



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO
FACULTAD DE PSICOLOGÍA**

**“LAS IDEAS PREVIAS DE LOS ALUMNOS
DE BACHILLERATO SOBRE LA CÉLULA:
FORMA Y TAMAÑO”**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LIC. EN PSICOLOGÍA**

**P R E S E N T A
IRMA MIRZA SILVA ROJAS**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. RIGOBERTO LEÓN SÁNCHEZ
REVISORA: LIC. MARÍA EUGENIA MARTÍNEZ COMPEÁN**



MÉXICO, D.F. CIUDAD UNIVERSITARIA, 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO
FACULTAD DE PSICOLOGÍA**

**“LAS IDEAS PREVIAS DE LOS ALUMNOS
DE BACHILLERATO SOBRE LA CÉLULA:
FORMA Y TAMAÑO”**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LIC. EN PSICOLOGÍA**

**P R E S E N T A
IRMA MIRZA SILVA ROJAS**

Miembros del Jurado:

Presidente: Dr. Germán Álvarez Díaz de León

Vocal: Dra. Piedad Aladro Lubel

Secretario: Lic. María Eugenia Martínez Compeán

Suplente: Dr. Rigoberto León Sánchez

Suplente: Lic. Patricia Guillermina Moreno Wonchee



MÉXICO, D.F. CIUDAD UNIVERSITARIA, 2008

Dedico este trabajo:

***A mi mamá, Ma. de Jesús Rojas,**
Porque pude llegar a esta meta con tu apoyo
y tu amor, porque en todos mis años de
estudio estuviste a mi lado. Lo logramos!*

***A mi hermana Irazema,**
Has sido un gran ejemplo de cómo ser una
buena estudiante y de como hay que esforzarse
para llegar al final. Esto también es para ti*

***A mi papá, Carlos Silva,**
He culminado un paso más en mi desarrollo
personal, hoy te dedico este trabajo.*

***A mi amor, Miguel Bárcenas,**
Viviste conmigo todo el proceso para llegar
hasta aquí; por eso, una parte de este trabajo
también es tuyo.*

Con todo mi amor gracias...

Al ángel que me dio la vida, gracias mamá por el apoyo, por el amor, por las enseñanzas, porque no pude tener mejor mamá, por todo... Te amo.

Al ángel que ha crecido conmigo, mi hermana, Gracias por hacer mi vida más alegre y divertida, sin ti, no sería la misma. Te amo.

Al ángel con el que comparto mi vida y me hace tan feliz. Los sueños se cumplen, gracias por hacerme creer en ellos. Te amo mi cielo.

Al apoyo y empuje que me ofreció Manolo Moreno; padrino, me has enseñado que el cariño no implica la cercanía física o geográfica. Te quiero.

Al Dr. Rigoberto León por su paciencia, por su disposición, por sus enseñanzas.

A las maestras Piedad y Paty, por su respaldo, confianza y consejos.

Finalmente, infinitas gracias a la Facultad de Psicología y la Universidad Nacional Autónoma de México por todas las experiencias vividas de las que no he dejado de aprender

Índice

Resumen	5
Introducción	7
Capítulo 1. Constructivismo e ideas previas.	
1.1 Antecedentes teóricos del constructivismo.....	10
1.2. Tipos de constructivismo.....	15
1.3. Antecedentes teóricos de las Ideas previas.....	19
1.4. Importancia del aprendizaje y enseñanza de las ciencias.....	41
Capítulo 2. Cambio conceptual.	
2.1 Antecedentes teóricos del cambio conceptual.....	45
2.2 Revisión de investigaciones en el campo de la enseñanza de las ciencias.....	50
Capítulo 3. Estudio de las ideas previas en alumnos de bachillerato en el tema celular: tamaño y forma.	
3.1. Planteamiento del problema	
3.1.1. Justificación.....	60
3.1.2. Objetivos General.....	60
3.1.3. Objetivos específicos.....	60
3.1.4. Preguntas de investigación.....	61
3.2. Método	
3.2.1. Participantes.....	61
3.2.2. Instrumento	61
3.2.3. Procedimiento.....	62
3.3. Resultados.....	63
Conclusiones.....	80
Sugerencias y aportaciones.....	84
Referencias.....	86
Anexo 1.....	92
Anexo 2.....	97

Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación de las preguntas por objetivo. Tema: Tamaño.....	66
Tabla 2. Clasificación de las preguntas por objetivo. Tema: Forma.....	67
Tabla 3. Clasificación de las preguntas por tipo de respuesta. Tema: Tamaño.....	68
Tabla 4. Clasificación de las preguntas por tipo de respuesta. Tema: Forma.....	69
Tabla 5. Respuestas por grupo a la pregunta C2P12.....	71

Resumen

El siguiente trabajo se centró en identificar las ideas previas sobre la célula en cuanto a dos características. El objetivo principal de este estudio es el de determinar las ideas previas de los alumnos de bachillerato en los temas de forma y tamaño celular dependiendo de su formación académica y de la institución académica en la que estudian. El estudio se realizó en estudiantes del último año de la enseñanza media superior. Se utilizaron cuatro grupos: dos de diferentes instituciones académicas (CCH-UNAM y CETIS) y con dos intereses académicos diferentes, por un lado alumnos con interés por el área de las ciencias biológicas y por el otro del área físico-matemáticas. La intención del estudio era detectar diferencias entre las ideas de los jóvenes dependiendo del tipo de institución en el que realizaban sus estudios y del interés que tenían por un área de conocimiento determinada, no se tomó en cuenta el sexo ni la edad de los participantes, solamente que estuvieran cursando el último año de la enseñanza media superior. Se tomaron 25 cuestionarios al azar de cada uno de los grupos 4 grupos a los que se les aplicó el instrumento.

El instrumento aplicado estaba integrado por dos de los cuestionarios empleados por Flores y cols. (2000): forma de la célula y tamaño de la célula. Estos cuestionarios permiten identificar cuáles son las ideas que mantiene el alumno sobre dichos temas y cuál es la manera en que explican dichas ideas. Una vez aplicados los cuestionarios, se agruparon las respuestas y se obtuvieron frecuencias para localizar cuáles respuestas eran las más elegidas. En cuanto a las justificaciones, estas se agruparon de acuerdo a la similitud de la idea que manifestaban los estudiantes. Con esta información se presenta un análisis cualitativo de las ideas detectadas con los instrumentos.

Para apoyar la investigación, se presenta una breve revisión, de lo que son las ideas previas en un contexto constructivista y la importancia que tienen para el aprendizaje y enseñanza de las ciencias. Además se consideran algunos antecedentes sobre el cambio conceptual, el cuál también está relacionado con el tema como uno de los fines tras la identificación de las ideas previas. Finalmente en cuanto a las revisiones teóricas que apoyaron

este trabajo, se revisan algunas investigaciones que se han realizado en el campo de la enseñanza de las ciencias en los últimos años.

Introducción

Buena parte de la bibliografía relacionada con el estudio de las ideas previas, ha señalado una preocupación sobre la forma en que los alumnos asimilan la información proporcionada por la educación en la escuela básica, media y superior. Los investigadores han demostrado que no siempre hay una buena adquisición de los conceptos científicos y que se van acumulando las ideas erróneas a lo largo de la vida académica del estudiante.

El estudio de las ideas previas nos puede permitir establecer una visión que permita la mejor comprensión de los problemas conceptuales de los estudiantes y la manera en que representan determinados temas, en este estudio se identificarán las ideas previas que los participantes sostienen acerca del tema de la célula, de manera precisa el tamaño y la forma de esta; ya sea en células animales o vegetales.

Para esta investigación, se buscaron poblaciones aparentemente contrastantes y de las que supondríamos que por la diferencia de planes de estudio, de estilos de enseñanza-aprendizaje y las características de los estudiantes, encontraríamos discrepancias en las ideas previas que mantienen los alumnos acerca del tamaño y la forma de la célula. De este modo, tenemos dos características que podrían marcar la diferencia entre los grupos: por una parte la institución a la que pertenecen, y por la otra el interés de estudio de los jóvenes. Así, se eligieron alumnos del último año de la educación media superior de dos diferentes escuelas: el Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM y el Centro de Estudios Tecnológicos, Industriales y de Servicios, y las dos áreas de estudio elegidas fueron la físico-matemáticas y la de ciencias químico-biológicas. Con la obtención de los resultados de este tipo de estudios se consiguen puntos de partida para realizar propuestas de enseñanza que puedan dirigirse a la transformación o a la mejor adquisición de las representaciones que elaboran los estudiantes sobre determinados contenidos, en este caso del tema celular.

