los criterios para la conformación de la estrategia didáctica, es necesario explicar lo que se pretende conseguir con su diseño. A continuación se mencionan los propósitos de la estrategia:

- Identificar las ideas previas que los alumnos tienen de los microbios (qué son, dónde se encuentran, qué hacen) para reconocer el estado en que se encuentran, con la finalidad de poder incidir en ellas.
- Considerar a los microbios como seres vivos. Distinguir entre ellos a los organismos unicelulares y sus principales características, a través de la reflexión de los atributos que se otorgan a los seres vivos, para identificar que realizan las funciones de todo organismo.
- Diferenciar a los principales tipos de microbios y los términos que se utilizan para referirse a ellos, mediante la confrontación del conocimiento cotidiano de los alumnos y el conocimiento de la ciencia escolar.
- Reconocer la importancia de los microbios, las interacciones que realizan, mediante la reflexión histórica y cotidiana de sus acciones benéficas y perjudiciales.

4.1.3 Secuencia didáctica

La estrategia didáctica que se presenta sufrió diversas adecuaciones. Se aplicó previamente como pilotaje en dos escuelas primarias de la misma zona y con características similares. Las experiencias recabadas en el trabajo que se realizó con estos niños permitieron reconocer la necesidad de modificar algunas actividades (ver anexo 3). La estrategia final se resume en el cuadro 4. A continuación se detallan las actividades que se realizaron.

SESION 1

Es importante explicar a los alumnos que se trabajará el tema de los microbios de una forma peculiar que requiere poner en práctica diversas actividades que se realizarán en equipo, para lo cual su colaboración será indispensable. Se forman grupos de 5 ó 6 alumnos aproximadamente y se conviene, entre todos, establecer las condiciones de trabajo que permitirán el logro de la meta

principal: “enriquecer sus conocimientos”. Se acuerda trabajar los valores del respeto, la tolerancia, el compañerismo, la responsabilidad, etc.

A los equipos formados se les otorga el nombre de algún personaje importante en la historia de los microbios: Pasteur, Koch, Spallanzani, Leeuwenhoek, Fleming, etc. Se les informa que todas las actividades que realicen valen puntos, que se acumularán en un marcador a lo largo de las cuatro sesiones para obtener un equipo ganador. Es conveniente preguntar a los alumnos: ¿por qué razón consideran que puede ser importante trabajar este tema? ¿Qué utilidad tendría trabajar el tema de los microbios? Encontrar un motivo y un sentido para hacer las cosas puede resultar más fructífero para los alumnos.

Al establecer lo anterior se otorga puntuación al cumplimiento de las siguientes actividades:

Actividad 1. Resolución de cuestionario.

Se pide a los alumnos leer con atención y contestar de manera individual todas las preguntas de un cuestionario y una tabla de características (Ver anexo I).

Cuadro 4. Resumen de la estrategia didáctica.

	Sesión	Actividades	Finalidad	Evaluación
Fase Introdutoria	1	1. Resolución de cuestionario 2. Comparación de ideas 3. Actividad experimental 4. Observación de alimentos. Explicación del fenómeno de “descomposición” de una tortilla. 5. Investigación: conservación de alimentos 6. Presentación de video “Acciones benéficas de los microbios”	Evocar ideas previas Identificar ideas previas Generar un conflicto Generar ideas	Durante toda la estrategia. En la sesión 2 Elaboración de texto. Revisión a lo largo de la estrategia.
desarrollo	2	7. Lluvia de ideas y discusión con relación a la pregunta ¿cómo sé si algo está vivo? 8. Presentación de Power point “seres vivos” 9. Completar cuadro de seres vivos 10. Intercambio de ideas sobre las funciones vitales de los microbios. Comparación de imágenes bacterianas. 11. Revisión de actividad	Evocar ideas con relación al tema de “lo vivo” Introducir nuevas ideas, enfatizando microbios unicelulares Clasificar la información anterior. Intercambiar ideas. Confrontar imagen antropomórfica de los microbios con imágenes reales. Reflexionar funciones vitales. Contrastar ideas, reflexionar sobre	A lo largo de la estrategia Grupal, proyectando cuadro. Grupal Grupal

Fase de		experimental e investigación.	algunas características de vida de los microbios.	
	3	12. Presentación de Power point "Historia microbiana" 13. Clasificación de fotografías sobre seres del planeta. 14. Presentación de video "Elaboración de yogur casero". Preguntas y comentarios. 15. Resolución de crucigrama.	Introducir nuevas ideas. Importancia de su descubrimiento, Identificar semejanzas y diferencias de algunos microbios. Identificar que los microbios forman parte de los seres vivos. Reflexionar sobre algunas interacciones benéficas de los microbios y el medio. Organizar parte de la información.	Por equipos y grupal, a partir de exposiciones de los alumnos. Grupal, proyectando ejercicio en el aula.
Fase de cierre	4	16. Resolución del caso "El detective del espacio". 17. Completar cuadro de diferencias y semejanzas de los microbios. 18. Resolución del cuestionario inicial. 19. Comparación de ideas.	Aplicar ideas Aplicar ideas Detectar transformaciones en las ideas Confrontar ideas, detectar o no, transformaciones en ellas.	Grupal, a partir de exposiciones de los alumnos. Por equipos y grupal. Posterior a la estrategia (para comparar resultados) Grupal Individual.

Actividad 2. Comparación de ideas.
Se reparte a cada equipo una lámina de papel bond y

plumones de colores. Se pide a los alumnos compartir sus ideas, comentar en equipo las respuestas del cuestionario y anotar en la lámina una sola respuesta para cada pregunta. Cada equipo expone sus respuestas. Se pide a todos los alumnos observar las láminas y buscar similitudes y diferencias entre ellas para comentarlas.

Actividad 3. Actividad experimental.

La maestra reparte a cada niño 2 tortillas frescas, elaboradas ese mismo día, y dos bolsas de plástico marcadas con las letras A y B. Se pide que metan una tortilla en cada bolsa y la cierren. La bolsa A debe dejarse una semana en un lugar donde le lleguen rayos de sol. La bolsa B deberá meterse al refrigerador por una semana.

Se comenta con los alumnos: ¿Qué creen que sucederá con las tortillas de las bolsas A y B?, ¿Cómo lo explicarían?

Se pide a los alumnos revisar el estado de las tortillas todos los días durante una semana sin que sean abiertas las bolsas. Deberán traer ambas bolsas para la próxima clase.

Actividad 4. Observación de alimentos. Explicación del fenómeno de “descomposición” de una tortilla.

Se reparte a cada equipo un alimento en “descomposición”: frutas, pan, etc., y una tortilla enmohecida. Se pide que los observen y comenten al respecto sin probarlos. Se proporciona a cada niño una hoja para que conteste de manera individual dos preguntas (Ver anexo I).

Actividad 5. Investigación sobre la conservación de alimentos.

Se pide a los alumnos que investiguen de manera individual, para la próxima clase, las diferentes formas que existen para conservar los alimentos en buen estado.

Actividad 6. Presentación de video “Acciones benéficas de los microbios”

Se presenta a los alumnos un video corto de algunas acciones benéficas de los microbios, como su participación en el crecimiento de las plantas y la elaboración de algunos alimentos como el pan o el yogur.

SESION 2

Actividad 7. Lluvia de ideas con relación a la pregunta ¿cómo sé si algo está vivo?

En el inicio de esta sesión se pide que algún alumno comente lo que se trató en la clase anterior, a manera de recordatorio. Después la maestra hace la pregunta: ¿Cómo sé si algo está vivo?, para abrir el debate grupal. Las ideas que se manifiesten se anotarán en el pizarrón o en una lámina.

Es importante que la maestra pueda poner los contraejemplos necesarios para orientar a los alumnos a pensar en características de vida comunes a **todos** los seres vivos. Así mismo, clarificar en lo posible, que el movimiento es un atributo muy controversial y por lo tanto motivarlos a buscar otros atributos diferentes.

Actividad 8. Presentación de Power point “seres vivos”

Se proyecta a los alumnos una pequeña presentación de “los seres vivos” guiada por las preguntas: ¿Cómo sé si algo está vivo?, ¿De qué están hechos los seres vivos? y ¿Cuántos tipos de seres vivos existen? Se retoman y amplían las ideas de la actividad anterior y se ilustran, con diversas imágenes, las funciones vitales y las características de vida, se habla de la célula y se ejemplifican seres unicelulares y pluricelulares. Finalmente, se mencionan los reinos en que se clasifica a los seres vivos mostrando varias imágenes de cada uno de ellos.

Actividad 9. Completar cuadro de seres vivos

Se reparte a cada alumno un cuadro (ver anexo II), que habrán de completar en equipo con ayuda de la proyección anterior. Después de organizar la información solicitada, uno de los equipos comenta su trabajo apoyado por la proyección del ejercicio en la pantalla del salón. Los alumnos se autoevalúan.

Actividad 10. Intercambio de ideas sobre las funciones vitales de los microbios. Comparación de imágenes bacterianas.

Se pregunta a los alumnos cómo es que se imaginan que los microbios puedan realizar funciones vitales como la respiración si no tienen nariz, la nutrición si no tienen boca, etc. Se plantean preguntas como: ¿Qué sería respirar para un microbio? Se acuerda con ellos una explicación provisional (ya que en ciclos posteriores lo comprenderán mejor) sobre lo que se considera respirar, nutrir, excretar y reproducir en un microbio. Se menciona que las funciones vitales de todo ser vivo en realidad se realizan a niveles celulares.

Se muestran las imágenes de dos bacterias para que los alumnos mencionen semejanzas y diferencias. Una de las imágenes es una fotografía real tomada con microscopio electrónico y la otra es una caricatura. Se pretende combatir la imagen antropomórfica tan introducida por los medios de comunicación, al compartir que en realidad los microbios no tienen boca, manos, dientes, no tienen malas intenciones ni son como pequeños monstruos.

Actividad 11. Revisión de actividad experimental e investigación.

Se pide a los alumnos compartir en equipo la actividad experimental que se dejó mostrando el estado en que quedaron sus tortillas, así como discutir qué fue lo que sucedió y por qué, si lo esperaban o no, si las predicciones que hicieron en la sesión 1 se cumplieron o no y por qué.

Posteriormente se comentarán los resultados de la actividad en grupo. Es importante reflexionar cómo afectaron las condiciones de humedad y temperatura.

Finalmente se pide a los alumnos que compartan la investigación que realizaron y la vinculen con la actividad experimental de las tortillas.

SESION 3

Actividad 12. Presentación de Power point “Historia microbiana”.

Se proyecta a los alumnos una presentación que la maestra va narrando. Incluye eventos de importancia en la historia de los microbios, desde antes de su descubrimiento por Leeuwenhoek, hasta los hallazgos de Fleming con la penicilina. Después de la historia, se presentan diversas imágenes para comentar características particulares de algunos microbios unicelulares: bacterias, amibas y hongos.

Actividad 13. Clasificación de fotografías sobre seres del planeta. Exposición.

Se reparte por equipo una cartulina y fotocopias de letreros e imágenes de diferentes seres del planeta (ver anexo II), vivos: árbol, perico, piojos y ácaros, bacteria, levadura, champiñones y amiba; y no vivos: coche, roca, herramientas y virus. Los letreros incluyen: “SERES DEL PLANETA”, “SERES VIVOS”, “SERES NO VIVOS”, el nombre de los cinco reinos y los nombres de las fotografías, excepto para las levaduras y los champiñones ya que los letreros dicen: “HONGO MICROSCÓPICO” y “HONGO MACROSCÓPICO” respectivamente.

Se pide a los alumnos que recorten y ordenen las fotografías y los letreros y que los peguen en la cartulina cuando se aseguren de no querer cambiarlos de lugar. Al terminar la actividad cada equipo expone su trabajo. La maestra realiza las siguientes preguntas: De los seres que han pegado, ¿Cuáles son microbios? ¿Cuáles son organismos unicelulares? Justifiquen su respuesta.

Actividad 14. Presentación de video “Elaboración de yogur casero”. Preguntas y comentarios.

Se proyecta a los alumnos un pequeño video sobre la elaboración de yogur casero. Se pide al grupo hacer comentarios o preguntas. La maestra realiza los siguientes cuestionamientos: ¿Por qué razón fue necesario esperar ocho horas para que la leche se transformara?, ¿Por qué creen que se reprodujeron las bacterias en la leche?

Actividad 15. Resolución de crucigrama

Se reparte a cada alumno un crucigrama para que lo resuelvan en equipo (ver anexo II). Al terminar se pide a dos alumnos que pasen al frente para dirigir la revisión del trabajo dando oportunidad de responder a los compañeros de otros equipos. Los alumnos se apoyan con el ejercicio proyectado en la pantalla del aula.

SESION 4

Actividad 16. Resolución del caso “El detective del espacio”. Exposición.

Se pide previamente a los alumnos que vean la película “La guerra de los mundos” para trabajar en esta actividad.

Los alumnos leen una noticia (ficticia) en donde se acusa a los microbios de matar a seres extraterrestres que pretendían invadir el planeta Tierra (ver anexo II). Si los microbios son declarados culpables serán exterminados del planeta. Se pide a los alumnos trabajar en conjunto para ayudar al detective del espacio a resolver el caso.

Se reparte a cada equipo una lámina de papel bond y plumones para anotar las respuestas de las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Consideras que los microbios deben ser eliminados del planeta? Justifica tu respuesta.
- 2.- ¿Cómo te imaginas que los microbios pudieron matar a los extraterrestres? Explícalo.
- 3.- ¿Por qué murieron los extraterrestres y no los seres vivos del planeta, incluyendo a los humanos?
- 4.- ¿Consideras que puedan existir microbios en otros planetas?

Al terminar el trabajo, cada equipo expone sus respuestas.

Actividad 17. Completar cuadro de diferencias y semejanzas de los microbios.

Se reparte por equipo un cuadro de diferencias y semejanzas de los microbios para que los alumnos lo completen. Después de unos minutos se proyecta este mismo ejercicio en la pantalla del aula para completarlo de manera grupal. Los alumnos revisan lo que anotaron y escriben o modifican lo que les haga falta.

Actividad 18. Resolución del cuestionario inicial.

Se pide a los alumnos que contesten individualmente el cuestionario que se les aplicó en la primera sesión.

Actividad 19. Comparación de ideas.

Se pegan en el salón las láminas elaboradas por los alumnos en la primera sesión, así como sus otras producciones. Se les pide que las revisen atentamente y que por equipo vuelvan a comentar las respuestas con la finalidad de explicar al resto del grupo si opinan que éstas siguen siendo las mismas o si han sufrido alguna modificación.

Se pide a los alumnos recordar los compromisos establecidos al inicio de las sesiones y reflexionar sobre el cumplimiento de éstos. Finalmente se solicitan todos los comentarios que tengan sobre el trabajo realizado, dudas y sugerencias.

4.2 Aplicación de la estrategia

La estrategia didáctica se aplicó durante los meses de octubre y noviembre de 2006 en un grupo de 31 alumnos de quinto grado, turno matutino, de una escuela primaria pública ubicada en la Delegación Iztapalapa. Las dos primeras sesiones se aplicaron con una semana de diferencia, las sesiones tres y cuatro se aplicaron en la misma semana, con un intervalo de tres días.

4.3 Evaluación del aprendizaje

El aprendizaje logrado por los alumnos en esta estrategia didáctica se evalúa en dos tiempos, el primero de ellos durante la aplicación y el segundo después de varios meses. Asimismo, la evaluación de los alumnos se realiza de dos formas: por medio de los registros escritos que existen de ellos y a través de sus expresiones orales. En esta tesis damos cuenta de los resultados obtenidos a partir de las producciones escritas, principalmente el cuestionario y la tabla de características. Las evaluaciones entre los alumnos y entre la maestra y los alumnos se realizaron a lo largo de las cuatro sesiones.

En el capítulo cuatro se da cuenta de los resultados obtenidos en el cuestionario y la tabla antes y después de la aplicación de la estrategia. Las láminas de la primera y última sesiones son un punto de referencia para evaluar si existió o no transformación en las ideas de los alumnos y se comentan en el capítulo cuatro. Los ejercicios que se repartieron durante las sesiones fueron evaluados por los mismos alumnos al terminar de realizarlos.

La evaluación del aprendizaje de los niños durante esta estrategia en un segundo momento se realiza después de varios meses de su aplicación, mediante tres cuestionamientos escritos que se les presentan en una visita posterior y un pequeño cuestionario de cuatro preguntas de opción

múltiple (Ver anexo I). Los resultados se detallan en el capítulo cuatro. Esto evalúa, a su vez, la efectividad de la estrategia didáctica y el proyecto de intervención en términos de logros en el aprendizaje. El capítulo 6 da cuenta de una evaluación del proyecto en otro aspecto que tiene que ver con mejorar el “clima de la clase”²¹, tanto en la enseñanza como en el aprendizaje.

4.4 Determinación de las categorías de análisis

Al preguntar a un niño ¿qué es un microbio? la variedad de respuestas es amplia. Hay quienes intentan hacer definiciones: “*son pequeños seres*”, otros no dan respuesta al qué y mencionan características o sus acciones: “*son muy pequeños y no se pueden ver*”, “*es algo que enferma*”. En otros casos en sus respuestas dan ejemplos que usan como sinónimos: “*son como bacterias*”, o refieren algunos lugares donde se pueden encontrar: “*es lo que está en lugares sucios*”. Es por eso que no resulta sencillo clasificarlas pues los criterios para hacerlo también podrían ser diversos.

De acuerdo a las escasas ideas previas reportadas en la literatura y a lo que contestan los niños en las escuelas, las respuestas se pueden incluir en diferentes categorías que responden a tres cuestionamientos que se vinculan estrechamente:

- 1.- ¿Qué son los microbios?
- 2.- ¿Dónde se localiza a los microbios?
- 3.- ¿Qué es lo que hacen los microbios?

A partir de estas preguntas se organizan las respuestas de los niños en las categorías que se presentan como parte de los resultados de la estrategia en el siguiente capítulo.

²¹ Al que consideramos en este trabajo como el conjunto de posibilidades existentes para que alumnos y maestros manifiesten, intercambien y transformen diversas ideas de ámbitos cognitivos y afectivos con libertad.

CAPÍTULO 5

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica a mediano y corto plazo. Se hace un análisis sobre la forma en que los alumnos comprenden el tema y sobre la promoción del aprendizaje a través de la transformación de sus ideas.

5.1 Resultados a corto plazo.

Dan cuenta del estado de las ideas de los alumnos antes de aplicar la estrategia didáctica y de los logros obtenidos en el aprendizaje inmediatamente después de que se aplica. Los instrumentos utilizados fueron un cuestionario de cinco preguntas abiertas y una tabla de características.

5.1.1 Resultados del cuestionario antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica.

Las preguntas del cuestionario tuvieron la intención de identificar las ideas de los alumnos sobre microbios con relación a lo que son, dónde se localizan y qué hacen, como se detalla a continuación.

4.1.1.1 ¿Qué son los microbios?