El constructivismo ha significado, en el ámbito educativo, considerar la importancia del conocimiento previo del alumno en la construcción del

conocimiento. Una de las piezas clave para la mejora de la educación es la investigación orientada a conocer cuáles pueden ser las condiciones y circunstancias que favorezcan el perfeccionamiento del proceso formativo. Para poder mejorar o dar mayor utilidad a estas condiciones, una de las herramientas útiles es la identificación de las ideas previas o preconcepciones.

Lo anterior exige realizar una revisión de los temas ya mencionados. Por ello, en el primer capítulo se revisan las nociones sobre constructivismo que han manejado diferentes autores en las últimas décadas destacando dos clases de constructivismo: el radical y el social. También se revisan los antecedentes teóricos sobre las ideas previas, cuáles son sus características, su importancia, la manera en como han sido denominadas, el origen y la utilidad que han tenido. Una vez descritas las características de las ideas previas, se incluye un apartado para relacionarlas con el campo de la enseñanza de las ciencias. Como ha señalado Pozo (1987), el primer problema para el aprendizaje de las ciencias en el alumno es la naturaleza de las ideas previas, y a partir de estas surgen el resto de las problemáticas como lo son el cambiar las teorías existentes, el conflicto cognitivo y la toma de conciencia. Se ha demostrado que existe una dificultad notable al intentar modificar los conceptos científicos existentes, al menos por las formas tradicionales de enseñanza.

En el desarrollo del segundo capítulo se aborda el tema de cambio conceptual y se hace una breve revisión de las investigaciones realizadas en el campo de la enseñanza de las ciencias. Es importante abordar los elementos básicos del cambio conceptual para poder entender porque es importante la determinación de las ideas previas para buscar un debilitamiento de estas y al mismo tiempo fortalecer el estado de las nuevas concepciones. Al finalizar el capítulo, se destacan algunos estudios realizados en los últimos años relacionados con relación a temas de biología, en este caso en el tema celular.

En el año 2000 un grupo de investigadores de la UNAM, (Flores, 2000) realizaron una investigación sobre las ideas previas que los alumnos de

bachillerato sostenían en el tema celular, su instrumento incluía una serie de cuestionarios con diferentes tópicos relacionados con la célula de los cuales se tomaron dos de ellos, de la forma y el del tamaño. Como han señalado dos de los autores, Flores y Gallegos (1993), no debemos perder de vista que la formación conceptual es un proceso relativamente de largo plazo, en donde interviene el propio desarrollo cognoscitivo del estudiante y los procesos de cambio conceptual, que es uno de los principales obstáculos para el aprendizaje de la ciencia, por la resistencia natural al cambio que presentan los preconceptos de los estudiantes.

CAPÍTULO 1. Constructivismo e Ideas Previas

1.1. Antecedentes teóricos del constructivismo

A raíz de los avances en psicología cognoscitiva, ha surgido un punto de vista sobre el aprendizaje denominado **constructivismo**, el cual enfatiza el hecho de ver al aprendiz como constructor o productor activo de conocimiento que busca la solución de problemas contextualizados colocando al alumno en el centro de todo aprendizaje. La revisión bibliográfica ha mostrado un uso indiscriminado del término y han sido varios los autores que han definido dicho vocablo con diferentes puntos de vista, hay quienes dan prioridad al origen del conocimiento, otros lo toman como teoría del desarrollo o como una propuesta socio-cultural. (Hernández, 1997).

El punto común de las actuales elaboraciones constructivistas está dado por la afirmación de que el conocimiento no es el resultado de una mera copia de la realidad preexistente, sino de un proceso dinámico e interactivo a través del cual la información externa es interpretada y re-interpretada por la mente que va construyendo progresivamente modelos explicativos cada vez más complejos y potentes.

Según Duit, (1995), la “moda” constructivista ha devenido una poderosa guía en los intentos de analizar y remediar las dificultades investigadas en el ámbito de las concepciones que tienen los estudiantes, dado que hace posible comprender las concepciones intuitivas de los estudiantes y, además, guía los intentos para remediar las dificultades de un amplio espectro de consecuencias tanto de enseñanza como de aprendizaje.

Al hacer referencia al constructivismo se está haciendo mención a un conjunto de elaboraciones teóricas, concepciones, interpretaciones y prácticas que junto con un cierto acuerdo entre sí, poseen también una diversidad de perspectivas, interpretaciones y prácticas bastante diversas y que hacen difícil el considerarlas como una sola. La definición de Von Glasersfeld sobre constructivismo es descrita como una “teoría del conocimiento con raíces en la filosofía, la psicología y la cibernética” (Murphy, 1997)

El constructivismo surge con Piaget a partir de una profunda insatisfacción con las teorías del conocimiento de la tradición filosófica occidental. En dicha tradición, el conocimiento representa el mundo real separado e independiente del sujeto cognoscente; además, este conocimiento será considerado como verdadero si refleja de manera correcta ese mundo independiente.

De acuerdo con Hernández (1998), los orígenes del paradigma constructivista datan de la tercera década del siglo XX y se encuentran en los primeros trabajos realizados por Jean Piaget sobre la lógica y el pensamiento verbal de los niños.

El enfoque psicológico constructivista de Piaget se interesa menos por las representaciones “correctas”, y más por la forma en que los individuos construyen significados. Piaget tenía un interés especial en la lógica y la construcción de conocimientos universales que no pueden aprenderse directamente del entorno, es decir, conocimientos como la conservación o la reversibilidad. Este tipo de conocimientos provienen de la reflexión y de la coordinación de nuestras propias cogniciones o pensamientos, no del mapeo de la realidad externa. Piaget creía que el ambiente social es un factor importante en el desarrollo; pero no consideraba que la interacción social fuese el principal mecanismo para modificar el pensamiento. (Woolfolk, 2006).

Piaget (cit. Gómez-Granell y Coll, 1994), defiende una posición constructivista de la adquisición del conocimiento que se caracteriza por lo siguiente:

- ◇ Entre el sujeto y el objeto de conocimiento existe una relación dinámica y no estática. El sujeto es activo frente a lo real e interpreta la información proveniente del entorno.

- ◇ Para construir conocimiento no basta con ser activo frente al entorno. El proceso de construcción es un proceso de reestructuración y reconstrucción, en el cual todo conocimiento nuevo se genera a partir de otros previos (preconcepciones). Lo nuevo se construye siempre a partir de lo adquirido y lo trasciende.

- ◇ El sujeto es quien construye su propio conocimiento. Sin una actividad mental constructiva propia e individual, que obedece necesidades internas vinculadas al desarrollo evolutivo.

Frente al problema de cómo explicar una determinada construcción a partir de otra de nivel inferior, los piagetianos señalan que esto es posible porque en el paso hacia el nivel superior ocurre un proceso activo de reconstrucción (en el cual interviene de manera fundamental un mecanismo de autorregulación) desarrollado a partir de las reconstrucciones de las estructuras de nivel inferior (correlaciones, diferenciaciones, etc.) a las que se suman nuevos conocimientos. (Hernández 1998).

Es evidente que muchos de los principios del constructivismo son asumidos por la teoría piagetiana. Sin embargo, la concepción constructivista piagetiana implica algunas limitaciones importantes que conviene señalar.

En primer lugar, la teoría piagetiana se ha ocupado fundamentalmente de la construcción de estructuras mentales y ha presentado una escasa o nula atención a los contenidos específicos. Los trabajos de Piaget se han centrado en la génesis de estructuras y operaciones de carácter lógico, cada vez más complejas y potentes, que dotan al individuo de una mayor capacidad intelectual, y por tanto, le permiten una mayor aproximación a objetos de conocimiento más complejos. Piaget estaba interesado en identificar, describir y explicar principios y procesos generales de funcionamiento cognitivo (asimilación, acomodación, equilibración, etc.), y en estudiar cómo esos principios intervienen en la construcción de las categorías lógicas del pensamiento racional (espacio, tiempo, causalidad, lógica de las clases, etc.).

En segundo lugar, el proceso de construcción del conocimiento es un **proceso** fundamentalmente **interno e individual**, basado en el proceso de equilibración, que la influencia del medio solo puede favorecer o dificultar. El dialogo se establece entre sujeto y objeto, y la mediación social no constituye un factor determinante, ya que la construcción de estructuras intelectuales progresivamente más potentes obedece, en último termino a una necesidad interna de la mente.

En resumen, las propuestas pedagógicas inspiradas en el constructivismo piagetiano se caracterizan frecuentemente por la poca atención prestada a los contenidos y a la interacción social.

Básicamente puede decirse que el constructivismo es la representación que mantiene que el individuo tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos no es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción de estos dos factores.

En consecuencia, según la posición constructivista, el conocimiento es una construcción individual del ser humano. Carretero, (1993), se cuestiona sobre con qué instrumentos realiza la persona dicha construcción, el mismo señala que fundamentalmente con los esquemas que ya posee, es decir, con lo que ya construyó en su relación con el medio que le rodea.

Dicho proceso de construcción depende de dos aspectos fundamentales:

- ◇ De los **conocimientos previos** o representación que se tenga de la nueva información, o de la actividad o tarea a resolver.
- ◇ De la **actividad externa o interna** que el aprendiz realice al respecto

En opinión de Campanario, (1996), la opción básica que asume la concepción constructivista es la enseñanza adaptada, que propone hacer frente a la diversidad mediante la utilización de métodos de enseñanza diferentes en función de las características individuales de los alumnos. Propone métodos de enseñanza diferenciados para la totalidad del alumnado dentro del currículum común.

Carretero (1993), propone de una manera muy particular los siguientes aspectos del constructivismo:

- 1) *El aprendizaje es una actividad solitaria.* Casi un vicio solitario, en la medida en que la visión de Piaget, Ausubel y la psicología cognitiva se basa en la idea de un individuo que aprende al margen de su contexto social. Por supuesto, a la hora de los parabienes teóricos se concede un papel a la cultura y a la interacción social, pero no se especifica cómo interactúa con el desarrollo cognitivo y el aprendizaje. Ciertamente, en las elaboraciones teóricas tampoco se concede un lugar a una unidad de análisis que permita estudiar las relaciones entre lo social y lo individual. En definitiva: estos autores nos transmiten la imagen de un ser que aprende básicamente en solitario

- 2) *Con amigos se aprende mejor.* Esta posición ha sido mantenida por investigadores constructivistas que pueden considerarse a medio camino entre las aportaciones piagetianas y cognitivas y los vygotskianas. Por ejemplo, por los que han mantenido que la interacción social produce un favorecimiento del aprendizaje mediante la creación de conflictos cognitivos que causan un cambio conceptual. Es decir, el intercambio de información entre compañeros que tienen diferentes niveles de conocimiento provoca una modificación de los esquemas del individuo y acaba produciendo aprendizaje, además de mejorar las condiciones motivacionales de la instrucción y el contexto social sobre el mecanismo de cambio y aprendizaje individual.

- 3) *Sin amigos no se puede aprender.* Esta sería la proposición vygotskiana radical que en la actualidad ha conducido a posiciones como la “cognición situada” (en un contexto social). Desde esta posición se mantiene que el conocimiento no es un producto individual sino social. Así pues, cuando el aprendiz está adquiriendo información, lo que está en juego es un proceso de negociación de contenidos establecidos arbitrariamente por la sociedad. Por tanto, aunque el alumno realice también una actividad individual, el énfasis debe ponerse en el intercambio social. Como probablemente resultará evidente para muchos lectores, el peligro que puede tener un enfoque

como este es el riesgo de la desaparición del alumno individual, es decir, de los procesos individuales de cambio.

Las anteriores tres observaciones señaladas por Carretero las encontraremos ligadas con la mayoría de los autores abordados, no es viable abordar el tema del aprendizaje dejando a un lado las nociones básicas de un individuo activo, que construye sus esquemas, los modifica y los aplica de manera individual y en un contexto social.

Algunos críticos del aprendizaje como Matthews, Osborne y Phillips (citados en Staver, 1998) reconocen las contribuciones del constructivismo en la práctica educativa: (a) introducir la problemática epistemológica en las discusiones sobre el aprendizaje y el curriculum; (b) proveer datos empíricos que aumentan el conocimiento sobre las dificultades presentes en el aprendizaje de la ciencia; (c) fomentar el desarrollo de métodos innovadores en la enseñanza de la ciencia e, (d) incrementar nuestra conciencia sobre los aprendices.

Sin embargo, a la vez, mantienen que el constructivismo (a) es un instrumento epistemológico defectuoso; (b) tiende hacia el relativismo; (c) no se escapa de la visión empirista tradicional y, (d) no aporta un retrato preciso de la práctica de la ciencia. Es decir, mientras que los críticos, por un lado, alaban las aplicaciones del constructivismo, por otra parte arguyen que esta perspectiva es defectuosa.

1.2. Tipos de constructivismo

Juan Delval (1997), uno de los exponentes del constructivismo, aborda claramente la naturaleza del constructivismo señalando que: “este constituye una posición epistemológica, es decir, referente a cómo se origina y también a cómo se modifica el conocimiento, como tal, no debe confundirse con una posición pedagógica”. En el mismo texto propone una serie de requisitos para lograr ser una teoría constructivista.

- 1º. El constructivismo presupone la existencia de estados internos en el sujeto;

- 2º. El sujeto establece representaciones que se atribuye a la realidad, pero que son construcciones suyas;
- 3º. El constructivismo es una teoría genética, es decir, que explica la génesis del conocimiento desde sus inicios;
- 4º. El sujeto tiene un papel activo en la construcción del conocimiento, es decir, que busca, provoca, e interpreta las resistencias de la realidad.
- 5º. Las unidades psicológicas del funcionamiento del sujeto son los esquemas.

El cuarto punto es uno de los principios a los que la gran mayoría de los autores hacen mención: un sujeto activo en la construcción de sus conceptos. En el último punto nos hemos referido al término “esquemas” al que se le hará una breve revisión más adelante por su importancia en el estudio de las ideas previas y el cambio conceptual.

Constructivismo Radical

Según Ernest (1995), la estructura cognitiva del sujeto está compuesta de una colección de estructuras que le permiten al sujeto interpretar (construir) los datos del mundo exterior y adaptarse a él. El sujeto cognoscente genera esquemas cognitivos para guiar sus acciones y representar sus experiencias. Éstas son probadas de acuerdo a qué tan bien se “ajustan” al mundo de su experiencia. Por tanto, los esquemas que se “ajustan” son adoptados tentativamente y retenidos para guiar la acción.

En consecuencia, para el constructivista radical los estudiantes aprenden a través de una secuencia uniforme de organizaciones internas, cada una más abarcadora e integrativa que sus predecesoras. Para promover el aprendizaje, el profesor o diseñador del currículo trata de acelerar el paso de la reorganización ayudando a los estudiantes a examinar la coherencia de sus actuales formas de pensar. Como indica Glasersfeld (citado en Ernest, 1995) “la función de la cognición es adaptativa y sirve a la organización del mundo experimental, no al descubrimiento de la realidad ontológica”.

Constructivismo Social

Por otro lado, los constructivistas sociales insisten en que la creación del conocimiento es más bien una experiencia compartida que individual. La interacción entre organismo y ambiente posibilita el que surjan nuevos caracteres y rasgos, lo que implica una relación recíproca y compleja entre el individuo y el contexto.

Ontología

En este terreno, conviene recordar la propuesta de Vygotsky a quien le preocupan más bien los cambios que el hombre provoca en su propia mente y se fija en aquellos apoyos externos que le permiten meditar un estímulo, esto es, representarlo en otro lugar o en otras condiciones. (Alvarez y del Río). Vygotsky creía que la interacción social, las herramientas y las actividades culturales modelan el desarrollo y el aprendizaje individual (Woolfolk, 2006). Así podemos destacar que el proceso de desarrollo psicológico individual no es independiente o autónomo de los procesos socioculturales en general, ni de los procesos educacionales en particular, la postura vygotskiana señala explícitamente que no es posible estudiar ningún proceso de desarrollo psicológico al margen del contexto histórico-cultural en que está inmerso (Rogoff, 1993 en Hernández 1998).