Se pretende indagar, de manera general, cómo es que los alumnos definen a los microbios. Específicamente, y sólo en esta pregunta, se busca la respuesta del alumno para cada una de las tres categorías que refieren con mayor frecuencia en sus respuestas. Algunos ejemplos de lo que los niños contestan cuando se les pregunta qué son los microbios son las siguientes:

“Animales que no se ven”

“Bacterias que pueden causar mucho daño”

“Unas cosas chiquitas que te pueden enfermar”

“Es cuando alguien se enferma”

“Basuras muy pequeñas que habitan en las personas”

“Bichos microscópicos”

“Animalitos del agua sucia que infectan la salud”

Al observar lo que los niños contestan y tomando en consideración las ideas previas, en cada respuesta es posible que se encuentren una, dos o hasta las tres categorías que se presentan en la tabla 1. Como se mencionó en el capítulo 4, las categorías se establecen de acuerdo a los resultados de las diferentes investigaciones que reportan las ideas previas de los alumnos (ver sección 1.3.3), y a las ideas que los niños refirieron durante la aplicación de la estrategia didáctica.

Pregunta 1			% de respuestas	
¿Qué son los microbios?			Pre-test	Pos-test
Categoría	No.	Subcategoría	n=31	n=31
Utilización de la palabra microbio	1	Como cualquier agente que produce enfermedad o daño	54.8	0.0
	2	Además de enfermedad producen algún beneficio	0.0	16.1
	3	No refiere enfermedad	45.1	83.8
Diferenciación	4	Se refieren como individuos de una sola especie	87	32.2
	5	Se identifican o diferencian microbios específicos	12.9	67.7
Consideración de vida	6	Con vida	41.9	70.9
	7	Sin vida	9.6	0.0
	8	No se sabe	48.3	29

Tabla 1. ¿Qué son los microbios?

Encontramos que son muchos los niños que antes de la aplicación de la estrategia no refieren la palabra enfermedad en sus respuestas cuando se les pregunta lo que son los microbios. Dentro de los que sí incluyen este aspecto se encuentra poco más de la mitad del grupo (54.8%).

Es un dato relevante que después de la aplicación de la estrategia, para esta categoría, ningún alumno refiera a los microbios únicamente como agentes que producen enfermedad o daño. Aparece una nueva subcategoría, en donde pocos alumnos (16.1%) refieren que, además de daño, los microbios producen un beneficio. El resto de los alumnos no mencionan la palabra enfermedad. Estos datos resultan ser relevantes ya que uno de los propósitos de la estrategia fue que los alumnos identificaran tanto acciones benéficas como perjudiciales. También se observa que la mayor parte de los alumnos (83.8%) abandonan esta categoría, ya que en sus respuestas,

las concepciones que tienen sobre los microbios ya no se relacionan directamente con la forma en la que utilizan la palabra.

La categoría “diferenciación” se relaciona con la capacidad de los alumnos para reconocer a los microbios como elementos de un mismo tipo o de distintos tipos; es decir, reconocer la existencia de microbios diferentes. Este aspecto es importante para relacionar a los microbios con enfermedades y otras acciones específicas; aportación histórica relevante de Roberto Koch que benefició enormemente a la humanidad.

Al principio de la estrategia el 87% se refiere a los microbios como individuos de una sola especie; al final de ésta solo lo refieren el 32.2% ya que el resto identifica o diferencia microbios específicos.

Es difícil, para el caso de la tercera categoría: “Consideración de vida”, sobre todo porque se analiza a partir de una inferencia, definir si los alumnos en sus respuestas otorgan o no características de vida a los microbios. Por ejemplo, al decir que los microbios “son animales” inferimos en este trabajo que ellos consideran que tienen vida, pero no es tan claro cuando dicen que los microbios “son bacterias” porque antes de la estrategia no sabemos si las consideran vivas, y aún después de ésta es posible que no las sigan considerando como vivas, aunque podemos pensar que es más alta la posibilidad de que así sea. Por esta razón, para considerar en las respuestas de los niños “con vida” a los microbios, fue necesario que éstas incluyeran la mención de alguna función de los seres vivos, como la reproducción; la consideración de microbios como células o animales, o el decir textualmente que son seres vivos.

Antes de la estrategia 9.6% de los alumnos no consideraban que los microbios tuvieran vida. Después de la estrategia ningún alumno manifestó este dato y la mayoría de ellos 70.9% consideran en sus respuestas que los microbios tienen vida.

Después de la aplicación de la estrategia didáctica, algunas respuestas de los alumnos al preguntarles qué son los microbios fueron las siguientes:

“Bacterias que están compuestas de una sola célula”

“Seres pequeñitos que no se pueden ver a simple vista”

“Organismos unicelulares que viven en nuestro cuerpo”

“Organismos unicelulares, muy chiquitos, que enferman y ayudan”

Como se ha dicho, en la estrategia didáctica se mencionan principalmente microbios de una sola célula, así que fue necesario preguntar a los alumnos lo que entendían por organismos unicelulares. Los resultados se muestran a continuación:

Pregunta 4		% de respuestas	
¿Qué son los organismos unicelulares?		Pre-test	Pos-test
No.	Categoría	n=31	n=31
1	Seres vivos	16.1	38.7
2	Seres de una célula	3.2	25.8
3	Células	3.2	12.9
4	Microbios	35.4	12.9
5	Animales	25.8	9.6
6	Cosas pequeñas	12.9	0.0
7	No se sabe	3.2	0.0
		Total=99.8	Total=99.9

Tabla 2. ¿Qué son los organismos unicelulares?

Antes de la estrategia didáctica el dato más significativo reportó que el 35.4% de los alumnos consideró que eran microbios y después de éste, el 25.8% contestó que eran animales. Los datos menos significativos se registraron para las categorías seres de una célula y células con 3.2%. El 12.89% de los alumnos mencionó que eran cosas pequeñas.

Después de la aplicación ningún alumno menciona que los organismos unicelulares sean cosas pequeñas. Los porcentajes más altos son para las categorías seres vivos 38.7% y seres de una célula 25.8%, con lo que podemos decir que esta estrategia didáctica consigue que más alumnos consideren a los microbios como seres vivos. Sin embargo, el 9.6% de los alumnos persiste con su idea, fuertemente arraigada, de que son animales.

Para indagar más específicamente sobre la consideración o no de vida que otorgan a los organismos unicelulares fue necesario pedir a los alumnos una argumentación, como se puede ver en las evidencias registradas en los instrumentos del anexo 2. Los resultados fueron los siguientes:

Pregunta 5			% de respuestas	
¿Los organismos unicelulares son seres vivos? ¿Por qué?			Pre-test	Pos-test
Categoría	No.	Subcategoría	n=37	n=40
Sí porque	1	Se mueven	24.3	32.5
	2	Realizan funciones vitales	5.4	42.5
	3	Son animales	10.8	5
	4	Son microbios	8.1	7.5
	5	Tienen vida	18.9	12.5
	6	Piensan y actúan por sí mismos	2.7	0.0
No porque	7	No se pueden ver a simple vista	13.5	0.0
	8	Son pequeños, tienen una sola célula	2.7	0.0
	9	No son como los humanos	5.4	0.0
	10	Son peligrosos, dañan.	8.1	0.0
			Total=99.9	Total=100

Tabla 3. ¿Los organismos unicelulares son seres vivos? ¿Por qué?

Antes de la estrategia didáctica hay alumnos que consideran que no son seres vivos, después de ésta todos los alumnos opinan que sí lo son. Como se puede ver en la tabla, el tamaño influye en su percepción.

El mayor porcentaje es de 24.3% en niños que antes de la aplicación de la estrategia opinan que los organismos unicelulares están vivos porque se mueven, atributo más generalizado en los alumnos. El 18.9% no argumenta y simplemente dicen que están vivos porque tienen vida. Después de la estrategia este último porcentaje disminuye y el porcentaje más alto (42.5%) se encuentra entre los que opinan que están vivos porque realizan funciones vitales y (aumentando la frecuencia inicial), en los que opinan que están vivos porque se mueven (32.5%).

En algunas de las respuestas de los niños se advierte que tienen la idea de localizar a los microbios en ciertos lugares, aspecto que se relaciona directamente con las acciones que desempeñan, como se verá en los siguientes apartados.

5.1.1.2 ¿Dónde se localiza a los microbios?

Del rescate de ideas previas reportadas en la literatura y de las ideas de los niños de la escuela primaria que trabajaron con la estrategia didáctica, se encuentra que mencionan con frecuencia que los microbios se localizan en lugares sucios. Son pocos los casos donde se menciona a los alimentos o al cuerpo humano como ubicación de estos seres.

Cabe señalar que los niños del grupo con el que se trabajó recibieron una sola clase previa sobre los microbios, por parte de su maestra titular (que consistió en leer y subrayar su libro), una semana antes de la aplicación de la estrategia.

Los resultados que se obtuvieron sobre la localización de los microbios se presentan a continuación:

Pregunta 2			% de respuestas	
¿Dónde se localiza a los microbios?			Pre-test	Pos-test
Categoría	No.	Subcategoría	n=47	n=54
En el ambiente	1	Aire, agua, suelo	34	27.7
	2	Alimentos	4.2	3.7
	3	Lugares sucios	19.1	0.0
En el cuerpo	4	Dentro	2.1	20.3
	5	Como agente externo	12.7	9.2
	6	No especifica	19.1	9.2
En todas partes	7	Dentro y fuera del cuerpo	2.1	12.9
	8	No especifica.	6.3	16.6
			Total= 99.6	Total=99.6

Tabla 4. ¿Dónde se localiza a los microbios?

Antes de la estrategia didáctica el porcentaje más alto es de 34% en alumnos que opinan que se encuentran en el ambiente (en el aire, en el agua y en el suelo), sólo el 2.1% considera que los microbios pueden encontrarse de manera natural en el cuerpo.

Después de la estrategia didáctica el porcentaje más alto es de 27.7% de alumnos que siguen opinando que los microbios se localizan en el ambiente, principalmente en el aire, en el agua y en el suelo; sin embargo, ya ningún alumno opina que los microbios se localizan sólo en lugares sucios. Aumenta el porcentaje de alumnos (20.3%) que considera que los microbios se pueden encontrar de manera natural en el cuerpo y aquellos que opinan que en todas partes (29.5%). ¿Qué es lo que los microbios hacen en estos lugares? Las respuestas son diversas y se presentan en el siguiente apartado.

5.1.1.3 ¿Qué es lo que hacen los microbios?

Los niños tienen muchas ideas sobre lo que los microbios pueden hacer, desde aquellas que incluyen alguna intención por su parte: “*pican porque son malos*”, hasta las que pueden hacer “sin querer”: “*echan a perder porque simplemente llegaron ahí*”, como lo demuestran los estudios de Nagy (1953) y Díaz, et al., (1996), revisados en el capítulo 1. Los resultados sobre las ideas que tienen los niños sobre lo que hacen los microbios se muestran en la tabla 5.

Antes de la estrategia didáctica el porcentaje más alto (63.1%) es para la categoría “En el cuerpo”; los microbios perjudican o enferman. La segunda categoría más frecuente fue “Como elementos de cambio descomponen” de manera perjudicial ya que contaminan (13.1%). Después de la estrategia didáctica aumentaron los porcentajes en cada una de las categorías que se refieren a acciones benéficas de los microbios. Por ejemplo, con relación al cuerpo 45% opinan que los microbios además de enfermar benefician, curan o protegen. En la categoría “En los alimentos” el 22.5% opinan que benefician, transforman; en la categoría que se refiere a los microbios como elementos de cambio el 12.5% opina que benefician, reintegran.

Pregunta 3			% de respuestas	
¿Qué es lo que hacen los microbios?			Pre-test	Pos-test
Categoría	No.	Subcategoría	n=38	n=40
En el cuerpo	1	Perjudican: enferman	63.1	7.5
	2	También benefician, curan o protegen	5.2	45
En los alimentos	3	Perjudican: pudren, echan a perder	2.6	0.0
	4	Benefician: transforman	0.0	22.5
Como elementos de cambio “descomponen”	5	Perjudican: contaminan	13.1	0.0
	6	Benefician: reintegran o reciclan	5.2	12.5
Se comportan como seres vivos	7	Pican, caminan o corren	10.5	0.0
	8	Realizan funciones vitales	0.0	12.5
			Total=99.7	Total=100

Tabla 5. ¿Qué es lo que hacen los microbios?

En la categoría “Se comportan como seres vivos” el 12.5% de alumnos opina que realizan funciones vitales, a diferencia del inicio de la estrategia en donde existían alumnos en esta categoría que opinaban que los microbios pican o caminan (10.5%).

5.1.2 Resultados de la tabla de características de los microbios antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica.

Característica		Frecuencia de respuestas. N=31					
		Si		No		No sé	
		Pre-test	Pos-test	Pre-test	Pos-test	Pre-test	Pos-test
1	Están vivos	31	31				
2	Respiran	14	28	9	1	8	2
3	Producen desechos	19	24	5	6	7	1
4	Se alimentan	22	26	5	4	4	1
5	Crecen	16	21	12	9	3	1
6	Se reproducen	22	29	4	2	5	
7	Se mueven por sí mismos	16	24	7	6	8	1
8	Se pueden ver a simple vista	6	2	24	29	1	
9	Algunos son unicelulares	22	27	3	2	6	2
10	Están en el aire	18	24	9	5	4	2
11	Están en el agua	15	26	13	4	3	1
12	Están en el suelo	24	31	5		2	
13	De manera natural algunos están dentro del cuerpo	25	29	3	1	3	1
14	Algunos transforman alimentos	5	26	21	4	5	1
15	Algunos enferman	26	27	3	2	2	2
16	Algunos son importantes para el ambiente	13	26	11	3	7	2

Tabla 6. Características de los microbios.

Con esta tabla se buscó conocer algunas de las características específicas de los microbios que eran reconocidas por los niños. Se encontró que existe cierta congruencia entre los resultados de la tabla de características y los del cuestionario.

Se advierte que después de la estrategia aumenta el número de alumnos que relaciona a los microbios con las características de la tabla. En algunos casos se duplica la frecuencia de la característica, como en la respiración; en otros el aumento es de un solo alumno, como en el caso de “Algunos enferman”, pero en todas las características se aprecian incrementos.

5.1.2.1 ¿Qué son los microbios?

Nos interesa saber si los alumnos los consideran seres vivos, así que en este apartado tomamos en cuenta la característica número 1. El tamaño se relaciona estrechamente con la palabra microbio, por lo que también consideramos las características 8 y 9.

El tema de “lo vivo” fue muy controversial durante el trabajo realizado con los niños. Surgieron muchas ideas que fue necesario comentar para reflexionar después el caso de los microbios como seres vivos.

Todos los niños opinan que los microbios están vivos, aunque después algunos digan que no respiran, incluso que no se alimentan; más aun cuando en el cuestionario algunos han dicho que los microbios no son seres vivos. No advierten su presencia en el mundo macroscópico, como se muestra en las siguientes ideas de los niños -cuyo origen se comenta en el capítulo 4-, comentadas después de ver una tortilla enmohecida:

Miguel Ángel: *“La lama es humedad”*

Ricardo: *“La lama son pelos en la tortilla cuando ya está muy pasada.”*

La idea de vida microbiana no parece ser la misma que la de vida de seres macroscópicos más próximos a los alumnos. Algo está vivo si es comparado con ellos mismos y tiene que ver con aspectos físicos, como el caso de **Diana:** *“Los árboles se parecen a nosotros porque van creciendo de una rama y nosotros vamos creciendo, creciendo...; y cuando nosotros morimos los árboles se van secando, se quedan sin hojas”*. La niña hace una analogía considerando el crecimiento dentro del ciclo de vida; sin embargo, “quedarse sin hojas” es para ella una señal de muerte que tiene que ver con el aspecto físico, externo del árbol, los procesos químicos que se realicen internamente a nivel celular y que puedan hacer que le vuelvan a salir hojas no son mencionados, probablemente, porque “no se ven”.

Otro caso es el de **Paola:** *“Las plantas no están vivas porque ¿por dónde respiran?”*. Al parecer sólo respiran aquellos seres que tienen nariz y contacto con el aire, como lo ejemplifica la idea de **Maribel:** *“Los pescados no respiran”*. En estos casos la respiración no es para los alumnos un proceso que se realiza a nivel celular, y aunque algunos alumnos durante la clase mencionan que los peces respiran por sus branquias, para otros resulta complicado pensar qué es lo que respiran en el agua.

Si esto sucede con seres vivos que los alumnos pueden ver a simple vista es comprensible que para el caso de los microbios la respiración no sea un tema lo suficientemente claro.

No siempre las analogías son convenientes, en algunos casos en vez de promover el aprendizaje lo obstaculizan o dificultan, como en el siguiente ejemplo:

Ernesto: *“Las plantas sí tienen cerebro, porque todo ser vivo necesita cerebro para crecer y madurar”.*

Antes de la estrategia no se vincula la idea de “lo vivo” en los microbios con las funciones vitales, sino más bien con la idea de “lo no vivo”, como en el caso de **Jorge:** *“Los microbios son vivos porque no son como una roca”.* Es posible que la diferencia se encuentre en lo que puede hacer o no una roca y lo que puede hacer un microbio (enfermar, como acción más conocida). En otros casos el que sean vivos “porque tienen vida” es razón suficiente para los alumnos.

El tema de “lo vivo” se vincula con lo que se considera como “animal”. Muchos niños creen que los microbios son animales. Si bien es cierto que algunos de los minianimales (que son pluricelulares) pueden ser considerados como microbios, existen también organismos unicelulares que no pertenecen al reino animal, por lo que resulta conveniente considerar algunas diferencias.

Durante la estrategia didáctica encontramos algunas ideas que ya han referido en sus investigaciones Bell y Barrer (1982), tal es el caso de **Diana:** *“Hay una gran diferencia entre los microbios y los animales porque los animales son grandes y los microbios sólo se pueden ver en un microscopio”.* A pesar de esta diferencia que tiene que ver con el tamaño (aun sin tomar en cuenta a los minianimales) y de que se consigue que más alumnos consideren a los microbios como organismos unicelulares, al final de la estrategia todavía hay alumnos que en sus respuestas mencionan que los organismos unicelulares son animales.

Los alumnos consideran que los microbios son animales porque se mueven, tal como lo pensó el mismo Leeuwenhoek, aún cuando el concepto de animal es tan limitado para ellos como se ha mencionado en otras investigaciones y en el ejemplo de **Diana:** *“No somos animales porque no tenemos alas como los pájaros”.*

El movimiento es un atributo muy fuerte que otorgan los alumnos a los seres vivos y persiste después de la estrategia didáctica, aun cuando se encuentran ideas limitadas del movimiento como la de **Raymundo:** *“Hay especies que no se mueven, pero que están vivas como los*

árboles”. Lo cierto es que los mismos libros lo dicen y no se hace una distinción entre movimiento y desplazamiento.

5.2.2 ¿Dónde se localiza a los microbios?