Retomando a Glasersfeld, el constructivismo social, centra su enfoque sobre el estudio de la elaboración del sentido a través del lenguaje. El conocimiento es creado y legitimizado mediante el intercambio social. Gergen, (en Staver,1998) en relación al constructivismo social, señala tres puntos esenciales:

Primero, la interdependencia social es el conducto a través del cual nosotros atendemos al significado del lenguaje. El lenguaje es el medio mediante el cual los seres humanos comunican y coordinan sus esfuerzos.

Segundo, al interior del lenguaje, su sentido depende del contexto de la interdependencia social. La localización de los referentes en el lenguaje subyace en las ocurrencias históricas y sociológicas particulares.

Tercero, la función desempeñada por el lenguaje es esencialmente comunal. Es decir, el lenguaje gobierna nuestras funciones en nuestras comunidades. De manera similar, a los propósitos de la cognición en el constructivismo radical de Glasersfeld, el propósito del lenguaje no es reflejar el mundo externo de una manera existente.

De acuerdo con Ernest, (1995), el constructivismo social considera a los sujetos y el dominio social como interconectados. Por tanto, la metáfora de la mente que sostiene este paradigma es la mente como conversación; es decir, las personas en interacción y el diálogo de los significados lingüísticos y extralingüísticos. Así, la mente es vista como parte de un contexto más amplio: "la construcción social del significado". El modelo del mundo es el de un mundo socialmente construido que crea (y restringe) las experiencias compartidas de la realidad física subyacente, aunque la interacción entre sujeto y mundo exterior nunca da un retrato verdadero de la realidad.

El paradigma adopta un realismo ontológico: existe un mundo afuera de nosotros que apoya las apariencias que compartimos, pero no tenemos un conocimiento certero de él. La mente como conversación supone el lenguaje en la interacción entre las personas. Por tanto, se reconoce que buena parte de la instrucción y del aprendizaje se genera a partir de un medio que es el lenguaje.

Detrás de esta posición social y contextualista, es posible identificar una perspectiva situada, donde la persona y el entorno contribuyen a una actividad, donde la adaptación no es del individuo al ambiente sino que son el individuo y el ambiente los que se modifican mutuamente en una interacción dinámica.(LaCasa, 1994).

Staver, (1998), señala que el constructivismo radical y el constructivismo social comparten mucho en común:

- 1º. El conocimiento es activamente construido al interior de cada uno de los miembros de una comunidad y por la comunidad en sí misma. Si el conocimiento de un individuo es visto como

conocimiento por su comunidad, depende de la consistencia de lo que el individuo sabe y de lo que la comunidad acuerde considerar como conocimiento.

2º. La interacción social entre los individuos en una variedad de escenarios comunitarios, sociales y culturales son centrales en la construcción del conocimiento tanto por los individuos como por las comunidades.

3º. El carácter de la cognición y del lenguaje empleado para expresar la cognición es funcional y adaptativo.

4º. El propósito de la cognición y del lenguaje es brindar coherencia al mundo experiencial del sujeto y al conocimiento base de la comunidad.

Las diferencias entre ambas clases de constructivismo subyacen en su enfoque de estudio. El constructivismo radical se enfoca en la cognición y en los individuos; el constructivismo social se enfoca en el lenguaje y el grupo.

1.3. Antecedentes teóricos de las ideas previas

El tema central de este estudio es el de la identificación de las ideas previas en estudiantes de bachillerato, para poder entender mejor en qué consisten las ideas previas, revisaremos algunas propuestas recientes de diferentes autores que han realizado estudios relacionados con este tópico.

De acuerdo con Gómez-Granell y Coll, (1994), el conocimiento es el resultado de un proceso dinámico e interactivo a través en el que la información, como ya se mencionó previamente, es interpretada y reinterpretada por la mente que construye progresivamente modelos explicativos cada vez más complejos. Conocemos la realidad a través de los modelos que construimos para explicarla, siempre susceptibles de ser mejorados o cambiados.

Los **conceptos**, de acuerdo a Giordan (1987), son a la vez el producto y el proceso de una actividad de construcción mental de la realidad. Esta elaboración se efectúa con seguridad a partir de las informaciones que el discente recibe por medio de sus sentidos, pero también a través de las

relaciones que mantiene con otros, individuos o grupos, en el curso de su vida y que quedan grabados en la memoria. Estas informaciones son codificadas, organizadas y categorizadas en un sistema cognitivo global y coherente, en relación con sus preocupaciones y con la utilización que haga de las mismas. Al mismo tiempo los conceptos anteriores filtran, escogen y elaboran las informaciones recibidas y pueden ser completados, limitados o transformados, lo que da lugar a nuevos conceptos.

Los conceptos son índices de un modelo, un tipo de discurso intelectual, en respuesta a un problema o una serie de problemas

Como indica Duit (1995), la investigación en el área de las concepciones de los estudiantes comenzó a mediados de la década de los años 70 investigándolas en el nivel del contenido. Parece obvio que los estudiantes no entran a la escuela con la mente en blanco, sino que ya poseen una serie de concepciones profundamente enraizadas acerca de los conceptos, principios y fenómenos que serán enseñados en la escuela, de ahí que resulta útil identificar las ideas con las que llegan los alumnos para valorar los contenidos revisados.

El aprendizaje no es una actividad que se pueda compartir, sino un asunto en el que la responsabilidad es del individuo (Novak, 1998), desde una posición constructivista. En las últimas décadas se ha incrementado el interés por el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias, las investigaciones realizadas en gran parte han centrado su atención en estudiar los procesos, técnicas y habilidades, entre otros aspectos, que se involucran en los mencionados ámbitos dentro del aula. Las ideas previas son uno de los componentes en donde los especialistas han centrado su atención.

Hoy se sabe que los estudiantes mantienen un conjunto diverso de ideas previas o preconcepciones sobre los contenidos científicos que casi siempre son erróneas y se reconocen unánimemente que estas ideas previas son uno de los factores clave que deben tenerse en cuenta como condición necesaria (aunque no suficiente) para un aprendizaje significativo de las ciencias. (Campanario y Otero, 2000).

El modelo constructivista está jugando hoy ese papel integrador, tanto de las investigaciones en los diferentes aspectos de la enseñanza/ aprendizaje de las ciencias, como de las aportaciones procedentes del campo de la epistemología, psicología del aprendizaje, etc. De este modo, las propuestas constructivistas se han convertido en el eje de una transformación fundamentada de la enseñanza de las ciencias

Los investigadores en enseñanza de las ciencias comenzaron a estudiar las ideas previas o preconcepciones de los alumnos motivados, en gran parte, por la recomendación de Ausubel sobre la importancia de elegir los conocimientos previos de los estudiantes como punto de partida para la instrucción (Ausubel, Novak y Hanesian, 1993; citados en Carretero y Otero, 2000, p.156).

Podemos decir que las ideas previas son construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos, y para brindar explicaciones, descripciones o predicciones. Son construcciones personales, pero a la vez son universales y muy resistentes al cambio: muchas veces persisten a pesar de largos años de instrucción escolarizada. (Bello, 2004)

Es una característica esencial de la visión constructivista que las concepciones ya existentes de los estudiantes guíen su comprensión de la información presentada por los profesores o los libros de texto. Muchas de las dificultades en el aprendizaje son debidas al hecho de que los estudiantes ya sostienen concepciones de los conceptos, fenómenos y principios presentados en la enseñanza. Frecuentemente, dichas preconcepciones son considerable, e incluso, totalmente diferentes de las concepciones científicas. Las concepciones que los estudiantes sostienen son el resultado de experiencias cotidianas o de lecciones previas acerca de la ciencia. Las principales fuentes de las concepciones cotidianas son: la experiencia sensible, el lenguaje cotidiano, los medios de comunicación y las conversaciones en el contexto doméstico. Una consecuencia de que estas concepciones provenientes tengan su fuente en la experiencia cotidiana es

que se encuentran profundamente enraizadas. Por ejemplo, existen muchos estudios sobre las concepciones de los estudiantes antes de la instrucción. Dado que dichas concepciones están principalmente basadas en la experiencia sensible intuitiva, también han sido llamadas concepciones intuitivas. (Duit, 1995).

Para referirse a las ideas previas se han utilizado una diversidad de términos: Concepciones alternativas, Esquemas alternativos, Ideas erróneas, Errores conceptuales, Creencias "naives", Ciencia de los niños, Concepciones precientíficas o preconcepciones, Teorías de sentido común, Razonamientos espontáneos, Modelos personales de la realidad, y un largo etcétera hasta un total de 28 términos (Abimbola 1988).

A las anteriores, se deben comentar algunas cuestiones respecto a esas denominaciones ya que detrás de ellas se esconden importantes diferencias epistemológicas.

Las dos primeras (concepciones y esquemas alternativos) han sido utilizadas como sinónimos; hoy, sin embargo, diversos investigadores consideran que la concepción alternativa sería lo que el alumno o alumna piensa sobre algo, mientras que el esquema alternativo sería el conjunto de las relaciones o asociaciones que el profesor o profesora supone que existen entre las diversas concepciones del alumnado. Eso permitiría estudiar las estructuras de conocimiento y su dinamismo.

Algunas de estas expresiones: ideas erróneas, errores conceptuales, centran su atención en el contenido y su correcto aprendizaje (centran su atención en los defectos del alumnado) mientras que otras: creencias "naives", razonamientos espontáneos, concepciones precientíficas o preconcepciones, ciencia de los niños, teorías de sentido común, modelos personales de la realidad... valoran más el desarrollo de un proceso razonado, coherente o de respuesta a la realidad, con independencia de que sea diferente a la interpretación científica.

De acuerdo con Suárez y Patiño, para evitar disputas irresolubles parece existir un cierto consenso en utilizar un término más neutral: concepciones alternativas que expresaría el conocimiento que el alumnado posee previamente a los procesos de instrucción en cada una de las áreas. De tal manera que en la bibliografía podemos encontrar diferentes propuestas en cuanto a la denominación de estas ideas pero con un mismo fin.

Es necesario no olvidar los trabajos de Piaget (1971), que plantean el rastreo del origen psicológico de las nociones hasta sus estadios precientíficos, o de Ausubel (1978), quien llega hasta afirmar: "si yo tuviera que reducir toda la psicología educativa a un sólo principio, enunciaría éste: averígüese lo que el alumno ya sabe y enséñese consecuentemente". (Suárez, 2006)

La mayoría de los estudios, realizados en campos muy diversos, aunque muy particularmente en mecánica (McDermott 1984), coinciden básicamente en la caracterización de esos conocimientos previos:

- ◇ Parecen dotados de cierta coherencia interna (de aquí que autores como Driver hablen de "esquemas conceptuales" y no de simples preconcepciones aisladas),
- ◇ Son comunes a estudiantes de diferentes medios y edades,
- ◇ Presentan cierta semejanza con concepciones que estuvieron vigentes a lo largo de la historia del pensamiento y
- ◇ Son persistentes, es decir, no se modifican fácilmente mediante la enseñanza habitual, incluso reiterada.

También la mayoría de los autores coinciden en considerar esas preconcepciones como el fruto de las experiencias cotidianas de los niños, tanto de sus experiencias físicas (que están constantemente reforzando la idea de que los cuerpos más pesados caen más aprisa, o de que hace falta aplicar una fuerza para que un cuerpo se mueva, etc), como de las sociales (a través, p.e., del lenguaje (Llorens et al 1989), que constituye la cristalización de un conocimiento precientífico en el que calor y frío aparecen como sustancias o la palabra animal constituye un insulto).

El carácter reiterado de estas experiencias explicaría, en parte, la persistencia y demás propiedades de las preconcepciones (ser comunes a estudiantes de diferentes medios y edades, etc). Algunos autores, sin embargo, han defendido interpretaciones diferentes. Conviene detenerse en estudiar sus argumentos -compartidos intuitivamente por parte del profesorado- y profundizar así en el origen de esas preconcepciones para fundamentar un posible tratamiento de las mismas que facilite la comprensión de los conocimientos científicos por los alumnos, evitando los "errores conceptuales".

McClelland (1984 en Carrascosa y Gil, 1993), quien expresa toda una serie de reservas acerca de la existencia misma de esquemas conceptuales alternativos:

- a. Suponer que los aprendices poseen esquemas conceptuales de una cierta coherencia significa atribuirles un comportamiento similar al de los científicos, ignorando la diferencia radical entre el pensamiento de los niños y el de los científicos.
- b. Los fenómenos físicos no son lo suficientemente relevantes para la inmensa mayoría de los seres humanos y, por tanto, no pueden ser objeto de la concentración y esfuerzo necesarios que precisa la construcción de esquemas teóricos.
- c. Las respuestas de los niños a las cuestiones que se les plantean sobre los fenómenos físicos que forman parte de su experiencia, no son indicativos de la existencia de preconcepciones, sino el resultado de un cierto imperativo social que les obliga a una "inatención estratégica", es decir, a dar una respuesta dedicándole el mínimo de atención necesaria para no chocar con el profesor.
- d. Al suponer que el desarrollo histórico de las ideas científicas se reproduce en cada individuo, se infravalora gravemente la potencia y cohesión de las ideas de los adultos en cualquier

sociedad humana y se olvidan las diferencias de contexto y de propósito entre el pensamiento adulto y el infantil.

No es difícil mostrar algunas insuficiencias en los argumentos de McClelland. en primer lugar, al imputar los errores conceptuales a una "inatención estratégica" de los alumnos y no a la existencia de verdaderas preconcepciones, no tiene en cuenta que algunos de esos errores - particularmente en el dominio de la mecánica- no son sólo cometidos por niños, sino también por estudiantes universitarios e incluso por profesores en activo (Carrascosa y Gil, op.cit.).

Es cierto que, como McClelland señala, la diferencia entre el pensamiento de los niños y el de los científicos es categórica y no de grado; pero lo mismo puede decirse acerca de las concepciones elaboradas por los pensadores de la antigua Grecia: son esencialmente diferentes de las ideas científicas. De hecho, las claras semejanzas entre las concepciones infantiles sobre el movimiento y el paradigma aristotélico -mostradas por los estudios de Piaget (1970) sobre epistemología genética- no puede ser accidental, sino la consecuencia de una misma metodología, consistente en sacar conclusiones a partir de observaciones cualitativas no controladas, en extrapolar las "evidencias", aceptándolas sin criticar (Piaget 1969).

Esta es la forma de pensamiento que llevaba a Aristóteles a escribir: "Un peso dado cubre una cierta distancia en un tiempo dado, un peso mayor cubre la misma distancia en un tiempo menor, siendo los tiempos inversamente proporcionales a los pesos. Así, si un peso es doble de otro, tardará la mitad de tiempo en realizar un movimiento dado". Y esta es la metodología que lleva a los estudiantes (e incluso a estudiantes universitarios y profesores en formación) a afirmar que "un cuerpo con doble masa que otro caerá en la mitad de tiempo que este". Podríamos así decir que la distinción entre el pensamiento infantil y el pensamiento pre-científico de los adultos es sólo de grado, no categórica: el paradigma aristotélico es, sin duda, más elaborado y coherente que los esquemas conceptuales de los alumnos, pero ambos se basan en "evidencias de sentido común" (Gil y Carrascosa 1985; Hashweh 1986).

El efecto de las ideas previas de los alumnos en el aprendizaje es enorme. Así, Giordan (1987) señala: las ideas previas son, más que un almacén para consultas posteriores, “una especie de filtro conceptual que permite a los estudiantes entender, de alguna manera, el mundo que los rodea. Estas ideas previas serían, pues, algo similar a lo que se ha dado en llamar *teorías-en-acción* (Karmiloff-Smith e Inhelder, 1981; Driver y Erickson, 1983) y funcionarían a la manera de los paradigmas. (Campanario y Otero, 2000, p.157).