Otro aspecto importante es la localización de los microbios. Las características 10, 11, 12 y 13 se toman en cuenta en este apartado. Después de la aplicación de la estrategia didáctica todos los alumnos opinan que los microbios pueden estar en el suelo, pero no así en el agua (5 niños) o en el aire (7 niños). En otras investigaciones (Nagy 1953, Simonneaux 2000, Brumby 1985, Prout 1985 y Díaz, et al., 1996) ya se han reportado ideas previas como la de **Marlene**: “*Los microbios se encuentran en las cosas que están sucias*”. Es posible que todos los alumnos opinen que hay microbios en el suelo (o tierra) porque es muy común pensar que son lugares sucios. En la investigación de Díaz (1996), los alumnos refieren que sólo se descomponen alimentos en el suelo porque es allí donde se encuentran los microbios descomponedores.

Uno de los aspectos que se identificó después de la aplicación de la estrategia didáctica en cuanto a la localización de los microbios en el agua se relaciona con la idea de “limpio-sucio” y no así con la idea de “estéril” o calidad del agua de acuerdo al número de patógenos que pueda contener (agua potable, agua pura, y otras), como lo ejemplifica la idea de **Ángel**: “*Los microbios no están en el agua porque el agua nos lava las manos*”.

En cuanto al aire, puede ser que la idea de limpio-sucio se extienda, y algunos alumnos después de la estrategia no consideren que los microbios se encuentren en el aire porque eso es lo que nosotros respiramos. En opinión de Brayan: “*Los microbios se suben arriba de la comida y absorben*”, no menciona que “caigan” en la comida. Paola dice: “*Los microbios se suben al cuerpo y se pegan en la piel*”. Es probable que los niños piensen que en el aire no hay microbios a menos que alguien tosa o estornude, porque en el lenguaje cotidiano ante estas acciones solemos pedir que las personas se tapen la boca para contener a los microbios que pueden arrojar. No se sabe si los alumnos (porque ninguno lo manifestó) piensan que los microbios viajan con el aire, que no sólo se compone de oxígeno; pueden estar en las paredes o cualquier objeto y ser removidos al momento que alguien sacude o provoca la más mínima corriente de aire. Esto se relaciona con el estudio de Díaz, quien opina que, cuando se trata el tema de *contaminación*, es destacable la ausencia muy generalizada de alusiones a la contaminación biológica, no existiendo en cambio este vacío por lo que respecta a la contaminación química o física.

Otra ubicación de los microbios tiene que ver con el cuerpo humano. Después de la estrategia didáctica, se observa en la tabla que 2 alumnos no consideran que algunos microbios de manera natural puedan estar dentro del cuerpo; sin embargo, en otros se encontraron ideas como las siguientes:

Everaldo: *“Los microbios también se encuentran en las muestras de sangre de humanos y animales”*. Al preguntar a este alumno se advirtió que se refería a los linfocitos y eritrocitos. Sin embargo, en otros alumnos se advierte la presencia de microbios como agentes externos dentro del cuerpo, que provocan enfermedades, como es el caso de **Gustavo:** *“Las personas que tienen SIDA y cáncer tienen microbios en la sangre”*. Además en esta idea se advierte que todas las enfermedades se atribuyen a los microbios, como lo reporta Prout (1985). No hay una distinción entre las enfermedades provocadas por microbios y las que tienen otro origen, como es el caso de la anemia, la hemofilia o el cáncer.

La idea de localización de los microbios se puede extender en algunos alumnos como **Everaldo**, que al pensar en seres extraterrestres opino que: *“...en su planeta no puede haber microbios y sí puede haber microbios, pueden ser diferentes a los microbios de aquí”*

5.1.2.3 ¿Qué es lo que hacen los microbios?

Como se ha mencionado, los niños tienen muchas ideas al respecto. De acuerdo a la tabla, en este apartado consideramos las características 2, 3, 4,5 y 6 que se refieren a funciones vitales. La característica 7 al movimiento; las características 13, 14,15 y 16 tienen que ver con las relaciones que los microbios establecen con el medio y que se pueden percibir en el mundo macroscópico.

Muchos, desde antes de la estrategia consideran como características de los microbios algunas funciones vitales, aun cuando en la pregunta del cuestionario es muy bajo el porcentaje de niños que lo manifiesta en sus respuestas. Les otorgan intencionalidad y características antropomórficas, como se revisó en las ideas previas de la literatura y se advierte ahora en el ejemplo de **Caro:** *“Los microbios buscan su alimento, caminan y algunas veces hacen daño”*.

Después de la aplicación de la estrategia hay niños que no vinculan las funciones vitales con su idea de “lo vivo”, de “vida” o “vivir”. Aunque opinan que los microbios están vivos no consideran que respiran (3 alumnos), excretan (7), se alimentan (5), crecen (10) o se reproducen (2). No

lograron relacionar con su idea que todo ser vivo, grande o pequeño, microscópico o macroscópico, además de moverse comparte hasta el momento la capacidad de realizar las funciones vitales.

Otros alumnos buscan la manera en que los microbios llevan a cabo sus funciones en la reflexión que hacen de sí mismos, como en los siguientes ejemplos:

Josué: *“Los microbios son como nosotros porque realizan funciones vitales”*

Diana: *“Los microbios tienen sus partecitas por donde eliminan desechos”*

Por otro lado, a pesar de que resulta complicado pensar cómo es que un organismo unicelular puede llevar a cabo sus funciones vitales, se encontraron en los niños ideas como las siguientes:

Miguel Ángel: *“Los microbios comen por la piel, se pegan a la comida y la van absorbiendo”*

Mitzi: *“El aire se mete por hoyitos que tienen las bacterias en su piel”*

Raymundo: *“Creo que la bacteria tiene unos tipo poros y por ahí puede respirar”*

Con respecto a la forma en que los microbios se relacionan con el medio se identifica que, antes de la estrategia, las frecuencias más bajas se aprecian en las características “algunos transforman alimentos” y “algunos son importantes para el ambiente”. Después de la estrategia estas cifras aumentaron considerablemente ya que se consiguió que 21 niños más opinaran que algunos microbios transforman alimentos y el doble de los alumnos de un principio, que son importantes para el ambiente. Una de las ideas lo ejemplifica:

Carmen: *“Los microbios son como vitaminas para las plantas porque las ayudan a crecer”.*

Otras ideas, como la de **Carlos**, se relacionan con el clima: *“Adentro del refrigerador, como está frío, no se reproducen los microbios”.* A pesar de que se toma en cuenta la temperatura, la humedad y el tiempo no se consideran factores que intervengan en la reproducción.

Las relaciones que los microbios establecen con el cuerpo humano no difieren mucho en la tabla antes y después de la aplicación de la estrategia. Algunas ideas que manifestaron los niños al respecto son las siguientes:

Patricia: *“Hay microbios sucios y microbios limpios”*

Ernesto: *“Sólo cuando se acumulan muchos microbios hay enfermedad”*

Paola: *“Los microbios se multiplican y eliminando sustancias venenosas para el cuerpo, y por eso nos enferman”*

Ana: *“Los microbios chupan el diente hasta que queda picado”*

5.2 Resultados a mediano plazo.

Luego de la aplicación de la estrategia se acudió nuevamente al grupo, después de 4 meses, para aplicar un instrumento que evaluara el aprendizaje de los alumnos a mediano plazo y las bondades de la propia estrategia. Se diseñaron dos cuestionarios, uno de preguntas abiertas y otro de opción múltiple (Ver anexo 1).

Con el cuestionario de preguntas abiertas, se buscó en el primer planteamiento que los alumnos argumentaran su definición de microbios como seres vivos utilizando preferentemente las funciones vitales, dejando a un lado argumentos más débiles como el movimiento. La mayoría de ellos argumentó que los microbios son seres vivos porque realizan funciones, como se puede ver en la siguiente tabla:

Argumento del alumno	Frecuencia n= 31
Sin argumento	3
Porque se mueven	6
Porque realizan alguna o varias funciones vitales.	22

Tabla 7. Por qué se considera a los microbios como seres vivos.

En el planteamiento 2 se buscó encontrar en las respuestas de los alumnos, la idea de que los microbios pueden localizarse en cualquier parte y que sería imposible no entablar contacto alguno

con ellos. Casi todos argumentaron la presencia de estos organismos. Los resultados se muestran a continuación:

Argumento del alumno	Frecuencia n=31
Sin argumento	5
Porque los microbios están en las manos	1
Porque los microbios están en el aire	6
Porque los microbios están dentro del cuerpo	2
Porque los microbios están en todas partes	17

Tabla 8. Por qué sería imposible evitar contacto con los microbios.

El último planteamiento pretende indagar el conocimiento que los alumnos tienen sobre las acciones de los microbios. Se esperaba encontrar en sus respuestas que no sólo se mencionaran las acciones perjudiciales. Luego de la aplicación del cuestionario se advirtió que en la mayoría de las respuestas se inclinaron por las acciones benéficas.

Respuesta del alumno	Frecuencia n=31
Enferman	3
Medicamentos o vacunas	2
Contaminan, echan a perder	2
Transforman alimentos	9
Participan en la digestión	6
Ensucian	1
Reintegran nutrientes a la tierra	5
Producen caries	1
Ayudan al crecimiento de las plantas	2

Tabla 9. Qué hacen los microbios

Con las preguntas de opción múltiple se buscó identificar las tendencias que tienen los alumnos sobre ciertas ideas de los microbios: qué son, dónde están, qué hacen y diferencias entre ellos. Este cuestionario se construyó con base en lo que reporta la literatura sobre el tema, y la experiencia de las clases en que se trabajó la estrategia didáctica.

Primeramente se pidió a los alumnos elegir la opción más acertada sobre lo que, a su consideración, son los microbios. Estas fueron las respuestas:

1.- Lo que son para ti los “microbios”	Frecuencia n=31
a) Cosas que se encuentran en el polvo y en lugares sucios	0
b) Organismos microscópicos	13
c) Animalitos muy pequeños.	5
d) Los causantes de las enfermedades	2
e) Seres vivos	11

Tabla 10. Qué son los microbios

En la pregunta dos, que se refiere a la localización de los microbios, se espera que la mayoría de los alumnos no elijan solo respuestas que se relacionen con suciedad, detrimento o contaminación. Después de aplicar el cuestionario se encontró que se inclinaron más por ejemplos donde los microbios se localizan de manera natural sin que esto implique deterioro o enfermedad.

2.- Los microbios pueden encontrarse en diferentes lugares, como por ejemplo:	Frecuencia n=31
a) En el aire que se respira	8
b) Dentro del cuerpo humano sólo cuando hay enfermedad	1
c) En sanatorios y hospitales, lugares sucios.	0
d) En los alimentos echados a perder	2
e) En el agua de la llave	0
f) En la flora intestinal de manera natural	1
g) En alimentos como el yogur	4
h) En la piel	0
i) En el suelo	7
j) En todas partes	8

Tabla 11. Localización de los microbios.

En la pregunta tres se pretende indagar sobre las tendencias que tienen los alumnos al elegir acciones benéficas o perjudiciales de los microbios. En el capítulo 4 se mencionó, como uno de los propósitos de la estrategia, reconocer la importancia de los microbios y las interacciones que realizan, mediante la reflexión histórica y cotidiana de sus acciones benéficas y perjudiciales. Por lo que se espera que prefieran, como alternativas contrarias a la acción más difundida por los medios de comunicación, acciones benéficas de los microbios.

3.- Las actividades de los microbios consisten en:	Frecuencia n=31
a) Defender al organismo de microbios patógenos	0
b) Provocar enfermedades	4
c) Participar en la transformación de los alimentos	9
d) Contaminar el ambiente	1
e) Elaborar antibióticos como la penicilina	3
f) Echar a perder los alimentos	1
g) Ayudar al crecimiento de las plantas	2
h) Descomponer o desintegrar organismos muertos	3
i) Relacionarse con otros seres vivos	5
j) Participar en la digestión	3

Tabla 12. Acciones de los microbios

La intención de la pregunta cuatro fue indagar si los alumnos podían diferenciar entre los distintos tipos de microbios, entendiendo el concepto desde el punto de vista científico y no cotidiano. Se encontró que, en la mayoría de las respuestas, queda claro que los virus no son microbios y que no todos los microbios son iguales. Los resultados se muestran en la tabla 13.

4.- Es una afirmación verdadera de los microbios:	Frecuencia n=31
a) Todos los microbios son iguales	1
b) Virus y bacterias son lo mismo	1
c) Las bacterias son seres vivos	27
d) Virus y hongos no están vivos	2

Tabla 13. Diferenciación entre microbios.

4.3 Resultados de la estrategia didáctica.

La efectividad de la estrategia en función del cumplimiento de los propósitos establecidos desde su diseño reporta lo siguiente:

Se identificaron ideas previas sobre microbios que fueron tratadas con la finalidad de que pudieran acercarse más a las concepciones de la ciencia escolar. Como lo arrojan los datos de los instrumentos de evaluación, la mayoría de los niños transformó estas ideas. Aunque la relación seres vivos-funciones vitales no resulta clara en todos los casos, se consiguió que la idea de microbios como seres no vivos dejara de manifestarse. Se logró que entre los argumentos de vida microscópica se incluyeran las funciones vitales y se identificara que los organismos unicelulares, constituidos por una sola célula, forman parte de este micro mundo.

El uso que se da a la palabra microbio en el ámbito cotidiano y científico es distinto y los alumnos lograron explicar la diferencia en todos los casos en que se les pidió un argumento, sobre todo con el uso de la palabra “virus”. También lograron identificar algunas diferencias entre los distintos tipos de microbios que se trabajaron en esta estrategia.

Al parecer, se reconoce que los microbios son importantes puesto que se identifican diversas acciones benéficas que realizan. Los alumnos ya no mencionan únicamente que los microbios enferman, contaminan y perjudican; reconocen los aspectos de daño y deterioro pero también su participación en la transformación de algunos alimentos, en el cuidado y preservación de la salud como parte de la flora normal del cuerpo o la elaboración de algunos medicamentos.

La evaluación aplicada a mediano plazo confirma lo anterior. Sin embargo, ciertas debilidades de la estrategia deben comentarse para que en el futuro se conviertan en fortalezas.

No todos los niños transformaron sus ideas de la manera que se esperaba. Al final de la estrategia no hay uno que mencione que los microbios no son seres vivos, sin embargo, en algunos casos, su idea de “ser vivo” desprovista de funciones vitales o parcialmente reconocidas nos hace pensar en qué tanto se pudo transformar la idea de “ser no vivo” a “ser vivo”. Creemos que para disminuir esta complejidad es conveniente trabajar con suficientes contraejemplos negativos “lo que no se considera vivo”. De la misma manera lo que “no se considera microbio”.

Ya que sería imposible buscar la forma de trabajar con los niños el que no utilicen al ser humano como modelo de comparación, resultaría conveniente pensar en estrategias de contrastación y de explicitación de las diferencias, ya que los atributos que ellos otorgan cuando hablan de estos temas se hacen cada vez más excluyentes conforme piensan en los propios.

Capítulo 6

CONSIDERACIONES FINALES

Creemos que si la historia de la generación espontánea, cuyo auge se remonta al siglo XVII, no termina sino hasta el siglo XIX con grandes esfuerzos por aquellos que aportaron sus conocimientos para derrocarla, y tomando en cuenta que el mismo Linneo despectivamente colocó a los microbios en una categoría de “caos”-porque pensó que no se podría saber nada de ellos-, es comprensible que los alumnos de quinto grado de este siglo que se mencionan en el trabajo no precisamente lleguen a un cambio conceptual del tema en tres semanas. Sin embargo, daremos cuenta en este capítulo de las consideraciones finales respecto a las aproximaciones que lograron para que sus ideas se parezcan más a las de la ciencia escolar, así como de otros aciertos y reflexiones que pueden ser útiles en el campo educativo.

6.1 Los microbios. Identificación y transformación de ideas previas en los alumnos de quinto grado.

El principal objetivo de este trabajo fue aportar mejoras al aprendizaje a través de un sustento teórico, que en este caso descansó en el cambio conceptual desde un enfoque constructivista, que permitió desarrollar un diseño de estrategia didáctica; es decir, se buscó incidir en la práctica educativa y con esto fue posible contar con elementos para evaluar dicha intervención. Considero que esta es la primera bondad de este trabajo y que el objetivo se cumple aún cuando no se logren todas las metas esperadas, ya que este reporte recupera experiencias de la práctica y también de los errores se aportan mejoras a la educación.

De acuerdo con lo anterior se formuló una pregunta que intentaremos responder: ¿Es posible que los alumnos de quinto grado de primaria, mediante el cambio conceptual, transformen las ideas previas que tienen sobre microbios hacia concepciones más científicas que los ubiquen como un tipo de seres vivos que se relacionan con el medio?

Si bien es cierto que no se logró del todo un cambio conceptual en los alumnos, considero que adquirieron otras herramientas que les permitirán explicar mejor ciertos fenómenos relacionados con los microbios, y que se consiguen mejores resultados a través de esta metodología que con las tradicionales.

Con este trabajo se consiguió identificar en los alumnos las ideas previas relacionadas al concepto e incluso otras que lo tocan de manera tangencial. Como lo señalan autores como Nagy (1953) y Simonneaux (2000), se advierten predominantemente aquellas que refieren a los microbios como seres dañinos generalmente con características antropomórficas cuya naturaleza de vida no se encuentra presente o es parcialmente aceptada. En esta estrategia además se identificaron y ampliaron ideas relacionadas con las funciones vitales, el tamaño a partir del número de células, la localización de los microbios en diferentes elementos del ambiente y del cuerpo humano, y sobre algunas de sus acciones.

Creemos que el tema de los microbios es importante para la comprensión de los “seres vivos” ya que lo que los define se ubica en el ámbito de lo microscópico, de manera contraria a lo que pueden pensar los niños cuando utilizan analogías con el funcionamiento de su propio cuerpo, las funciones vitales no se realizan en lo macroscópico sino a niveles celulares.

Si bien no se buscó que los alumnos comprendieran cabalmente el mundo de lo microscópico como si fueran adultos chiquitos, se esperó que pudieran aproximarse a él construyendo otras herramientas. De acuerdo con Caballer y Jiménez (1992), pensamos que es importante proveer de imágenes reales de la estructura celular de los seres vivos a los alumnos que les faciliten una elaboración mental de los modelos biológicos, y que se pueden sentar las bases para que este tipo de conceptos no se comporten como obstáculos epistemológicos ya que en etapas posteriores se facilitará su aprendizaje cuando existan ya nociones de química que ayuden a reinterpretar estos conocimientos básicos.

En la estrategia que trabajamos se consigue que más alumnos consideren a los microbios como seres vivos a partir de argumentos sustentados en las funciones vitales que realizan, y que ubiquen a los organismos unicelulares como un grupo de seres vivos que comparten esta semejanza con los seres pluricelulares y mantienen otras diferencias. Sin embargo, parece que la idea de vida de un ser microscópico es distinta a la que se tiene de un ser macroscópico. Esta idea no pudo ser superada con la estrategia ya que, en algunos alumnos, la vida microscópica se justifica sólo con la presencia de una o varias funciones vitales más no con todas.

Otro aspecto importante que se consigue con esta estrategia es que los alumnos ya no representan gráficamente a los microbios con características antropomórficas, y que durante la

estrategia, incluso lograron distinguir una fotografía real de otro tipo de representaciones microbianas.