Campanario y Otero resumen algunas de las conclusiones más destacadas a las que han llegado diferentes investigadores que abordan las pautas de razonamiento en la comprensión de la ciencia en estudiantes de enseñanza media y universidad:

- ◇ Cuando tiene lugar un cambio o una transformación, casi siempre se presta más atención al estado final que al inicial.
- ◇ Se tiende a investigar un sistema sólo cuando éste sufre algún cambio que se aparta de su funcionamiento normal. El principio que subyace tras esta regla es que, *si algo no se ha roto, no lo arregles* (Baron,1993).
- ◇ Se tiende a abordar los problemas de acuerdo con los conocimientos que más se dominan, no necesariamente con los más relevantes para su solución (Salinas, Cudmani y Pesa, 1996).
- ◇ Se tiende a concebir un estado de equilibrio como algo estático; los equilibrios dinámicos son difíciles de concebir.
- ◇ La causalidad lineal es con frecuencia la base del razonamiento de los alumnos. Entre causas y efectos suele haber mediadores (Thiberghien, Psillos y Koumaras, 1995)

- ◇ El principio de causalidad se suele utilizar de manera lineal siguiendo la regla *a mayor causa, mayor efecto* (Anderson, 1986).
- ◇ Se intenta encontrar algún tipo de semejanza (en un sentido amplio) entre las causas y sus efectos.
- ◇ De entre las causas posibles de un cambio, se suelen tener en cuenta las más accesibles y aquéllas que se recuperan más fácilmente de la memoria: las más recientes, las más cercanas espacialmente o las más frecuentes.
- ◇ Las causas que no se perciben directamente o se perciben con dificultad resultan difíciles de concebir y a menudo no se tienen en cuenta en el análisis de las situaciones abiertas.
- ◇ Ante fenómenos desconocidos, se aplican modelos correspondientes a fenómenos conocidos con los que exista algún tipo de semejanza (en muchas ocasiones esta semejanza tiene que ver con factores irrelevantes del fenómeno, pero fácilmente perceptibles).
- ◇ Se atribuyen propiedades anímicas a objetos o seres que no pueden tenerlas. Esta percepción, tan propia de los niños, se puede observar incluso en adultos.
- ◇ Cuando en un fenómeno complejo varias causas actúan de forma interactiva, se tiende a concebir su efecto de manera aditiva.
- ◇ Existen concepciones a todo tipo de reglas, incluso cuando las reglas son generales y sirven para todas las situaciones que pertenecen a una misma clase y los alumnos reconocen que ello es así. Esta pauta de razonamiento se puede asociar al dicho común *no hay regla sin excepción* (Otero y Campanario, 1990).

Miras (1997) señala que al considerar el conocimiento, en este caso de los alumnos, un aspecto indispensable dentro de su estado inicial es el de los conocimientos previos que ya poseen respecto al contenido concreto que se propone aprender, conocimientos previos que abarcan tanto conocimientos e informaciones sobre el propio contenido como conocimientos que, de manera directa o indirecta, se relacionan o pueden relacionarse con él.

También señala que los conocimientos previos no sólo le permiten contactar inicialmente con el nuevo contenido, sino que, además, son los fundamentales de la construcción de los nuevos significados. Si nos situamos en la perspectiva del aprendiz en la lógica de la concepción constructivista es posible afirmar que siempre pueden existir conocimientos previos respecto al nuevo contenido que vaya a aprenderse, ya que de otro modo no sería posible atribuir un significado inicial al nuevo conocimiento, no sería posible "leerlo" en una primera aproximación. (Miras,1997)

Las ideas previas de los alumnos se caracterizan, en primer lugar, por ser casi siempre científicamente incorrectas, lo cual ha contribuido sin duda al gran desarrollo de la investigación en esta área. Aunque las ideas espontáneas son construcciones personales y propias de cada sujeto existen muchas más semejanzas que diferencias entre ellas, lo que ha permitido identificar algunos esquemas comunes en los alumnos en países y sistemas educativos distintos.

Los intentos de explicación de la abundancia y persistencia de errores conceptuales en numerosos dominios de las ciencias han apuntado básicamente a dos causas, relacionadas, además, entre sí: Por una parte se ha barajado la hipótesis -con unos u otros matices- de que esos "errores" constituyen más bien ideas espontáneas o preconcepciones que los alumnos ya tenían previamente al aprendizaje escolar. En segundo lugar, la atención se ha dirigido hacia el tipo de enseñanza habitual, poniendo en duda que la transmisión de conocimientos elaborados haga posible una recepción significativa de los mismos, es decir, haga posible que los jóvenes pasen a tener las ideas que les han transmitido.

Otro rasgo de las ideas previas es su carácter aislado y a veces contradictorio: un mismo alumno puede explicar el mismo fenómeno desde varios puntos de vista inconsistentes entre sí. A ello ayuda el *carácter implícito* de las mismas, lo cual, por otra parte dificulta su detección y erradicación (Campanario y Otero, 2000).

Flores y cols. (2000). Señalan el posible origen de las ideas previas de la siguiente manera:

1. Las ideas previas de los alumnos se encuentran en buena medida reguladas por la percepción.
2. La mayoría de las ideas previas tienen como referente los aspectos visibles de los fenómenos
3. Las ideas de los alumnos son dependientes de situaciones contextuales locales, es decir, referidas al fenómeno observado en general, los conceptos a los que aluden las ideas previas están indiferenciados, lo que implica poca precisión y, por consiguiente uso poco consistente
4. Las ideas previas son generadas principalmente a partir de situaciones de cambio y no de aquellas que presentan procesos estáticos o de conservación.
5. 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.

De acuerdo con Carrascosa (2005), tanto el origen como la persistencia de las ideas alternativas en el campo de las ciencias, obedecen a diversas causas. Entre ellas podemos referirnos: a la influencia de las experiencias físicas cotidianas; la influencia del lenguaje de la calle, oral y escrito, tanto de las personas con que normalmente nos relacionamos como de los diferentes medios de comunicación (radio, televisión, cine, prensa, cómics, libros, etc.) con significados que pueden ser muy diferentes del científico; la existencia de

graves errores conceptuales en algunos libros de texto; que algunos profesores tengan las mismas ideas alternativas que sus alumnos o bien que desconozcan este problema y, consecuentemente, no lo tengan en cuenta; la utilización de estrategias de enseñanza y metodologías de trabajo poco adecuadas, etc.

Otra explicación sobre el origen y concepción de las ideas, sugiere que se organizan en estructuras, dichas estructuras constituyen auténticas teorías generalmente causales. Usando ese término por dos razones.

En primer lugar porque las estructuras conceptuales que poseen los alumnos no tienen un carácter exclusivamente descriptivo, sino también explicativo, en lo que se diferencian de la mayor parte de los conceptos usados en la psicología cognitiva actual para representar esas estructuras, como los esquemas, guiones, marcos, etc. (Carey, 1985).

Y en segundo lugar, porque cada una de las ideas que posee el aprendiz está relacionada de forma compleja con el resto de las ideas, componiendo un sistema de creencias relacionadas, esto es, una teoría. Esas teorías pueden ser **implícitas** (cuando no existe una conciencia de las mismas por parte del sujeto) o **explícitas** (cuando el sujeto ha tomado conciencia de las mismas, conceptualizándolas.) (Pozo, 1987). Las primeras también son descritas por Rodrigo y cols. de una manera diferente

Rodrigo, Rodríguez y Marrero, (1993) proponen el constructo de teorías implícitas, el cual comparte rasgos de la perspectiva individual y social, para explicar la construcción del conocimiento cotidiano. Las teorías implícitas se conceptualizan como “construcciones individuales personales realizadas a partir de experiencias que en su mayor parte son sociales y culturales” y como ya se mencionó, el sujeto no tiene conciencia de estas. El sujeto comprende el mundo a través de su teoría en una operación implícita, en vez del análisis mismo de la teoría en sí.

Rodrigo, Rodríguez y Marrero (1993), los autores caracterizan esta construcción en relación a:

- a. **Su locus.**- desde la perspectiva individual la construcción del conocimiento se ubica en el individuo, no se considera que el conocimiento es un fenómeno social que trasciende la dinámica individual. En el enfoque social tiene su locus en el grupo y no se considera como se representa el conocimiento en la mente de los individuos.

- b. **Proceso de construcción.**- la visión individual es resultado de la actividad elaborada del sujeto en su funcionamiento cognitivo. En el enfoque cultural, el proceso básico de adquisición es la transmisión social. En las teorías implícitas, el individuo elabora el conocimiento para sí, a partir de las experiencias en su entorno psicosocial.