Por otro lado, si bien en un inicio son muchos los términos que se utilizan indistintamente en el lenguaje de los alumnos para referirse a los microbios, con la estrategia se consigue que se conciba a un microbio como un ser con vida y que se diferencie a los virus de este término ubicándolos “momentáneamente” sólo como “microbios” dentro de un lenguaje cotidiano y no científico, reconociendo sus capacidades de replicación más no de reproducción. Así mismo, los alumnos logran distinguir a las bacterias, hongos y amibas como microbios con semejanzas pero también con características propias que los hacen diferentes.

Otro aspecto relevante que me parece que se logra conseguir en la mayoría de los alumnos, es el reconocimiento de la importancia de los microbios respecto a la identificación de sus acciones benéficas en los alimentos, el cuerpo humano y el ambiente de manera general. Creo que con esto se atenúa la “intencionalidad” que les otorgan, ya que después de la estrategia didáctica son vistos simplemente como otro tipo de seres vivos que interactúan con el medio y no como “microbios buenos” y “microbios malos”. Sin embargo, cabe señalar que uno de los puntos débiles de la estrategia se encuentra precisamente en lo que se refiere a las interacciones que realizan los microbios en el ambiente y que los hacen indispensables para la preservación de la vida en el planeta. Como se ha mencionado, es posible que este papel se comprenda mejor en etapas posteriores y mediante otras actividades y ejemplos que incluyan aspectos químicos para tratar la importancia de ciclos como el del carbono y nitrógeno.

6.2 La estrategia didáctica.

Diseñada con base en una de las secuencias sugeridas por Driver, esta estrategia mostró cierta efectividad –atribuyendo la parcialidad a las actividades que se diseñaron- para el caso del logro de aprendizajes en el nivel primaria. Confiamos en esta secuencia aun cuando no quedó claro en nuestra estrategia didáctica si el conflicto cognitivo efectivamente pudo existir en los alumnos de la manera esperada. Consideramos que a lo largo de la estrategia, y sobre todo por las intervenciones de los alumnos, pudieron surgir diversas confrontaciones en ellos que cumplieron esa función. Sin embargo, resultados en algunos alumnos que reinciden en ideas previas reportadas en la literatura, como el que los microbios sólo enferman o el hecho de que reconociendo el crecimiento del moho en la tortilla no se piense en reproducción, evidencian las

diversas rutas que las ideas previas pueden presentar antes de crear un conflicto cognitivo y en su resistencia al cambio.

En un gran esfuerzo por atenuar la propia formación tradicional de aprendizaje se intentó cumplir cabalmente con las actividades diseñadas con esta otra metodología y enfoque; sin embargo, la realidad de las aulas escapa y supera a toda planeación teórica que pretenda anticiparse a cualquier imprevisto. En este sentido consideramos que el tiempo fue uno de los principales factores de logro o fracaso de las actividades de la estrategia.

De acuerdo con Driver y Oldham, (1986) y Scott, et.al., (1987)²² para la puesta en práctica con éxito de secuencias de estrategias que pretendan ser constructivistas es necesario proporcionar a los alumnos tiempo suficiente para que puedan compartir, reflexionar, evaluar y reestructurar sus propias ideas; requieren más tiempo que otros enfoques de la enseñanza.

Banet y Núñez (1992), consideran que para obtener mayor rendimiento del tiempo disponible es necesaria la experiencia del profesor, la adecuada selección de actividades y la colaboración de los estudiantes. Sin embargo, y de acuerdo con ellos, existen ciertas dificultades al poner en práctica secuencias constructivistas. El adoptar este tipo de enseñanzas no significa que se resolverán todos los problemas que se plantean en el aula por lo que no se debe esperar obtener resultados demasiado espectaculares, al menos inicialmente y la razón primordial es que un nuevo enfoque requiere de un entrenamiento, tanto por parte del profesor como de los alumnos. La falta de costumbre de trabajar de esta manera puede obstaculizar el desarrollo de las sesiones de clase o el rendimiento de alguna de las actividades. Es por eso que creemos en la necesidad de trabajar con anterioridad en el grupo donde se pretenda llevar a cabo una estrategia didáctica como la que diseñamos para optimizar los logros. No es poco común encontrar en las aulas que los niños carecen de comprensión lectora, trabajo colaborativo en equipo, expresión de sus ideas y tolerancia a las de otros, además de escuchar y mantener autoestima elevada.

²² Scott, P., Dyson, t. y Gater, S. (1987). A constructivist view of learning and teaching in science. *CLIS in the classroom*. (Centre for studies in Science and Mathematics: University of Leeds), referidos en Banet, E. y Núñez, F. (1992) La digestión de los alimentos: un plan de actuación en el aula fundamentado en una secuencia constructivista del aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 139-147.

6.3 La práctica después de la planeación.

Aunque no es la finalidad del trabajo, nos parece importante reflexionar algunos aspectos que surgieron durante la práctica educativa al poner en marcha la estrategia didáctica.

Martín y Kempa (1991), opinan que uno de los puntos importantes cuando se entra en discusión sobre las ventajas y desventajas de diferentes estrategias de enseñanza es su capacidad motivadora sobre los alumnos. Si desde el punto de vista cognoscitivo es necesario tener en cuenta las ideas con que llegan a las aulas, desde un punto de vista afectivo es necesario considerar sus características motivacionales. Consideramos que una de las fortalezas de esta estrategia didáctica –que se encuentra videograbada-, radica en ciertos aspectos afectivos que se trabajaron y que resultaron factores importantes en los logros obtenidos, como por ejemplo:

- Invitar a todos los alumnos a participar del aprendizaje. Partimos del hecho de que eran igualmente importantes las ideas de cada alumno e indispensables para el trabajo a realizar.
- Propiciar el trabajo colaborativo en equipos. A través del reconocimiento de la importancia de las ideas de cada miembro, su manifestación e intercambio en un clima de respeto –que incluye aprender a escuchar a los demás- y la responsabilidad individual y colectiva en la repartición de tareas y cumplimiento de las actividades.
- Trabajar las intervenciones de los alumnos como aportaciones al aprendizaje sin clasificarlas como buenas o malas, correctas o incorrectas, sino como referentes de enriquecimiento.
- Reconocer diversas capacidades en los alumnos: intelectuales y sociales, así como dar crédito a otras ideas que se relacionan indirectamente con el tema sin salir de éste.
- Motivar para ganar, en el entendido de que todos pueden ser ganadores si logran reflexionar en sus propios aprendizajes.

En una breve entrevista²³ realizada a la maestra titular del grupo -referida en la metodología del capítulo 4-, después de aplicar la estrategia, comentó que los niños “retraídos” con ella ahora se mostraban participativos y “desenvueltos”. Mencionó que “apenas los estaba conociendo”. También llegó a mencionar en algunas ocasiones que los niños todo el tiempo tenían preguntas y hablaban de microbios y que era sorprendente verlos entusiastas e interesados por el trabajo. En

²³ Ver anexo 4

este sentido consideramos que es importante que los niños tengan dudas e inquietudes y muestren actitudes positivas hacia trabajos de este tipo.

6.4 Sugerencias de investigación.

Si bien hay quienes pueden pensar en que no es tan importante o poco apropiado hablar de microbios en el nivel primaria, resulta que el tema es ampliamente mencionado por los alumnos quienes poseen diversas ideas al respecto.

Actualmente, los microbios han adquirido gran importancia debido al impacto que representan en estudios de biotecnología e ingeniería genética como lo es la clonación y la preservación de especies, así que consideramos relevante el que los alumnos, desde temprana edad, puedan sentir satisfacción por adentrarse en el mundo microscópico.

Nuestra estrategia es un primer acercamiento que bien puede servir para que se investigue y amplíe el tema en otros ámbitos y con otros marcos, que pueden no descansar en el cambio conceptual y el conflicto cognitivo. Si bien se logró que algunos alumnos reconocieran que los microbios respiran, se alimentan, realizan funciones vitales, es importante que puedan ofrecer explicaciones que den cuenta que estas son condiciones necesarias para todos los seres vivos. Es posible que asuman que estos procesos los realiza todo ser viviente aún sin comprender el por qué. Sin embargo, en algún momento deberán dar cuenta de ello, por lo que se hace indispensable acercarles las “anteojeras”²⁴ para que puedan percatarse de las necesidades de intercambio de materia y energía que se realiza en los niveles celulares.

Hacen falta más estrategias en el nivel primaria – y en otros- que mejoren el aprendizaje de los microbios y trabajen las debilidades de esta estrategia para convertirlas luego en fortalezas, por ejemplo, en lo que se refiere a la localización de los microbios en el ambiente, los alumnos mencionan que se encuentran en todas partes pero no los ubican en el agua de la llave; es decir, hacen falta nociones de esterilidad. Otro ejemplo tiene que ver con el tamaño y crecimiento y reproducción de los microbios, con la cantidad de células, y esto posiblemente se trabaje mejor mediante otras actividades y ejemplos que comparen a los microbios y minianimales. En lo que

²⁴ Son los “modos de ver” de los investigadores a los que se refiere Driver en “Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias”. *Enseñanza de las Ciencias*, 1998, 6 (2), 109-120.

concierno a su importancia para la vida en el planeta, se puede trabajar desde el impacto del zooplancton en los seres que habitan el mar.

Otros temas fueron objeto de interés para los alumnos durante el desarrollo de la estrategia didáctica, como la animalidad del ser humano, el origen de la vida, la célula y la energía. Creemos que un reto muy poderoso en el nivel primaria es precisamente interactuar con los alumnos de una forma positiva en aquellos temas que otros consideran intratables para los niños de estas edades.

Referencias bibliográficas.

Banet, E. y Núñez, F. (1992) La digestión de los alimentos: un plan de actuación en el aula fundamentado en una secuencia constructivista del aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 139-147.

Barenholz y Tamir (1987) En Driver, R., et.al. (1999), "Los microbios", en *Dando sentido a la ciencia en secundaria: Investigaciones sobre las ideas de los niños*, Madrid, Visor, pp. 83-87.

Bell, B. (1981) When is an animal, not an animal? *Journal of Biological Education*, 15(3), 213-218.

Bell, B y Barker, M. (1982) Towards a scientific concept of "animal". *Journal of Biological Education*, 16(3), 197-200.

Bello, Silvia. (2004) Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 15 (3), 210-217.

Benlloch, M. (1991) Por un aprendizaje constructivista de las ciencias. Propuesta didáctica para el ciclo superior de básica. Visor, España.

Bonilla, X. (2003) Concepciones epistemológicas de aprendizaje y evaluación de los docentes de Ciencias Naturales, de la Escuela Normal Superior de México. Tesis de maestría. México, UPN.

Brumby, M. (1982) Student's perceptions of the concept of life. *Science Education*, 66(4), 613-622.

Brumby, M., Garrard, J. y Auman, J. (1985) Students perceptions of the concept of health. *European Journal of Science Education*, 7, 307-323.

Burnie, David. (2004) *Microvida*. SM de Ediciones, Libros del Rincón. SEP, México.

Caballer, M.J. y Jiménez, I. (1993) Las ideas del alumnado sobre el concepto de célula al finalizar la educación general básica. *Enseñanza de las Ciencias*. 11(1), 63-68.

Campanario, J.M. y Moya, A. (1999) ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192.

Caravita, S. y Halldén, O. (1994) Reframing the problem of conceptual change. *Learning and Instrucción*, 4 (1), 89-111.

Cubero, Rosario. (1994) Concepciones alternativas, preconceptos, errores conceptuales... ¿distinta terminología y un mismo significado? *Investigación en la Escuela*, 23, 33-42.

Díaz González, R., López Rodríguez, R., García Losada, A., Abuín Figueiras, G., Nogueira Abuín, E. y García Gandoy, J. A. (1996) ¿Son los alumnos capaces de atribuir a los microorganismos algunas transformaciones de los alimentos? *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 143-153.

Dreyfus, A. y Jungwirth, E. (1988) The cell concept of 10th graders: curricular expectations and reality. *Internacional Journal of Science Education*, 10(2), 221-229.

Dreyfus, A. y Jungwirth, E. (1989) The pupil and the living cell: a taxonomy of dysfunctional ideas about an abstract idea. *Journal of Biological Education*, 23(1), 49-55.

Driver, R. (1986) Psicología cognitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), 3-15.

Driver, R. (1988) Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 109-120.

Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (1985) Children's Ideas in Science (*Open University Press*, Milton Keynes).

Driver, R. y Oldham, V. (1986) Un enfoque constructivista del Desarrollo Curricular en Ciencias. En R. Porlán (comp.) *Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias*, Morata, pp. 113-134.

Driver, R., Guesne, E. y Thiberghien, A. (1989) Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Morata, Madrid.

Driver; et.al., (1999) Dando sentido a la ciencia en secundaria. Visor, España.

Ernest, Paul (1995) The one and the many. In Steffe, L.P. and Gade, J. (Eds) *Constructivism in Education*. N J: Lawrence Erlbaum. 459-586.

(Flores,2000) La enseñanza de las ciencias. Su investigación y sus enfoques. *Ethos Educativo*, 26-35.

Flores, F. (2004) El cambio conceptual: interpretaciones, transformaciones y perspectivas. *Educación Química*, 15 (3), 256-267.

Flores, F., Tovar, M. y Gallegos, L. (2001) ¿Qué representación de la célula tienen los estudiantes? *Correo del maestro*, No.6, pp. 16-21.

García, J.L., y Rodríguez de Avila, C. (1988) Ideas previas, esquemas alternativos, cambio conceptual y el trabajo en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 161-166.

García, A. M. (1991) Estudio llevado a cabo sobre representaciones de la respiración celular en los alumnos de bachillerato y COU, *Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 129-134.

García-Pelayo y Gross, Ramón (1991). *Pequeño Larousse Ilustrado*. Ediciones Larousse, México.

Hewson, P. (1981) A conceptual change approach to learning science, *European Journal of Science Education*, 3(4), 383-396.

Hewson, P.W. y Beeth, M.E. (1995) Enseñanza para un cambio conceptual: Ejemplos de fuerza y movimiento. *Enseñanza de las Ciencias*, 13, 25-3

Hierrezuelo, J. y Montero, A. (2002) *La ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la física y la química*. Distribuciones Fontamara, México.

Jiménez Aleixandre, M.P. (1991) Cambiando las ideas sobre el cambio biológico, *Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), 248-256.

Kalafunja, M., O-Saki, & Samiroden, W.D. (1990) Children's conceptions of "living" and "dead", *Journal of Biological Education*, 23(3), 199-207.

Kuhn, T.S. (1970) *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica, México.

López, A. (2002) "Estrategias didácticas" en:

<http://www.ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/estrategia.htm>

Lucas, A. M. (1986) Tendencias de la investigación sobre la enseñanza y aprendizaje de la biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(3), 189-198.

Martín Díaz, M.J. y Kempa, R.F. (1991) Los alumnos prefieren diferentes estrategias didácticas de la enseñanza de las ciencias en función de sus características motivacionales. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 59-68.

Maxted (1984) En Driver, R., et.al. (1999), "Los microbios", en *Dando sentido a la ciencia en secundaria: Investigaciones sobre las ideas de los niños*, Madrid, Visor, pp. 83-87.

Nagy, M. H. (1953) The representation of germs by children. *Journal of General Psychology*, 83: 227-240.

Osborne y Freyberg (1985). En Harlen, W. (1998) *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Ministerio de Educación y Cultura. Morata, España.

Plan y programas de Estudio (1993) Educación Básica Primaria. SEP, México.

Posner, G., Strike, K., Hewson, P. y Gertzog, W. (1982) Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66, 211-227.

Prout, A. (1985) Science, health and everyday knowledge: a case study about the common cold. *European Journal of Science Education*, 7(4), 339-406.

Resnick, L. (1983). En Gil Pérez, D. (1993) Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/ aprendizaje como investigación, *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.

Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Síntesis Educación, Madrid.

Simoneaux, L. (2000) A study of pupils' conceptions and reasoning in connection with "microbes", as a contribution to research in biotechnology education. *Internacional Journal of Science education*, 6: 619-644.

Strike, K. y Posner, G. (1985) A conceptual change view of learning and understanding. In West, L. and Pines, L. (editors) *Cognitive structure and conceptual change*, Academic Press, Orlando, USA, pp 211-231.

Walker, Richard. (2005) *Vida microscópica*. Santillana Ediciones Generales, México.

Referencias de Internet

Byrne, J. (2003) "Progression of children's ideas and understanding about microbial activity".

<http://www1.phys.uu.nl/esera2003/programme/pdf%5co185.pdf>

16 de Abril 2005.

Cinstrum. UNAM

Ideas previas

<http://www.ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/estrategia.htm>

www.microbe.org/espanol

www.biografiasyvida.com/biografia/h/hooke.htm

www.irabia.org/web/ciencias/microbiologia/microbios/indexmicrobio.htm

Bibliografía.

Banet, E. y Nuñez, F. (1988) Ideas de los alumnos sobre la digestión: aspectos anatómicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 30-37.

Banet, E. y Nuñez, F. (1989) Ideas de los alumnos sobre la digestión: aspectos fisiológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 35-44.

Banet, E. y Nuñez, F. (1996) Modelos conceptuales sobre las relaciones entre digestión, respiración y circulación. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 261-278.

Braund, M. (1991) Children's ideas in classifying animals. *Journal of Biological Education*, 25(2), 103-109.

Codina, J. (1999) Jugar a detectives en biología celular. *Cuadernos de Pedagogía*, 277: 34-36.

Coleman, E. (1995) Health-related knowledge: where does it come from? *Journal of Biological Education*, 29(2), 139-146.

De Kruif, P. (1981) Los cazadores de microbios. Época, México.

Dawson, Paul. (2004) *Explora el cuerpo humano: ¡Un viaje increíble por tu cuerpo!* Editorial Cordillera de los Andes, Libros del Rincón, SEP, México.

Giordan, A. (1987) Los conceptos de biología aprendidos en el proceso de aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), 105-110.

Giordan, A., De Vecchi, G. (1999) Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos. *Serie fundamentos No.1 Colección Investigación y enseñanza*, España, pp. 9-58.

Harlen, W. (1998) *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Ministerio de Educación y Cultura. Morata, España.

- Jawetz, Melnick y Adelberg (1999) *Microbiología médica. El Manual Moderno*, México.
- Lazarowitz, R. y Penso, S. (1992) High school students' difficulties in learning biology concepts. *Journal of Biological Education*, 26(3), 215-223.
- Lucas, A., Linke, R. y Sedgwick, P. (1979) Schoolchildren's criteria for "alive": a content analysis approach. *The Journal of Psychology*, 103, pp. 103-112.
- Martínez, A. (2002) *Las amibas, enemigos invisibles*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Meyerson, M., Ford, M. y Jones, P. (1991) Science vocabulary knowledge of third and fifth grade students. *Science Education*, 75(4), 419-428.
- Nagy, M.H. (1951) Children's ideas on the origin of illness. *Health Education*, 9, 6-12.
- Mellado, V. (1996) Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 289-302.
- Pozo, J. y Gómez Crespo, M.A. (1998) *Aprender y enseñar ciencia*. Morata, Madrid, España.
- Seymour, J. y Longden, B. (1991) Respiration- That's breathing isn't it? *Journal of Biological Education*, 25(3), 177-183.
- Strauss, Rochelle. (2005) *El árbol de la vida. La increíble diversidad de la vida en la Tierra*. Editorial Planeta Mexicana, Libros del Rincón. SEP, México.
- Strike, K. y Posner, G. (1982) Conceptual Change and Science Teaching. *European Journal of Science Education*, 4(3), 231-240.
- Tema, B.O. (1989) Rural and urban African pupils' alternative conceptions of "animal". *Journal of Biological Education*, 23(3), 199-207.