- c. **Anclaje.**- en este apartado se identifica lo biológico, social y representacional. El individuo cuenta con un equipo cognitivo básico provisto de una serie de sesgos dirigidos especialmente al procesamiento de estímulos sociales.

Por tanto, el individuo como protagonista de los sucesos interactivos, elabora interpretaciones sobre los fenómenos, adoptando en forma personalizada el conocimiento. El sujeto es capaz de elaborar modelos culturales de conocimiento, a la vez que su propia síntesis de conocimiento ajustada a las demandas situacionales y a las metas personales.

Las teorías implícitas se consideran, pues, representaciones individuales basadas en experiencias sociales y culturales. Por experiencia se hace referencia a episodios personales de contacto con una pauta sociocultural, definida por una práctica y un formato de interacción social. Las experiencias pueden tener una naturaleza diversa, por ejemplo, experiencias *directas* de conocimiento del objeto o compartidas con otros en situaciones de la vida diaria; experiencias *vicarias* obtenidas por medio de la observación de otros; experiencias *simbólicas* canalizadas lingüísticamente, por ejemplo, por medio de lecturas, conversaciones, asistencia a charlas, etc. (Rodrigo, et.al.,1993)

El análisis de las ideas previas del alumnado constituyen una de las claves fundamentales para el desarrollo de una educación comprensiva e individualizada, así como para la elaboración de materiales específicos que, anclados en dichas preconcepciones, puedan favorecer el cambio conceptual y el desarrollo de un aprendizaje significativo.

De acuerdo con Sánchez (2002), la importancia del constructivismo en la psicología de la instrucción y del aprendizaje, así como en la educación, ha hecho necesario considerar la relevancia del conocimiento previo del alumno en la construcción del conocimiento científico: se debe partir de lo que el estudiante sabe a fin de diseñar y aplicar estrategias didácticas pertinentes para promover el cambio conceptual; es decir, la reestructuración de unos saberes no académicos por otros que sí lo son.

Influencia de las experiencias cotidianas

Las preconcepciones existentes en un dominio científico no parecen ser unas cuantas ideas aisladas sino que, más bien, guardan entre sí una cierta coherencia interna que las refuerza, lo que se da especialmente en el caso de la mecánica (Carrascosa y Gil, 1992). Ello explica que muchos autores se refieran a esquemas o marcos conceptuales alternativos.

En cualquier caso, lo importante no es sólo que los niños tengan determinadas preconcepciones más o menos estructuradas, sino que la enseñanza habitual, tras muchos años insistiendo en los mismos problemas, apenas tenga incidencia sobre ellas y los alumnos, ya universitarios, no sólo sigan arrastrando las mismas preconcepciones sobre mecánica que cuando estaban en la escuela, sino que además estén más seguros que al principio acerca de su validez y las defiendan con mayor apasionamiento.

La existencia de concepciones alternativas profundamente arraigadas y difíciles de cambiar no es, pues, general ni afecta por igual a todos los ámbitos del conocimiento científico. Por el contrario, existen profundas diferencias que muestran cómo las más persistentes son aquellas que están más intensamente relacionadas con las experiencias personales cotidianas,

con las "evidencias de sentido común" que no necesitan ser cuestionadas (Carrascosa et al., 1991; Campanario 1995).

Además la noción básica es que muchos de los conceptos son difíciles de aprender por que los estudiantes los conciben como un solo concepto cuando en realidad son otros. (Chi, 1998), cómo es el caso de la célula.

Libros de texto que contienen graves errores conceptuales

El problema puede ser considerado en dos vertientes. Por un lado las concepciones alternativas relacionadas con el hecho de que en el texto no se dé ninguna información con el propósito de cambiarlas o que ésta se dé deficientemente, de forma incompleta. Por otro, el que en algunos libros de texto se hallen presentes también, de forma explícita, graves errores conceptuales, lo cual es (afortunadamente) menos frecuente, pero no menos importante si tenemos en cuenta el elevado número de alumnos que pueden utilizar un libro de texto dado.

Las estrategias de enseñanza no tienen en cuenta las concepciones iniciales de los estudiantes. La ausencia de lo que el alumno o alumna pueda pensar, a los obstáculos que esas preconcepciones puedan representar, resulta muy evidente en los libros de texto. Puede decirse que en la mayoría de los textos (Gil, 1993):

- ◇ no se incluyen actividades que permitan poner de manifiesto (directa o indirectamente) las posibles concepciones alternativas de los alumnos acerca de los temas estudiados;
- ◇ no se incluyen actividades ni se hacen referencias que lleven a analizar críticamente lo que dice el sentido común o la experiencia cotidiana acerca de los conceptos implicados;
- ◇ no se incluyen observaciones que llamen la atención sobre las ideas que históricamente han supuesto una barrera a la construcción de los conocimientos (y que podrían constituir también una barrera para el aprendizaje de los alumnos) en el dominio considerado;

- ◇ no se incluyen actividades para ver en qué medida se ha conseguido la comprensión real de los conceptos introducidos, en qué medida las concepciones pre-científicas han sido superadas.

Conviene insistir que en todo momento estamos hablando de errores conceptuales graves y no de confusiones, explicaciones poco adecuadas, u otro tipo de fallos o carencias que en mayor o menor medida afectan a cualquier libro de texto. Los errores también se pueden detectar en algunas fotos y figuras que apoyan a los textos

Carrascosa (2005), realiza la revisión de errores conceptuales que afectan determinados conceptos científicos fundamentales y las ideas alternativas que llevan a cometerlos, analizando con cierto detalle cómo se originan y a qué se debe la gran persistencia de algunas de estas ideas, las cuales suponen un obstáculo importante para el aprendizaje de los conocimientos científicos con ellas relacionados.

El autor aplicó un cuestionario con problemáticas relacionadas a la física y comprobó la existencia de numerosos errores no solo en los alumnos sino también en los profesores que resolvieron el cuestionario. Dichos errores tienen algunas características comunes, como las siguientes:

- a. Se repiten insistentemente a lo largo de los distintos niveles educativos sobreviviendo a la enseñanza de conocimientos que los contradicen.
- b. Se hallan asociados con frecuencia a una determinada interpretación sobre un concepto científico dado (fotosíntesis, gravedad, fuerza, intensidad de corriente, metal, etc.) diferente a la aceptada por la comunidad científica.
- c. Se trata de respuestas que se suelen dar rápidamente y sin dudar, con el convencimiento de que están bien.

- d. Son equivocaciones que se cometen por un gran número de alumnos de distintos lugares y también, incluso, por algunos profesores.

A este tipo de respuestas, contradictorias con los conocimientos científicos vigentes, ampliamente extendidas, que se suelen dar de manera rápida y segura (apenas se dejan contestaciones en blanco), que se repiten insistentemente y que se hallan relacionadas con determinadas interpretaciones de diversos conceptos científicos, se las denomina frecuentemente **errores conceptuales** y a las ideas que llevan a cometerlos **concepciones alternativas** (porque realmente responden a la existencia de ideas muy diferentes a las ideas científicas que queremos enseñar). Esas ideas alternativas son las que llevan a contestar mayoritariamente de forma coherente con ellas y constituyen un serio obstáculo para el aprendizaje de las ciencias.

En relación a la manera en que pueden detectarse las ideas alternas, Carrascosa (2005) plantea la existencia de diversas técnicas para identificar, clarificar y cuantificar la incidencia, de las concepciones alternativas que los estudiantes tienen en los distintos campos de las ciencias.

Podemos mencionar, en primer lugar, las entrevistas clínicas, en las que se pide al alumno su opinión respecto de un problema determinado; se le hacen preguntas, mas o menos abiertas, sobre algún concepto; se le muestran dibujos que representan situaciones o fenómenos para que los comente, etc. A menudo, estas entrevistas son grabadas para después analizarlas. Las preguntas de tipo abierto suelen utilizarse cuando no se sabe mucho acerca de las ideas que los alumnos puedan tener respecto a un concepto dado. También sirven para medir, aunque sea cualitativamente, el grado de satisfacción de cada aprendiz con una concepción dada (si la ve útil o no, si tiene dudas respecto a su validez, etc.). En general, tienen la ventaja de posibilitar un mayor control de las variables que pueden intervenir (edad, sexo, tipo de escuela, nivel socioeconómico, nivel académico, etc.) aunque, evidentemente, presentan los inconvenientes de la gran cantidad de tiempo que precisan y la menor generabilidad de sus resultados.