Velasco, J.M. (1991) ¿Cuándo un ser vivo puede ser considerado animal? Análisis de las concepciones alternativas del alumnado acerca del significado de “animal”. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 43-52.

Villalbí, R.M. y Lucas, A.M. (1991) When is animal not an animal? When it speaks English! *Journal of Biological Education*, 25(3), 184-186.

ANEXOS

Anexo 1

Instrumentos

En este apartado se incluyen los instrumentos que se utilizaron en la estrategia didáctica:

- ❖ Pre-test. Cuestionario y tabla de características de los microbios.
- ❖ Cuestionario de las tortillas.
- ❖ Cuadro de seres vivos.
- ❖ Crucigrama.
- ❖ Cuadro de comparación de seres vivos y no vivos.
- ❖ Texto informativo. Noticia ficticia.
- ❖ Pos-test. Cuestionario.

Nombre del alumno: _____ Fecha: _____

Recuerda que esto no es un examen. Contesta las siguientes preguntas:

1.- ¿Qué son los microbios? _____

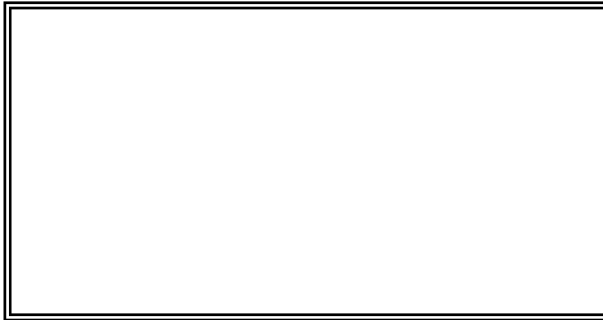
2.- ¿En dónde se localiza a los microbios? _____

3.- ¿Qué es lo que hacen los microbios? _____

4.- ¿Qué son los organismos unicelulares? _____

5.- ¿Los organismos unicelulares son seres vivos?, ¿Por qué? _____

Dibuja dentro del cuadro un microbio.



Nombre del alumno: _____ Fecha: _____

Para cada una de las características que se enlistan a continuación anota dentro del rectángulo una "X" a la opción que corresponda a los microbios.

	Característica	Si	No	No sé
1	Están vivos			
2	Respiran			
3	Producen desechos			
4	Se alimentan			
5	Crecen			
6	Se reproducen			
7	Se mueven por sí mismos			
8	Se pueden ver a simple vista			
9	Algunos son unicelulares			
10	Están en el aire			
11	Están en el agua			
12	Están en el suelo			
13	De manera natural algunos están dentro del cuerpo			
14	Algunos transforman alimentos			
15	Algunos enferman			
16	Algunos son importantes para el ambiente.			

Gracias por tu colaboración.

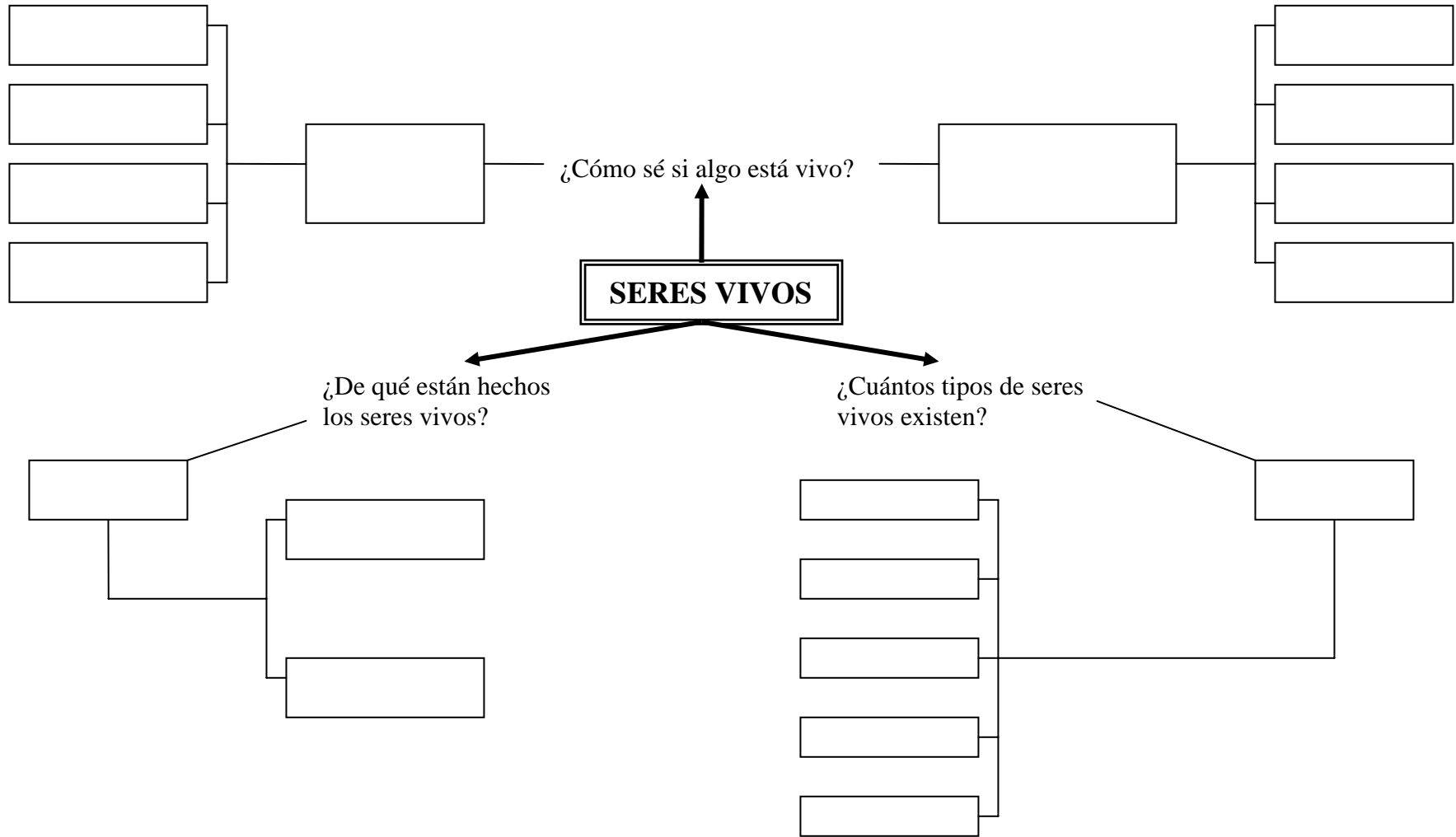
Nombre del alumno: _____

Actividad: ¿Qué le pasó a la tortilla?

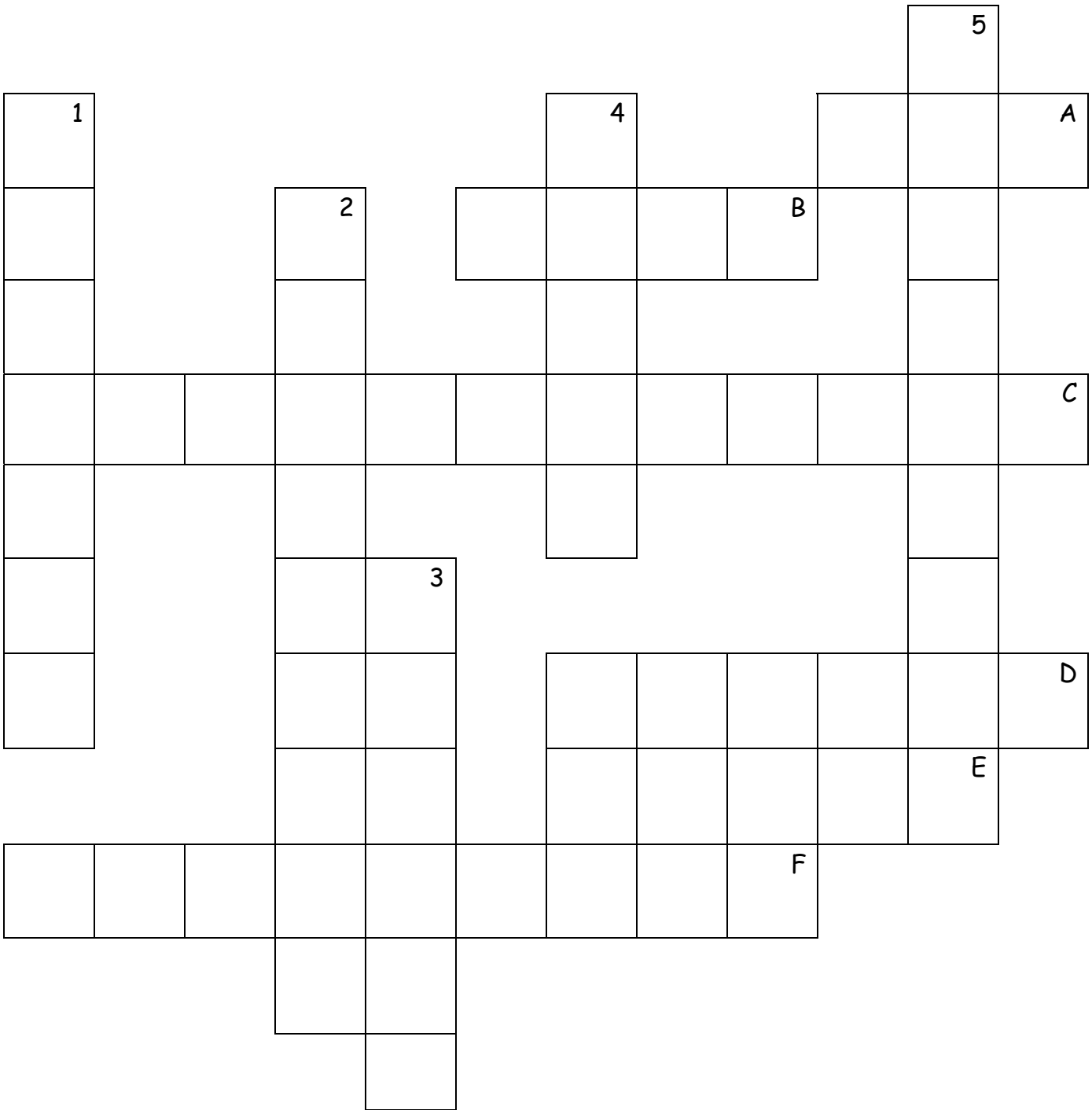
1.- ¿Qué es lo que observo?

¿Cómo puedo explicarle a alguien por qué está así?

Nombre del alumno: _____ Fecha: _____



CRUCIGRAMA



CRUCIGRAMA

VERTICALES

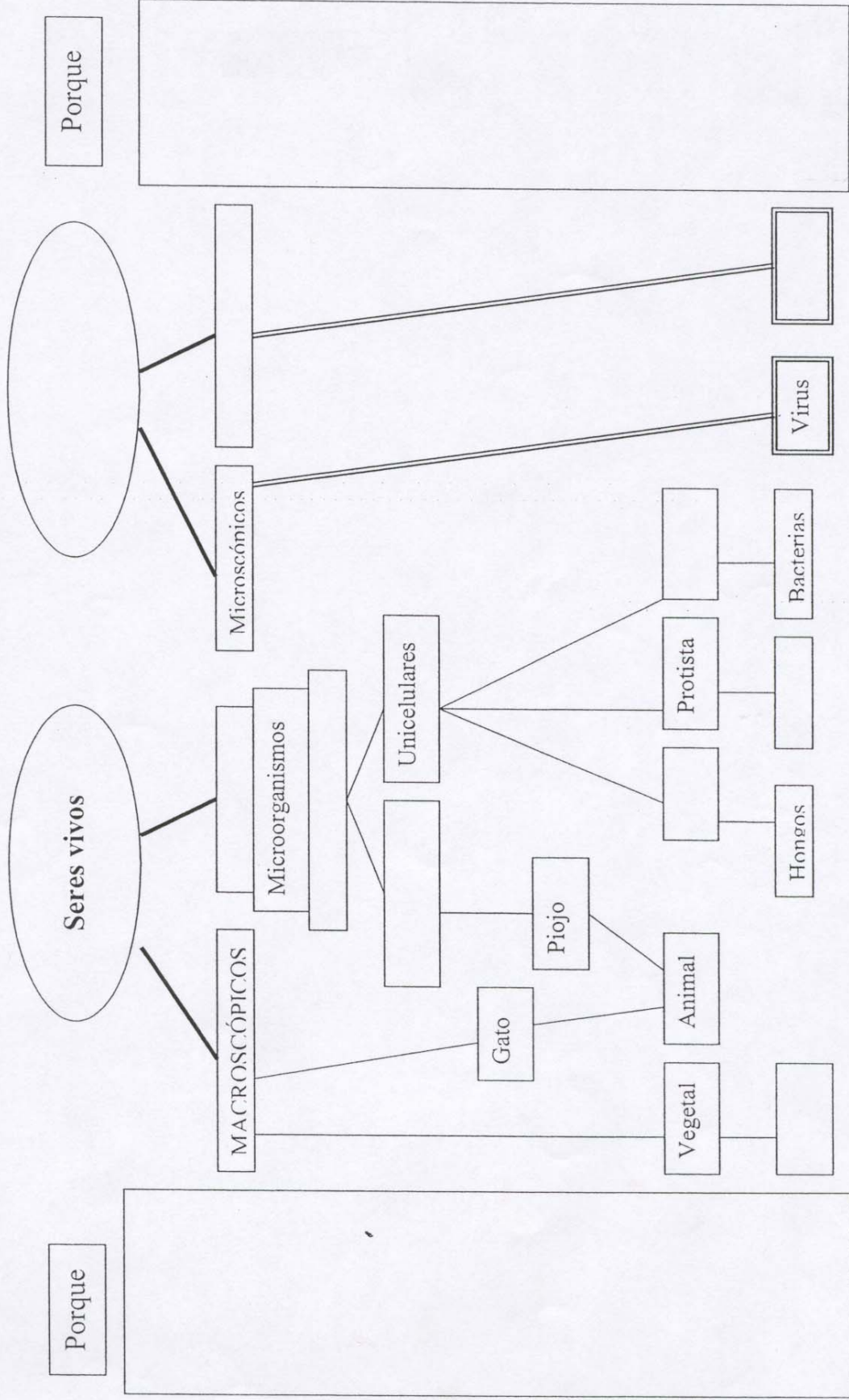
- 1.- Todos los seres vivos están formados por estas estructuras que a pesar de ser tan pequeñas realizan funciones como la respiración y la reproducción.
- 2.- Nombre con el que comúnmente la gente llama a todos los causantes de enfermedades que no se pueden ver a simple vista.
- 3.- Organismos unicelulares que intervienen en la producción del queso y en forma de levaduras en la producción de cerveza.
- 4.- Microbios que no son considerados por la ciencia como seres vivos y que causan enfermedades como el SIDA.
- 5.- Organismos unicelulares que intervienen en la producción de yogur, y regresan a la tierra elementos que después utilizan las plantas. Algunas de sus formas son cocos, bacilos y espiroquetas.

HORIZONTALES.

- A.- Alimento que producen las levaduras de los hongos.
- B.- Bebida que producen los hongos al fermentar las uvas.
- C.- Organismos de una sola célula que no se pueden ver a simple vista.
- D.-Organismos unicelulares con forma indefinida, más grandes que las bacterias, que pueden provocar enfermedades mortales en el hígado.
- E.-Seres formados por células y que por reinos se clasifican en: Animal, Vegetal, Fungi, Monera y Protista.
- F.-Nombre que se le da a los microbios que producen enfermedades, tanto en los seres humanos como en los animales y las plantas.

Nombre del alumno: _____

Fecha: _____



Nombre del alumno: _____ Fecha: _____

NOTICIA DE ÚLTIMA HORA

Se acusa a los microbios. ¡Todo pasó en 3 días!

Planeta Tierra. Marzo de 2006.

Las criaturas del planeta X llegaron por sorpresa al planeta Tierra. Manejaban naves enormes que disparaban rayos y desintegraban todo a su paso.

Los terrícolas estaban muy asustados porque las armas del ejército no podían hacerles el menor daño. Se dice que las criaturas eran muy poderosas.

Algunas bajaron de sus naves para explorar el planeta una vez que todos los terrícolas habían corrido asustados.

Los habitantes de la Tierra pensaron que pronto esas criaturas se apoderarían de su planeta, pero pasó algo sorprendente. Un día las naves comenzaron a fallar y cayeron al suelo. Las compuertas se abrieron pero las criaturas ya no pudieron salir, ¡habían muerto!

Culparon a los microbios de lo que sucedió a las criaturas y ahora enfrentarán juicio.



Nombre del alumno: _____ Fecha: _____

Lee con atención y contesta lo que se te pide.

1.- Imagina que estás jugando “Basta” con un compañero y tienes que escribir palabras que empiecen con la letra “m”. una de las casillas dice “seres vivos” y tú escribes la palabra “**microbio**”. Tu compañero te dice que estás mal. ¿Cómo le explicarías que estás en lo correcto?

2.- “La niña de la burbuja” es una historia que trata de una niña de tu edad que siempre vivió alejada de los microbios, ya que sus papás no querían que enfermara nunca. ¿Cómo le explicarías a un compañero que esta historia no puede ser real?

3.- Piensa en un microbio. Escribe dónde imaginas que se encuentra y qué es lo que hace.

Nombre del alumno: _____ Fecha: _____

Lee con atención y **sólo** subraya la respuesta que te parezca **más acertada**.

1.- Lo que son para ti los “microbios”:

- f) Cosas que se encuentran en el polvo y en lugares sucios
- g) Organismos microscópicos
- h) Animalitos muy pequeños.
- i) Los causantes de las enfermedades
- j) Seres vivos

2.- Los microbios pueden encontrarse en diferentes lugares, como por ejemplo:

- k) En el aire que se respira
- l) Dentro del cuerpo humano sólo cuando hay enfermedad
- m) En sanatorios y hospitales, lugares sucios.
- n) En los alimentos echados a perder
- o) En el agua de la llave
- p) En la flora intestinal de manera natural
- q) En alimentos como el yogur
- r) En la piel
- s) En el suelo

3.- Las actividades de los microbios consisten en:

- k) Defender al organismo de microbios patógenos
- l) Provocar enfermedades
- m) Participar en la transformación de los alimentos
- n) Contaminar el ambiente
- o) Elaborar antibióticos como la penicilina
- p) Echar a perder los alimentos
- q) Ayudar al crecimiento de las plantas
- r) Descomponer o desintegrar organismos muertos
- s) Relacionarse con otros seres vivos

4.- Es una afirmación **verdadera** de los microbios:

- e) Todos los microbios son iguales
- f) Virus y bacterias son lo mismo
- g) Las bacterias son seres vivos
- h) Virus y hongos no están vivos

Anexo 2

Instrumentos contestados por los alumnos

Nombre del alumno: Marco Antonio Sánchez H. Fecha: 16 de Noviembre

Recuerda que esto no es un examen. Contesta las siguientes preguntas:

1.- ¿Qué son los microbios? que son unos animalitos
que nos podemos enfermar

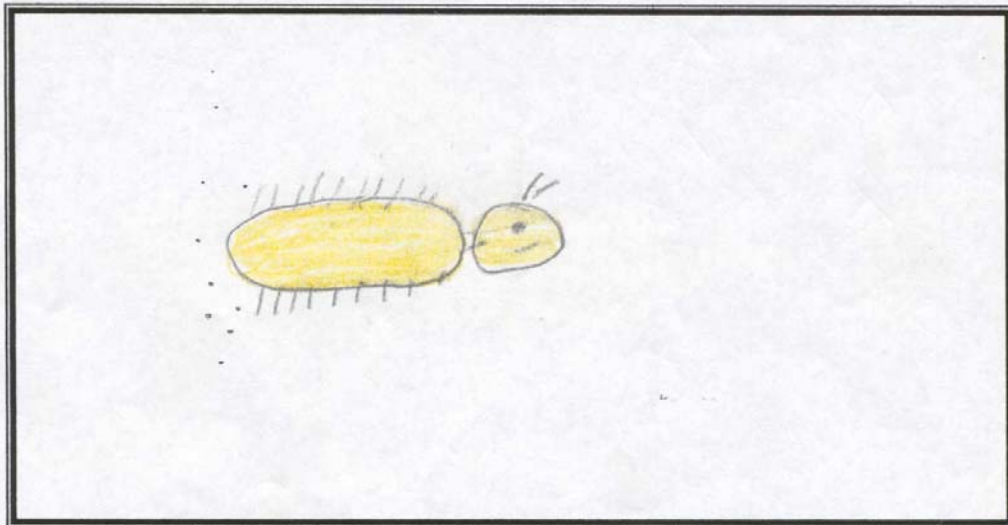
2.- ¿En dónde se localiza a los microbios? en las frutas que
se echan a perder

3.- ¿Qué es lo que hacen los microbios? donde al frotar y cuando
los comemos se mete al estomago y nos podemos
enfermar

4.- ¿Qué son los organismos unicelulares? que son las varferrias

5.- ¿Los organismos unicelulares son seres vivos?, ¿Por qué? Porque viven

Dibuja dentro del cuadro un microbio. Gracias por tu colaboración.



Gracias por tu colaboración.

Nombre del alumno: Marco Antonio Sánchez H. Fecha: _____

Para cada una de las características que se enlistan a continuación anota dentro del rectángulo una "X" a la opción que corresponda a los microbios.

	Característica	Si	No	No sé
1	Están vivos	X		
2	Respiran			X
3	Producen desechos		X	
3	Se alimentan	X		
4	Crecen	X		
6	Se reproducen			X
7	Se mueven por sí mismos	X		
8	Se pueden ver a simple vista	X		
9	Algunos son unicelulares	X		
10	Están en el aire		X	
11	Están en el agua		X	
12	Están en el suelo	X		
13	De manera natural algunos están dentro del cuerpo	X		
14	Algunos transforman alimentos			X
15	Algunos enferman			X
16	Algunos son importantes para el ambiente.			X

Gracias por tu colaboración.

Nombre del alumno: Jose Antonio H Q Fecha: 16 Noviembre

Recuerda que esto no es un examen. Contesta las siguientes preguntas:

1.- ¿Qué son los microbios? Son animalitos de el agua sucia
que infectan la salud

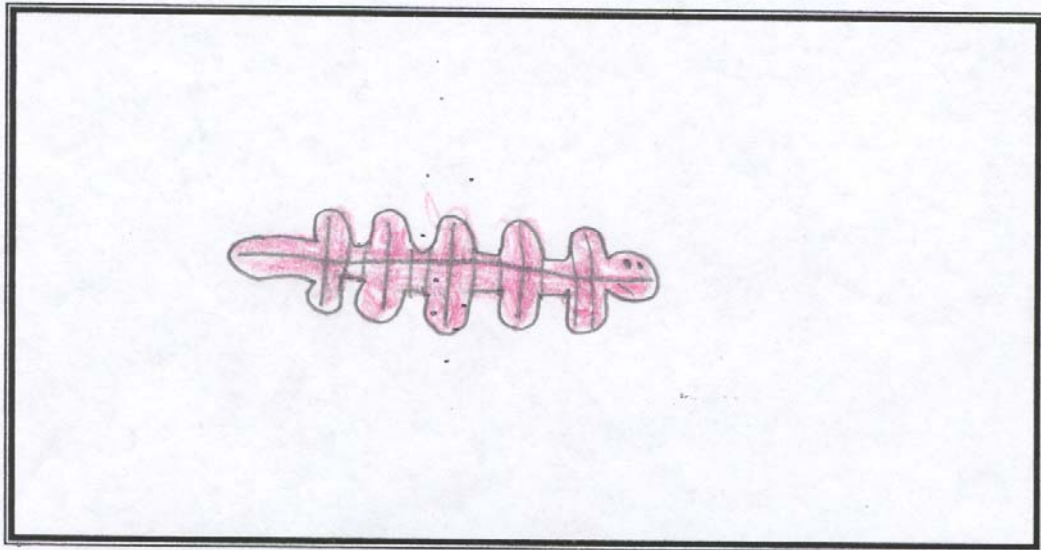
2.- ¿En dónde se localiza a los microbios? en el agua sucia
en en lodo

3.- ¿Qué es lo que hacen los microbios? en cucian el intestino
y eso es malo

4.- ¿Qué son los organismos unicelulares? animalitos que algunas
ayudan con los estomagos

5.- ¿Los organismos unicelulares son seres vivos?, ¿Por qué? por que viven
?

Dibuja dentro del cuadro un microbio. Gracias por tu colaboración.



Gracias por tu colaboración.

Nombre del alumno: Jose antonio H Q Fecha: 16 Noviembre

Para cada una de las características que se enlistan a continuación anota dentro del rectángulo una "X" a la opción que corresponda a los microbios.

	Característica	Si	No	No sé
1	Están vivos	X		
2	Respiran	X		
3	Producen desechos	X		
3	Se alimentan		X	
4	Crecen	X		
6	Se reproducen	X		
7	Se mueven por sí mismos	X		
8	Se pueden ver a simple vista	X		
9	Algunos son unicelulares	X		
10	Están en el aire		X	
11	Están en el agua		X	
12	Están en el suelo			
13	De manera natural algunos están dentro del cuerpo	X		
14	Algunos transforman alimentos		X	
15	Algunos enferman	X		
16	Algunos son importantes para el ambiente.	X		

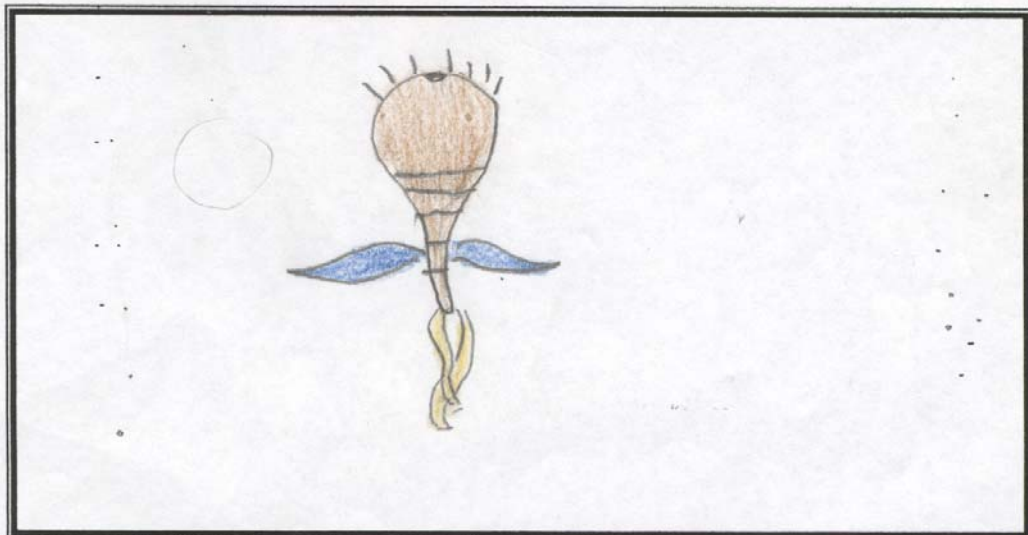
Gracias por tu colaboración.

Nombre del alumno: Victor Manuel Fecha: 16/11/06 mié.

Recuerda que esto no es un examen. Contesta las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Qué son los microbios? son organismos que no se ven a simple vista pero se ven a microscopio.
- 2.- ¿En dónde se localiza a los microbios? en el aire, en el suelo y en el agua.
- 3.- ¿Qué es lo que hacen los microbios? te enferman
- 4.- ¿Qué son los organismos unicelulares? son organismos como los microbios pero te enferman.
- 5.- ¿Los organismos unicelulares son seres vivos?, ¿Por qué? si porque se mueven.

Dibuja dentro del cuadro un microbio. Gracias por tu colaboración.



Gracias por tu colaboración.

Nombre del alumno: Victor Manuel Fecha: 16/11/06

Para cada una de las características que se enlistan a continuación anota dentro del rectángulo una "X" a la opción que corresponda a los microbios.

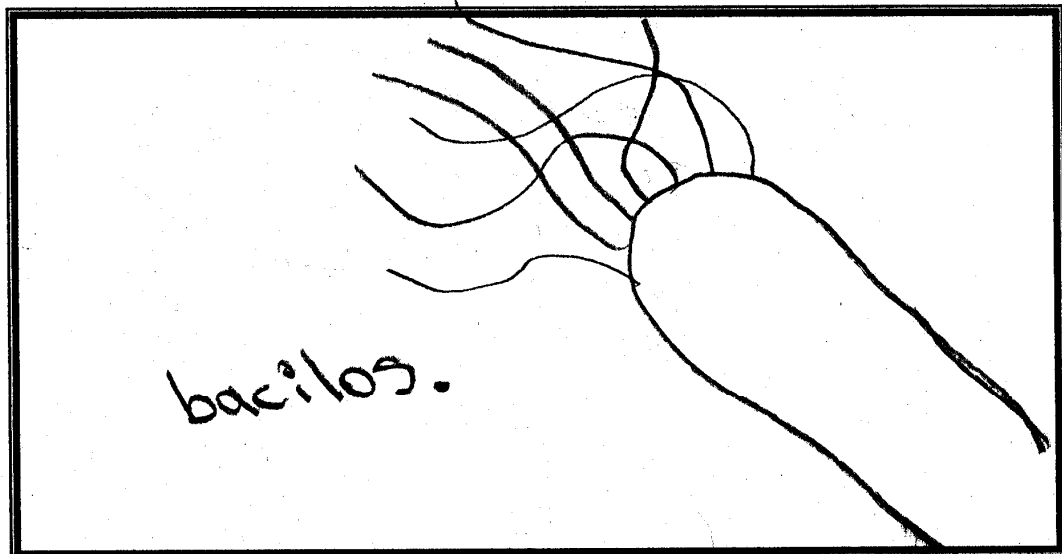
	Característica	Si	No	No sé
1	Están vivos	X		
2	Respiran			X
3	Producen desechos	X		
3	Se alimentan	X		
4	Crecen		X	
6	Se reproducen	X		
7	Se mueven por sí mismos			X
8	Se pueden ver a simple vista		X	
9	Algunos son unicelulares	X		
10	Están en el aire	X		
11	Están en el agua	X		
12	Están en el suelo	X		
13	De manera natural algunos están dentro del cuerpo	X		
14	Algunos transforman alimentos		X	
15	Algunos enferman	X		
16	Algunos son importantes para el ambiente.			X

Gracias por tu colaboración.

Nombre del alumno: Victor Manuel Rosas R. Fecha: 30/11/06

Recuerda que esto no es un examen. Contesta las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Qué son los microbios? son organismos unicelulares que viven en nuestro cuerpo.
 - 2.- ¿En dónde se localiza a los microbios? en el suelo aire y en nuestro cuerpo
 - 3.- ¿Qué es lo que hacen los microbios? hacen productos, ayudan al cuerpo y a las plantas
 - 4.- ¿Qué son los organismos unicelulares? son animales que ayudan a los productos.
 - 5.- ¿Los organismos unicelulares son seres vivos?, ¿Por qué? si porque tienen respiración excreción reproducción y alimentación.
- Dibuja dentro del cuadro un microbio.



Gracias por tu colaboración.

Nombre del alumno: Victor Manuel Rosas R. Fecha: 30/11/06

Para cada una de las características que se enlistan a continuación anota dentro del rectángulo una "X" a la opción que corresponda a los microbios.

	Característica	Si	No	No sé
1	Están vivos	X		
2	Respiran	X		
3	Producen desechos	X		
3	Se alimentan	X		
4	Crecen		X	
6	Se reproducen	X		
7	Se mueven por sí mismos	X		
8	Se pueden ver a simple vista		X	
9	Algunos son unicelulares	X		
10	Están en el aire	X		
11	Están en el agua		X	
12	Están en el suelo	X		
13	De manera natural algunos están dentro del cuerpo	X		
14	Algunos transforman alimentos	X		
15	Algunos enferman	X		
16	Algunos son importantes para el ambiente.	X		

Gracias por tu colaboración.

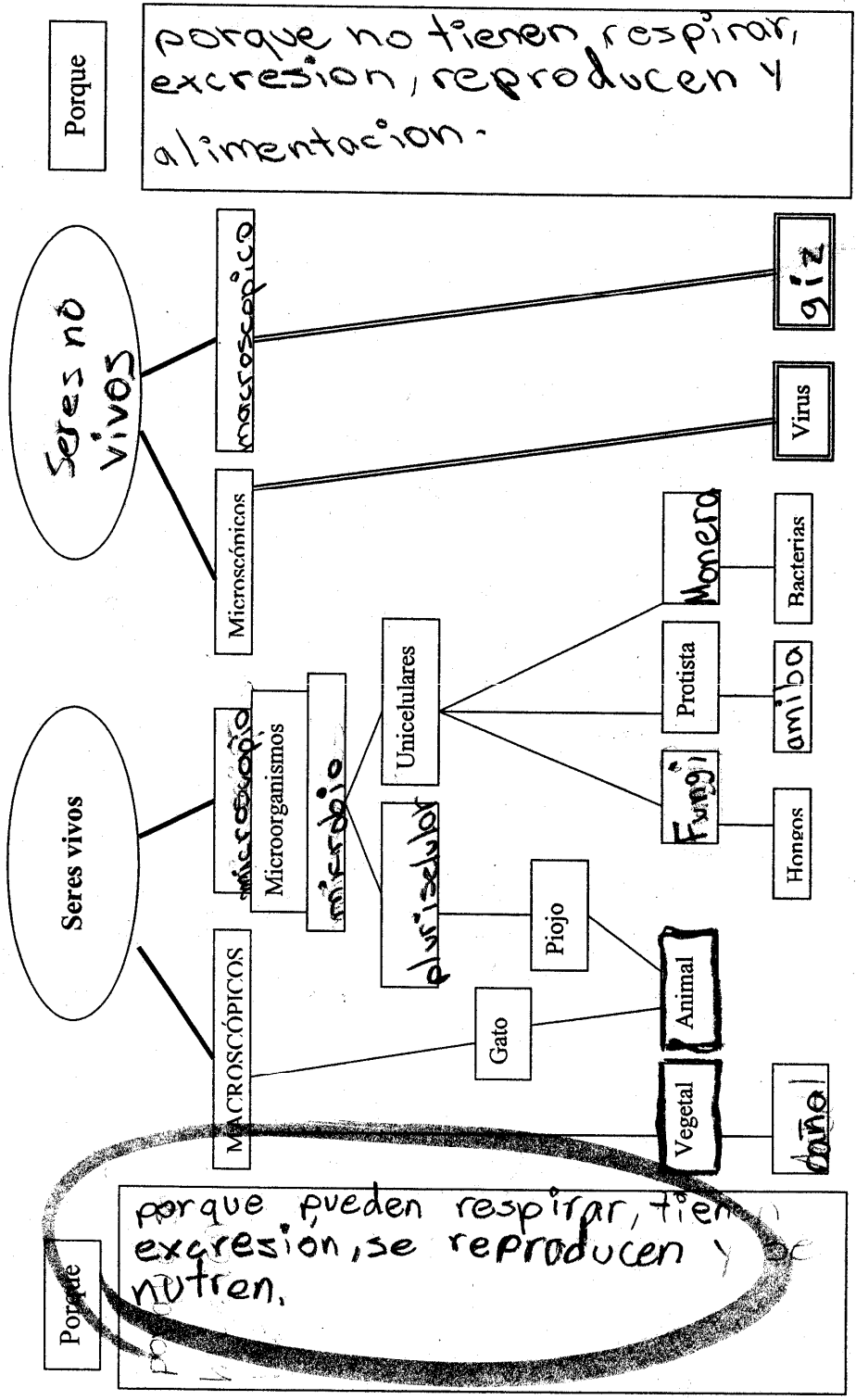
LEE UWF Noe K



Maestría en Desarrollo Educativo

Línea de Enseñanza de las Ciencias Naturales

Nombre del alumno: Victor Manuel Rosas Ramirez Fecha: 30/11/06



NOMBRE DEL ALUMNO: Victor Manuel Rosas Ramirez.

ACTIVIDAD: ¿QUÉ LE PASÓ A LA TORTILLA?

S-2

1.- QUÉ ES LO QUE OBSERVO.

tiene lama, tiene como puntos negros
y huele un poco mal.

2.- ¿CÓMO PUEDO EXPLICARLE A ALGUIEN POR QUÉ ESTÁ ASÍ.

Porque no lo metieron al refrigerador
o porque lo dejaron mucho tiempo al
refrigerador.

Leevenhuck

5-4

Nombre del alumno: Victor Manuel Rosas Ramirez.

Actividad: ¿Qué le pasó a la tortilla?

1.- ¿Qué es lo que observo?

tiene manchas rojas y verdes y como polvo blanco y lama.

2.- ¿Cómo puedo explicarle a alguien por qué está así?

Se echo a perder porque lo dejaron mucho tiempo y porque le salen hongos.

Nombre del alumno: Victor Manuel Rosas Ramirez.

Actividad: ¿Qué le pasó a la tortilla?

1.- ¿Qué es lo que observo?

tiene manchas rojas y verdes, parece que tiene comida y se parte fácil.

2.- ¿Cómo puedo explicarle a alguien por qué está así?

porque le echan comida y la dejan mucho tiempo sin comer y los microbios se la absorben y si la comen se enferman y se pueden morir.

Anexo 3

Pilotaje de la estrategia

En este apartado se muestran las experiencias previas de aplicación de la estrategia didáctica que incluyen:

- ❖ Reporte de las videgrabaciones de clases sobre el tema “Organismos unicelulares” impartidas por maestras de 5º grado de primaria.
- ❖ Representaciones gráficas de microbios elaboradas por niños de 5º. grado
- ❖ Aplicaciones previas de la estrategia didáctica y sus resultados.

Reporte de las videograbaciones de clases sobre el tema “Organismos unicelulares” impartidas por maestras de 5º grado de primaria.

Se solicitó la colaboración de tres maestras de educación primaria, para que prepararan e impartieran una clase sobre el tema “organismos unicelulares” -como usualmente lo hacen- en los grupos de 5º. grado a su cargo y permitieran su videograbación.

Inicialmente se pidió que el tema fuera “organismos unicelulares” y no “microbios” porque no se contaba con una delimitación adecuada y lo suficientemente fundamentada. Estos primeros acercamientos allanaron el camino para delimitar el tema.

Las clases se videograbaron en el mes de febrero de 2005 en dos diferentes escuelas primarias públicas del turno matutino en la delegación Iztapalapa (de la misma zona donde se aplicó la estrategia didáctica de la tesis). Dos de las maestras contaban con más de 15 años de experiencia en el aula y una de ellas solo con 5.

Las tres clases que se videograbaron fueron totalmente expositivas por parte de las maestras y no duraron más de 30 minutos. La maestra Luisa (los nombres reales fueron cambiados) expuso la clase mostrando a los alumnos una cartulina con los dibujos de algunos organismos unicelulares, mismos que después repartió en fotocopia a cada alumno para que colorearan, recortaran letreros sobre las partes de los organismos y los pegaran en el correspondiente dibujo que pegaron en su cuaderno.

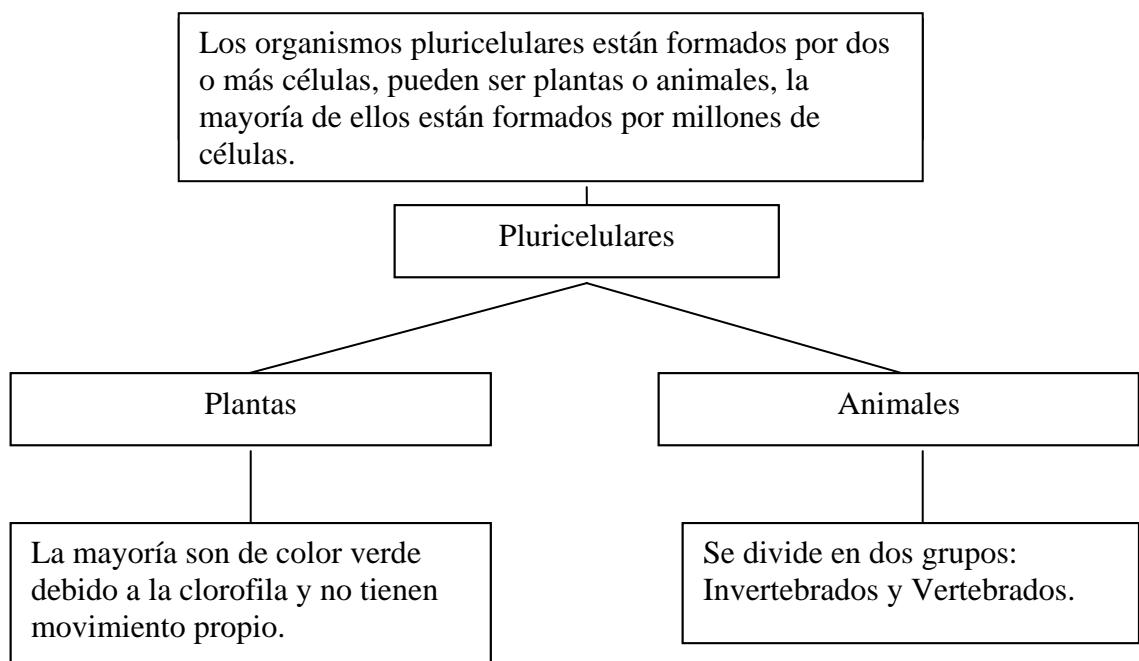
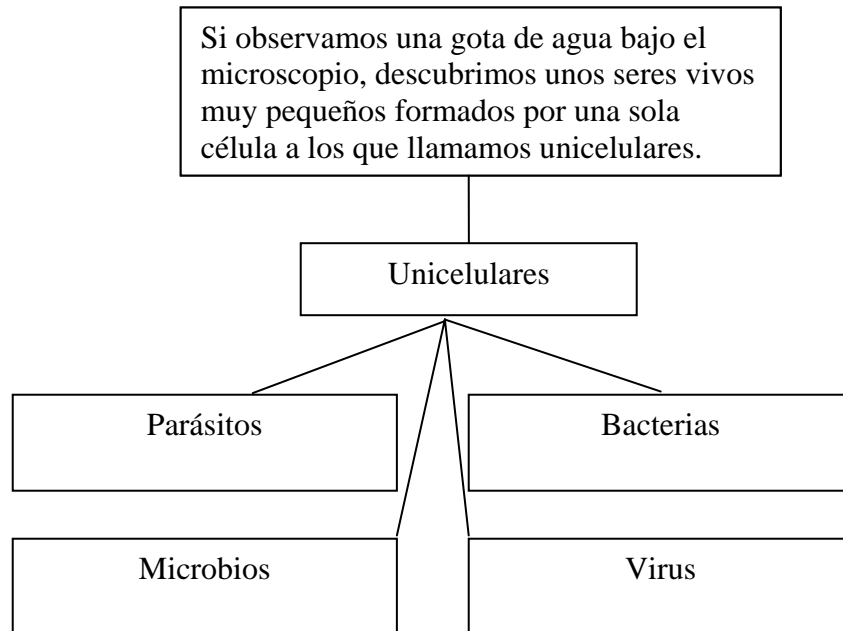
Los niños trabajaron como lo indicó la maestra y después mostraron a la cámara sus trabajos y la explicación de los mismos. Muchos de ellos tuvieron dificultades para leer los nombres de los organismos y sus partes, así como para identificarlas. Uno de los nombres de las partes de una bacteria decía “clíos” en vez de “cilios”. Los niños repetían este error cuando explicaron sus trabajos. Las fotocopias de esta actividad se muestran más adelante.

Después de la clase, la maestra titular comentó que estaba nerviosa porque no dominaba el tema, pero que intentó documentarse en un libro de biología de secundaria, de donde sacó la información que dio a los alumnos. El libro de Ciencias Naturales 5º. grado de la SEP no fue consultado en ningún momento.

La maestra Mariana, la de menos experiencia, expuso su clase en 20 minutos haciendo un cuadro sinóptico en el pizarrón. Cabe señalar que el marcador que utilizó ya estaba muy gastado y su letra no era clara, por lo que el cuadro a penas se entendía. Luego solicitó a los alumnos que lo copiaran en su cuaderno. El libro de Ciencias Naturales tampoco se utilizó en esta ocasión.

La maestra Sonia inició su clase preguntando a los alumnos si conocían a los microbios. Luego expuso su clase elaborando un cuadro sinóptico en el pizarrón al mismo tiempo que les solicitaba a los niños la lectura de algunos fragmentos de la lección del libro de Ciencias Naturales 5º. grado de la SEP. Luego les dio una fotocopia para que realizaran la actividad de recortar y pegar letreros para conformar un mapa conceptual.

Los letreros ya contenían los números que indicaban su posición en el mapa conceptual. Una vez terminado, la información que daban era la siguiente:



2. BACTERIAS

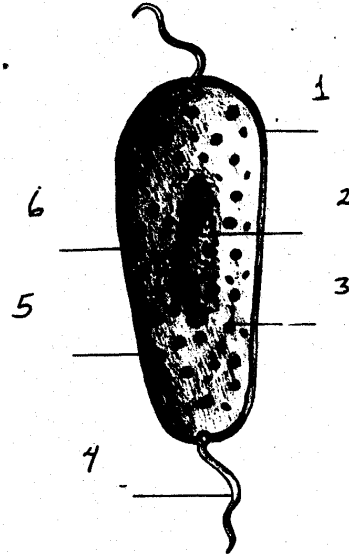
Son organismos unicelulares procariotas con gran facilidad de adaptación a todos los medios.

Características de las bacterias

Son células rodeadas de una membrana plasmática con las siguientes características:

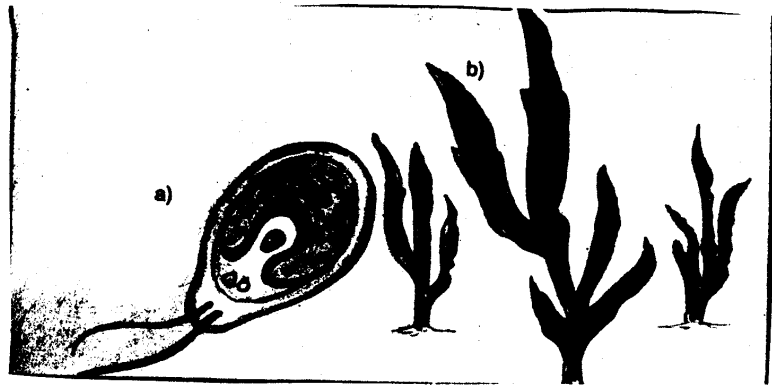
- a) Tienen una **pared celular** que rodea la membrana plasmática y le sirve de protección.
- b) **No tienen núcleo definido**, solamente una molécula de ADN en su parte central.
- c) Algunas pueden moverse mediante **flagelos**.

Pueden estar rodeadas por una **cápsula gelatinosa** que las protege de los desinfectantes y de los virus haciéndolas más resistentes.



1 Membrana plasmática	2 ADN	3 CITOPLASMA	6 PARED BACTERIANA
5 RIBOSOMAS	4 FLAGELO		

ALGAS



PROTOZOARIOS



PSEUDROPODOS^a

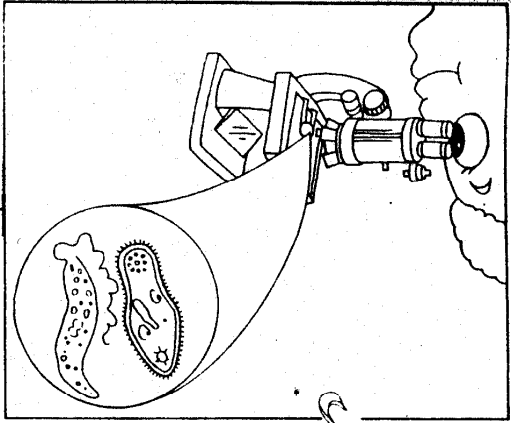
FLAGÉLO^b

CLIOS^c

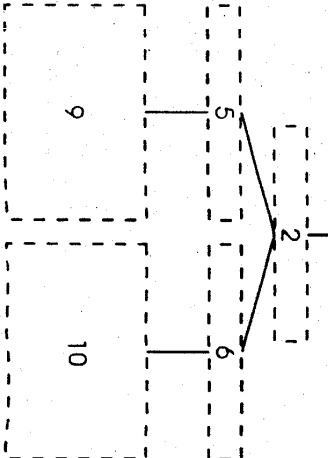
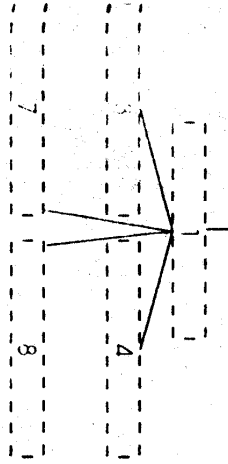
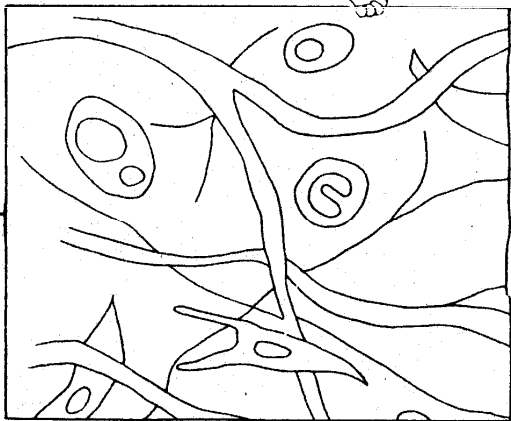
ALGAS^a
Unicelulares

Algas^b
Pluricelulares

Si observamos una gota de agua bajo el microscopio, descubrimos unos seres vivos muy pequeños formados por una sola célula a los que llamamos unicelulares.



Los organismos pluricelulares están formados por 2 ó más células, pueden ser plantas o animales, la mayoría de ellos están formados por millones de células.



Recorta los recuadros de la derecha y pégalos en el número correspondiente.



Caract. de los Org. Unicelulares y Pluricelulares 16

La mayoría son de color verde debido a la clorofila y no tienen movimiento propio.

Virus 6

Se divide en dos grupos: Invertebrados y Vertebrados.

Plantas 5

Parásitos 3

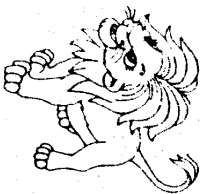
Microbios 7

Bacterias 4

recorta...

Animales 4

Unicelulares 1



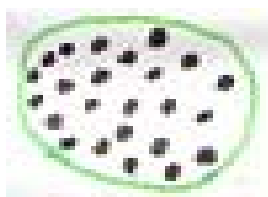
Pluricelulares 2

Representaciones gráficas de microbios elaboradas por niños de 5º grado.

En el mes de noviembre del 2004 se solicitó a los alumnos de un grupo de 5º grado de una primaria pública, de características similares a la escuela de aplicación de la estrategia didáctica, que realizaran dos dibujos: uno de lo que consideraban “bacteria” y otro de lo que consideraban “amiba”, y que escribieran lo que habían dibujado.

A continuación se muestran las representaciones gráficas de los niños, que guardan similitud con las referidas en el estudio de Nagy (1953) y con las ideas antropomórficas de los microbios que forman parte de la investigación de Simonneaux (2000), comentadas en el primer capítulo.

Las bacterias son:



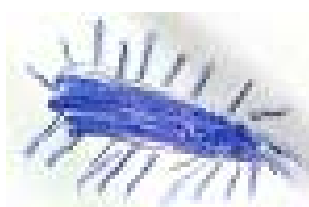
Polvo



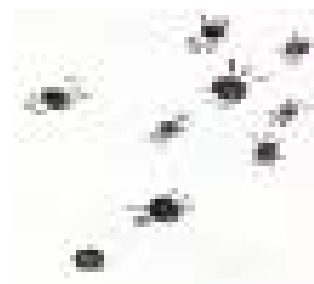
Lombrices



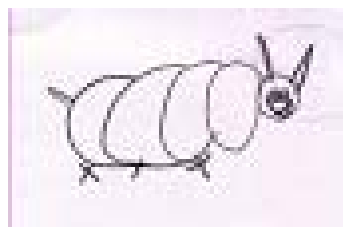
Células



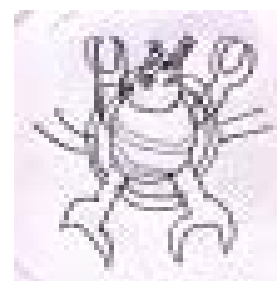
Bichos



Arañas

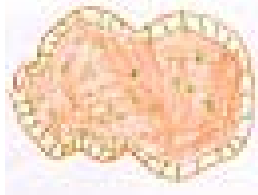


Animales



Germen

Las amibas son:



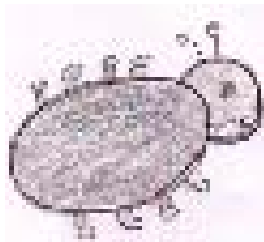
Bacterias



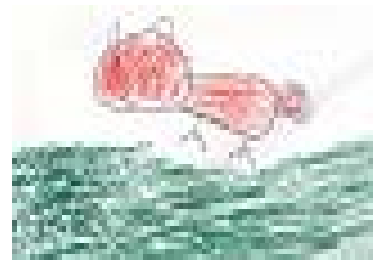
Virus



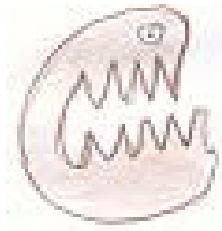
Gusanos



Microbios



Hormigas



Animales

Aplicaciones previas de la estrategia didáctica y sus resultados.

Antes de aplicar la estrategia final se visitaron dos escuelas primarias. Inicialmente la estrategia se comparaba con un grupo control, también conformado por alumnos del mismo grado y de la misma escuela. Se pedía a la maestra del grupo que diera su clase y que aplicara los instrumentos de entrada y salida a los niños sin contestarles las preguntas. Se hizo hincapié en que se les pidiera a los niños no copiar.

Al revisar los cuestionarios se encontraron muchas semejanzas en las respuestas de los alumnos que hacían pensar en una interferencia del maestro en las respuestas, por ejemplo, en la pregunta ¿Qué son los organismos unicelulares? muchos niños en sus respuestas contestaron: “organismos de dos células”. También se encontraron varios dibujos exactamente iguales en la parte del cuestionario donde se les pide dibujar un microbio.

En algunas escuelas se presentaron inconvenientes al momento de aplicar la estrategia como falta de recursos que inicialmente existían (computadoras inservibles, falta de cañones para proyección, aulas de Enciclomedia ocupadas).

Otros inconvenientes propios de la escuela: ausencia de la población por inasistencia, ensayos de concursos escolares o de escolta, que a pesar de entablar acuerdos con las maestras titulares en calendario, interfirieron en que todos los alumnos estuvieran presentes en todas las sesiones y por lo consiguiente que no se contara con todos los instrumentos de recabación de información. Inicialmente los maestros aplicaron los instrumentos cuidando que sus alumnos los respondieran, al final de su clase los instrumentos de salida fueron entregados incompletos en número y en respuestas. Se tuvo que visitar la escuela en ocasiones posteriores para recabarlos.

La poca seriedad por parte de las maestras nos hizo pensar en el temor de la evaluación pedagógica que en ningún momento se mencionó como parte del estudio de esta tesis y en que la aplicación de los instrumentos por parte de ellas no fue lo más conveniente. Por otro lado, se llegó a la conclusión de que la estrategia debía compararse en términos de logros con los mismos alumnos a los que se les aplicó.

Otros inconvenientes fueron los propios de la estrategia didáctica ya que inicialmente se diseñó pensando en que los tiempos de aplicación serán coherentes al momento de la práctica. Lo cierto es que en el aula de clases surgen diversas situaciones que prolongan estos tiempos.

Por otro lado cuando la maestra de grupo no ha trabajado con los alumnos no se puede dar por hecho que los alumnos ya sabrán trabajar en equipo, buscar información extractada, participar, expresar sus ideas, trabajar valores. Todos estos son inconvenientes que prolongan el tiempo y el que las actividades se desarrollen adecuadamente. Algunas de ellas se fueron enfocando cada vez más a los propósitos establecidos, otras cambiaron para optimizar tiempo, para ser más fructíferas, para evaluar de manera distinta, etc.

Debido a los interferentes que no hacían posible aplicar la estrategia de la manera pensada y recabar la información como se esperaba (completa en tiempo y forma), sólo se presentan los resultados de la penúltima aplicación y el análisis del grupo al que se aplicó la estrategia didáctica en la escuela Luis Álvarez Barret:

Pregunta 1. ¿Qué son los microbios?			% de respuestas Grupo 1		% de respuestas Grupo 2	
			Pre - test	Pos - test	Pre - test	Pos - test
Utilización de la palabra microbio	1	Como cualquier agente que produce enfermedad	58.3	8.3	64	36
	2	No se refiere enfermedad o no sólo enfermedad	41.6	91.6	36	64
Diferenciación	3	Se refieren como individuos de una sola especie	70.8	33.3	64	80
	4	Se identifican o diferencian microbios específicos	29.1	66.6	36	20
Consideración de vida	5	Sin vida	4.1		8	12
	6	Con vida	58.3	95.8	48	60
	7	No especifica	37.5	4.1	44	28

Pregunta 1.

Antes de poner en práctica la estrategia, más de la mitad de los alumnos se referían a los microbios exclusivamente como causantes de las enfermedades. Después de aplicar la estrategia la mayoría de los alumnos no se refirió a la palabra microbio asociándolo como agentes que provocan únicamente enfermedad.

La mayoría de los alumnos no logran diferenciar que existen diversos tipos de microbios. Se refieren a ellos como si fueran individuos de una sola especie, nombrándolos principalmente “animales”. Pocos son los que logran identificar algún microbio específico y generalmente se refieren a bacterias. Después de aplicar la estrategia más de la mitad de los alumnos (66.6%) logra identificar algún tipo específico de microbio, el 25% de los alumnos los consideran organismos unicelulares.

Cabe señalar que ningún alumno después de la estrategia menciona a los virus como microbios, antes de ésta, uno de los 24 alumnos los consideró como microbios..

La mayoría de los alumnos consideran que los microbios son seres vivos, sin embargo, antes de la estrategia, algunos (37.5%) no lo especificaban. Después de la aplicación casi todos los alumnos (95.8%) se refirieron a ellos como seres vivos.

Pregunta 2.			% de respuestas		% de respuestas	
¿En dónde se localiza a los microbios?			Grupo 1		Grupo 2	
			Pre - test	Pos test	Pre - test	Pos test
Fuera del cuerpo	1	Elementos del ambiente	29.4	20	29.2	27.2
	2	Alimentos	8.8	10	7.3	6.8
	3	Escenarios	26.4	3.3	31.7	25
En el cuerpo	4	De manera natural		3.3	4.8	4.5
	5	Como agente externo	5.8		12.1	6.8
	6	No especifica	11.7			
En todas partes	7	Dentro y fuera del cuerpo	5.8	16.6		
	8	No especifica	11.7	46.6	14.6	29.5

Pregunta 2.

Antes de la estrategia didáctica los alumnos localizaban a los microbios mayormente fuera del cuerpo: en elementos del ambiente (29.4%) como agua, tierra, aire (animales); o en escenarios (26.4%) refiriéndose principalmente a lugares sucios. Después de la estrategia los alumnos mencionan que los microbios se localizan en todas partes (46.6%) y en elementos del ambiente (20%).

Son pocos lo que refieren a los microbios localizados en el cuerpo. Antes de la estrategia se inclinaban por localizarlos como agentes externos que llegan al cuerpo (5.8%) y la mayoría de referencias de este grupo (11.7%) los ubican en el estomago no especificando si como parte de la flora natural del cuerpo o como patógenos. Después de la estrategia ya existen referencias de ubicación como parte natural del cuerpo (3.3%) y aunque las categorías 5 y 6 se encuentren ausentes, es probable que los alumnos las incluyan cuando se refieren en la categoría 8 a que los microbios se localizan en todas partes.

Cabe mencionar que después de la estrategia aumentó el porcentaje de referencias de ubicación de los microbios, especificando que se localizan tanto dentro del cuerpo como fuera de éste, de 5.8% a 16.6%.

Pregunta 3. ¿Qué es lo que hacen los microbios?			% de respuestas Grupo 1		% de respuestas Grupo 2	
			Pre - test	Pos - test	Pre - test	Pos - test
El cuerpo y la salud	1	Perjudican Enferman	68	11.1	80.7	80
	2	También benefician, curan o protegen	8	74	15.3	20
Transformación de alimentos	3	Perjudican Pudren	4		3.8	
	4	Benefician Transforman / Producen		3.7		
Elementos de cambio descomposición	5	Perjudican Contaminan	20	7.4		
	6	Benefician el ambiente		3.7		

Pregunta 3.

Antes de la estrategia la mayoría de los alumnos (68%) consideraba que los microbios sólo perjudican enfermando o contaminando (20%). Después de la aplicación de la estrategia, la mayoría de los alumnos (74%) consideró que los microbios además de enfermar también benefician al cuerpo, curando a través de medicamentos, protegiéndolo a través de las vacunas o ayudándolo en la digestión.

La intervención de los microbios en la transformación de los alimentos casi no es referida por los alumnos. Sin embargo, antes de la estrategia un alumno menciona que los microbios perjudican pudriendo los alimentos, y después de aplicar ésta, otro alumno distinto menciona la acción benéfica refiriéndose a la intervención de los microbios en la producción de alimentos.

Como elementos de cambio, los microbios como descomponedores de la materia orgánica actúan perjudicando a manera de contaminación (20%) antes de la estrategia y sólo el 7.4% opina de los alumnos opina lo mismo después de ésta. Los beneficios para el ambiente que la acción descomponedora de los microbios aporta se presenta sólo después de aplicada la estrategia y en un 3.7% del total de casos.

Pregunta 4. ¿Qué son los organismos unicelulares?		% de respuestas		% de respuestas	
		Grupo 1.		Grupo 2.	
		Pre - test	Post - test	Pre - test	Post - test
1	Seres vivos	56	44.3	24	24
2	Seres de una sola célula		3.4	52	48
3	Células	4		4	4
4	Agentes que enferman	8	13.7		
5	Microbios	4		4	4
6	Desechos	4			
7	No se sabe	16		4	8
8	Organismos pequeños	8			
9	Pequeñas cosas		6.8		4
10	Organismos de dos células			12	8

Pregunta 4.

La mayoría de los niños antes de la estrategia referían a los organismos unicelulares como seres vivos (56%), ninguno los diferenciaba como seres de una sola célula. Después de la aplicación de la estrategia didáctica la mayoría de los niños (44.3%) continúan pensando que son seres vivos, pero además ya los identifican como seres de una sola célula (31.7%)

Después de la estrategia ya no se reportan como agentes que enferman o desechos. Aumentan las referencias de los organismos unicelulares como microbios, de 4% a 13.7%.

Antes de la estrategia el 16% de los alumnos no sabía a qué se refería el término “organismos unicelulares”, después de la estrategia todos los alumnos contestaron la pregunta. Sin embargo, a diferencia de las ideas reportadas antes de la estrategia se encontró que después de su aplicación el 6.8% de los niños refirió a los organismos unicelulares como “pequeñas cosas”.

Pregunta 5. ¿Los organismos unicelulares son seres vivos? ¿Por qué?			% de respuestas Grupo 1.		% de respuestas Grupo 2.	
			Pre - test	Pos - test	Pre - test	Pos - test
Si porque	1	Se mueven	7.6	22.5	17.8	22.2
	2	Realizan funciones vitales	15.3	58	10.7	14.8
	3	Son células			17.8	11.1
	4	Son animales	3.8	3.2		
	5	Se contagian	3.8			3.7
	6	Son útiles	7.6	6.4		
	7	Son microbios	3.8			
	8	Son parte del cuerpo			28.5	18.5
	9	Tienen vida	7.6	3.2	7.1	3.7
No porque	10	Son pequeños	7.6			
	11	Son células			3.5	7.4
	12	Son desechos	3.8			
No se sabe	13		38.4	6.4	14.2	18.5

Pregunta 5.

Los alumnos identifican a los organismos unicelulares como seres vivos, antes de la estrategia didáctica en un 49.5%, después de la estrategia 93.3%.

Dentro de los atributos de vida mencionan al movimiento tanto antes como después de la aplicación de la estrategia didáctica 7.6% y 22.5% respectivamente. En la argumentación especifican funciones vitales como reproducción, respiración, nutrición y excreción 15.3% antes de la estrategia y 58% después de aplicarla.

El 18% de los alumnos no consideraban a los organismos unicelulares como seres vivos argumentando que son “células”, son “desechos” y son “pequeños”. Después de la estrategia ningún alumno negó la posibilidad de que no fueran seres vivos.

Antes de la aplicación de la estrategia, la mayoría de los alumnos (38.4%) desconocían si los organismos unicelulares son seres vivos o no. Después de la estrategia sólo el 6.4% se mantuvo en esta posición pues la mayoría (58%) especificó su argumentación mediante la realización de funciones vitales y movimiento (22.5%) principalmente.

Resultados de la tabla de características. Escuela primaria Luis Alvarez Barret. Grupo al que se aplicó la estrategia didáctica.

Característica		Frecuencia de respuestas. n=24					
		Si		No		No sé	
		Pre-test	Pos-test	Pre-test	Pos-test	Pre-test	Pos-test
1	Están vivos	22	23	2	1		
2	Respiran	7	22	12	2	5	
3	Producen desechos	14	19	4	3	6	2
4	Se alimentan	15	23	6	1	3	
5	Crecen	10	11	11	11	3	2
6	Se reproducen	18	22	4		2	2
7	Se mueven por sí mismos	18	18	6	3		3
8	Se pueden ver a simple vista	1		20	24	3	
9	Algunos son unicelulares	9	19	8	4	7	1
10	Están en el aire	15	23	7	1	2	
11	Están en el agua	14	23	5	1	5	
12	Están en el suelo	23	23	1	1		
13	De manera natural algunos están dentro del cuerpo	15	22	5	1	4	1
14	Algunos transforman alimentos	1	13	17	11	6	
15	Algunos enferman	18	23	5	1	1	
16	Algunos son importantes para el ambiente	6	16	12	5	6	3

Escuela primaria Luis Alvarez Barret. Grupo control.

Característica		Frecuencia de respuestas. n=25					
		Si		No		No sé	
		Pre-test	Pos-test	Pre-test	Pos-test	Pre-test	Pos-test
1	Están vivos	23	24			2	1
2	Respiran	6	13	4	5	15	7
3	Producen desechos	7	8	9	8	9	9
4	Se alimentan	10	13	3		12	12
5	Crecen	10	9	13	9	2	7
6	Se reproducen	21	20		2	4	3
7	Se mueven por sí mismos	19	18	3	5	3	2
8	Se pueden ver a simple vista			22	22	3	3
9	Algunos son unicelulares	11	15	4	4	10	6
10	Están en el aire	21	22	2	1	2	2
11	Están en el agua	18	19	3	3	4	3
12	Están en el suelo	21	23	2	2	2	
13	De manera natural algunos están dentro del cuerpo	18	22	1		6	3
14	Algunos transforman alimentos	2	2	10	9	13	14
15	Algunos enferman	19	20	2	3	4	2
16	Algunos son importantes para el ambiente	4	9	10	10	11	6

Anexo 4

Entrevista a la maestra titular del grupo

Entrevista a la maestra titular del grupo.

Realizada el último día de aplicación de la estrategia didáctica, en el mes de noviembre de 2006 a la maestra Martha, titular del grupo de 5º grado.

Entrevistador: ¿Cuáles son sus comentarios respecto a lo que presencié de la estrategia didáctica?

Maestra: Bueno, como ya le había comentado no, para mí es sorprendente ver que algunos niños que nunca...nunca participaron, o al menos hasta el momento conmigo se habían... retraído un poquito, ahorita estén muy desenvueltos ¿no? Como el ejemplo de Toño, que hace rato me sorprendía no, hasta levanté la cara de lo que estaba haciendo porque dije: -¿es Toño el que está hablando?-. Porque sí, o sea, él es un niño que no se presta muy bien; además de que están muy interesados, muy entusiastas por el trabajo que ustedes realizan ¿no? Eh, se interesaron, se motivaron, mmm... no sé a qué se debería. Quizás a la forma de evaluarlos ¿no?, de darles este incentivo de la puntuación, que a lo mejor a mí me ha faltado y... y que sí, a ellos los ha motivado porque están muy al pendiente de, de participar, de cumplir, de... de hacer.

A mí me parece que fue bueno el trabajo ¿no?, independientemente de que sí, estoy preocupada porque sí, van a hacer evaluaciones y a mí sí me apura un poquito el tiempo. Pero creo que fue muy valioso para ellos, creo que se interesaron. Eh... participaron, creo que la mayoría. Uno que otro que ahí se mantuvo al margen, pero creo que la mayoría participó. Ese es mi punto de vista, eso fue lo que yo vi...

...son participativos... ¡estoy conociéndolos apenas! No, no, yo creo que es un grupo que, este... yo incluso el año pasado sabía que era un bonito grupo. Pero cuando me dice su maestro: -"Es que no es tan bonito como se lo imagina"-, después ya me espantó. Pero siento que hay muchos niños rescatables aquí, de donde sacar. Y algunos pues... se pasan por ahí ¿no?, como le digo, de Brayan de Ernesto no, y a veces hasta entorpecen un poquito el trabajo. No dejan que los demás den sus puntos de vista, es lo que ellos dicen y eso es. Y así están hasta conmigo pero, les sirvió, les entusiasmó, están a gusto; incluso hace rato ya estaban: -"¿Por qué no han llegado?, ellos quedaron en venir". O sea, todo eso creo que sí valió. Ahora me gustaría que trajeran una de matemáticas.

Entrevistador: Maestra, de lo que vio, ¿hay algo que usted considere que le sirva en sus estrategias de enseñanza?

Maestra: Definitivamente el trabajo en equipo ¿no? Yo les había comentado que sí, sí lo había implementado, sí había yo trabajado en equipo, pero quizá no dándole el enfoque justo porque a lo mejor nosotros creemos que el trabajo en equipo es que ellos vengan y platicuen y sea uno el que exponga ¿no?, y los demás a lo mejor ni siquiera trabajan. A la mejor fue esa... fue esa estrategia la que me gustó; que el trabajo, aun siendo en equipo, fue benéfico ¿no? ¡Y además participaban todos! Lo poco que yo pude ver es que se involucraban todos aun discutiendo, aun...

Entrevistador: Como que trabajar no es juntar nada más a la gente.

Maestra: ¡Exactamente!, es a lo que yo me refiero. Darles tiempo... a que participen, y que participen todos ¿no? porque en el trabajo en equipo regularmente es uno el que lo hace.

Entrevistador: Gracias maestra.

Anexo 5

Fotografías de los cazadores de microbios



Antonio Van Leeuwenhoek



Louis Pasteur



Roberto Koch



Alexander Fleming

Anexo 6

Cuadros de referencia.

Para ubicar de una forma más clara a los microbios dentro de la diversidad de vida que hay en el planeta, se presenta un cuadro que incluye algunos ejemplos de seres vivos de cada uno de los distintos reinos y otro donde se presentan algunas características de seres que forman parte de la microvida.

Cuadro 1 Diversidad de la vida. Algunos ejemplos.

Reino	Ejemplos	
Monera	Bacterias : <i>Rhizobium</i> , cianobacterias, <i>Lactobacilo acidófilus</i> y otras	
Fungi	Ascomicetes (trufas, morillas, levaduras, líquenes...) Basidiomicetes (champiñones, setas, cuescos de lobo...) Hongos imperfectos (penicilio, cándida...) Hongos ficomicetes (moho de pan...)	
Protista	Algas (verdes, rojas, fosforescentes...) Protozoarios (paramecios, amibas...)	
Vegetal	Plantas con flores (arces, robles, cactus...) Helechos (Cabello de Venus, helecho águila...) Musgos (barbas de viejo, musgo de turba...) Plantas sin flores (pinos, cedros, juníperos...)	
Animal	Invertebrados	Mandibulados (insectos, ciempiés...) Arácnidos (arañas, pulgas, ácaros...) Moluscos (caracoles de mar, calamares...) Crustáceos (langostas, cangrejos, langostinos, camarones...) Nemátodos (gusanos redondos...) Anélidos (sanguijuelas, gusanos de tierra...) Celentéreos (medusas, corales, anémonas...) ... y otros.
	vertebrados	Peces (óseos, cartilagosos, sin mandíbula...) Aves (canoras, colibríes, de playa, loros y pericos, palomas, aves de rapiña, acuáticas, no voladoras, búhos, pingüinos...) Reptiles (lagartijas, serpientes, tortugas, lagartos, caimanes...) Anfibios (ranas y sapos, salamandras y tritones, cecilias...) Mamíferos. (roedores, murciélagos, carnívoros, primates, canguros y Walabíes...)

Cuadro 2. Microvida.

Reino	Tamaño	Ejemplo	Algunas características
Monera	0.01 mm de longitud	Rhizobium	Permite a las raíces de las plantas leguminosas absorber el nitrógeno del suelo.
	Entre 0.7 y 1 um de longitud	Streptococcus	Son esféricas, muchas de ellas suelen unirse en una cadena.
Fungi	Cuerpo fructífero 0.2 mm de diámetro	Moho del pan	Se alimentan a través de sus hifas, que digieren los azúcares y almidón que entran en contacto con ellas. Forman esporas.
	10 um de diámetro	Levaduras	Fermentan azúcares o almidón desprendiendo gas carbónico. Útiles en la elaboración de pan y cerveza.
Protista	0.3 mm	Vorticella (protozoo)	Su cabeza tiene cilios que se agitan para obtener alimentos.
	35 um	Amiba (protozoo)	Se mueve a través de pseudópodos o falsos pies.
	0.05 mm de longitud	Euglena (alga)	Tiene cloroplastos con los que aprovecha la energía del sol.
	Cada colonia alcanza 1mm de diámetro.	Volvox (alga)	Cada colonia contiene colonias hijas. Vive en charcas y arroyos.
	0.5 mm de altura	Ceratium (alga)	Vive en mares tropicales.

Continuación del cuadro 2.

Reino	Tamaño	Ejemplo	Algunas características
Animal (minianimales)	Hembra 2 mm de largo	Cyclops (crustáceo)	Constituye parte del zooplancton.
	0.2 mm de longitud	Ácaro del polvo (arácnido)	Buscan trozos de piel muerta que desprendemos constantemente.
	2 mm de longitud	Piojo de los libros (insecto)	Come hongos microscópicos que crecen sobre el yeso y el papel de libros viejos.
	0.5 mm	Arador de la sarna (ácaro)	La hembra cava un túnel en nuestra piel y pone sus huevos dentro.
	3 mm	Piojos (insectos)	Chupan sangre. Las hembras pegan sus grandes huevos (liendres) sobre los cabellos con una secreción adhesiva especial.
	1.5 mm	Pulga de agua (crustáceo)	Vive en estanques y se alimenta filtrando organismos menores que la rodean.
	0.25 mm de largo	Ácaro de los folículos	Se alimenta de restos muertos de la piel y contribuye a mantener los pelos (como los de las pestañas) limpios.
	0.3 mm de largo	Tardígrado (también llamado oso de agua)	Puede sobrevivir deshidratado durante varias décadas hasta que las condiciones de humedad vuelvan.