Otro instrumento es el cuestionario para ser aplicado a grupos de estudiantes. En ellos las preguntas se diseñan de forma que, quienes sostienen una cierta concepción alternativa, dan respuestas coherentes con dicha concepción. Las preguntas pueden ser de opción múltiple, señalar simplemente verdadero o falso a distintas afirmaciones, o de expresar, de alguna manera, el grado de acuerdo, etc. Mediante este sistema, el control de variables no es tan grande. Sin embargo al poder ser utilizados a la vez con grandes poblaciones, los cuestionarios permiten obtener unos resultados más generales. Normalmente, el diseño de este tipo de cuestiones se realiza cuando se conoce ya la existencia de determinadas concepciones alternativas y se desea disponer de algún dato cuantitativo por ejemplo en cuanto a su incidencia en un colectivo en un momento dado.

El gran interés que las preguntas relacionadas con la posible existencia de concepciones alternativas despierta entre la mayoría del profesorado, no es en modo alguno gratuito. En efecto, en las estrategias de enseñanza más habituales se suele buscar la simple constatación de un aprendizaje puramente memorístico. Sin embargo, un aprendizaje realmente significativo, precisa de actividades problemáticas mediante las cuales los estudiantes puedan cuestionar constantemente sus propias ideas y poner a prueba, en diferentes contextos, los nuevos conocimientos que se vayan introduciendo. En este sentido, las cuestiones citadas, constituyen un poderoso instrumento para la "detección funcional" de concepciones alternativas, es decir, son actividades que pueden utilizarse no sólo como simple diagnóstico sino también, y sobre todo, para aprender y para evaluar lo aprendido, por lo que pueden jugar un papel muy importante en el tratamiento del problema de los errores conceptuales y en la mejora del aprendizaje de las ciencias en general.

Por supuesto, existen toda una serie de normas básicas a seguir para elaborar cuestionarios sobre determinadas concepciones alternativas, sobre todo cuando se trata de realizar algún trabajo de investigación. Entre ellas podemos destacar la necesidad de consultar con otros colegas especialistas en el tema, realizar algún pequeño ensayo piloto para ver si funcionan, incluir

en todas ellas la opción "no lo se" con el fin de evitar en lo posible las respuestas aleatorias, etc. También se puede pedir explícitamente a los alumnos las explicaciones a sus respuestas o que den algún tipo de información acerca de lo seguros que están de la validez de las mismas (Carrascosa et al., 1991) o darles las respuestas erróneas y pedirles que expliquen por qué lo son, etc.

Concepciones espontáneas (preconcepciones)

Llamamos concepciones espontáneas a aquellos constructos previos que el niño tiene sobre un tema antes de escuchar las explicaciones del profesor. Surgen en la mente del niño en su interacción con el medio, sin ninguna influencia especial de la enseñanza. Son personales y pueden incluso ser inducidas, a través por ejemplo de la influencia de la lengua. Es habitual que los individuos pertenecientes a un grupo compartan algunas de las concepciones o preconcepciones, sean éstas erróneas o no, ya que dependen del contexto en el que surgen. La influencia del contexto y de la lengua se manifiesta en estas preconcepciones que a pesar de que a menudo son científicamente incorrectas, suelen ser predictoras y eficaces. Suelen tener un nivel de abstracción limitado y se limitan a lo que es perceptible. Son intuitivas y se desvían a menudo de las concepciones científicas. Suelen tener una mínima estructura teórica y resultan difíciles de cambiar.

Muchos estudiantes universitarios siguen manteniendo sus preconcepciones erróneas, ya que para cambiarlas no basta con provocar contradicciones con respecto a conceptos aislados. Hace falta cambiar la estructura de la teoría implícita. Muchas de las preconcepciones de los estudiantes reproducen conceptos de la historia del conocimiento científico. Utilizan un tipo de razonamiento lineal y cumplen una función de adaptación práctica, permitiendo al individuo enfrentarse al mundo a través de un filtro de expectativas. Son estructuras teóricas mínimas que nos dan una sensación de control sobre los cambios que se dan en el medio. Funcionan como mecanismos de resistencia ante los cambios sorpresivos.

Para cambiar las preconcepciones erróneas del alumno hay que activar sus ideas. Hay que provocar un conflicto entre las ideas erróneas y las nuevas, de modo que éstas puedan sustituir a aquellas.

Se trata de reestructurar la estructura conceptual, y no de cambiar unos conceptos por otros. Pero no se trata de una reestructuración cognitiva global, sino de cambios limitados a ámbitos cognitivos concretos, ya que la ciencia no es el camino para el desarrollo de facultades globales, sino para la adquisición de conocimientos específicos. El nivel de pensamiento formal es una condición necesaria, pero no suficiente, para aprender la ciencia. El no haber logrado el nivel de pensamiento formal puede impedir a los alumnos la comprensión de los conceptos científicos. Es por ello que los profesores se esmeran en que los alumnos logren el nivel operatorio formal. Pero, hay además otros factores, como se ha venido señalando, que inciden en la comprensión del estudiante: el estilo cognitivo y las preconcepciones espontáneas.

Esquemas de conocimiento

Como indica Giordan (1987), cuando el individuo aprende, no llena jamás un vacío sino que sustituye poco a poco representaciones “intuitivas” que expresan la visión que los alumnos, e incluso los adultos, tienen del mundo que les rodea. El aprendiz frente a un problema, dispone de una representación mental de la misma aunque esta no puede aportar elementos de explicación al problema que tiene ante sí

Según Giordan (1987), los esquemas mentales no pueden cambiar profundamente o ser desplazados por las explicaciones externas de la lógica del enseñante; si no se les tiene en cuenta podemos propiciar la coexistencia en los alumnos de dos sistemas explicativos paralelos: uno será utilizado en las situaciones de clase estrechamente orientada por el profesor, el otro resurgirá con tenacidad cuando la situación sea menos “escolar”

La concepción constructivista, concibe los conocimientos previos del alumno en términos de esquema de conocimiento. Coll (1983), define esquema de conocimiento como: “la representación que posee una persona en un

momento determinado de su historia sobre una parcela de la realidad“. De esta definición se derivan una serie de consecuencias importantes en orden a entender las características que tienen los conocimientos previos de nuestros alumnos.

La definición de Coll, implica que los alumnos poseen una cantidad variable de esquemas de conocimiento, es decir, no tienen un conocimiento global y general de la realidad, sino un conocimiento de aspectos de la realidad con los que han podido entrar en contacto a lo largo de su vida por diversos medios.

De acuerdo con Carey (2000), los conceptos individuales son las unidades del pensamiento. Son los constituyentes de una larga estructura mental o creencias que se forman de sistemas de representación como las teorías intuitivas. Como lo menciona Carey (2000), todos los animales aprenden. Pero solo los seres humanos crean teorías, matemáticas, literatura, sistemas morales y tecnología. Y solo los humanos tienen la capacidad de adquirir conocimiento culturalmente construido en el curso de su mundo.

Por tanto, en función del contexto en el que se desarrollan y viven, de su experiencia directa y de las informaciones que van recibiendo, los alumnos pueden tener una cantidad mayor o menor de esquemas de conocimiento, es decir, pueden tener representaciones sobre un número variable de aspectos de la realidad. (Miras,1997, pp. 51-52)

En relación al origen y proceso de construcción del conocimiento, Rodrigo, Rodríguez y Marrero (1993), indican que este es entendido como aquel bagaje de conocimientos del que se echa mano en las situaciones de la vida cotidiana –personal, familiar, profesional-, existen dos corrientes explicativas: la individual y la social

En el enfoque individual, se sitúan las aportaciones de la teoría psicogenética y la psicología de la cognición social. En el social, el enfoque de las representaciones sociales y la sociología del conocimiento. En el caso del enfoque individual el sujeto es el principal protagonista en la construcción del

conocimiento. En el enfoque cultural o sociologista el conocimiento tiene un origen sociocultural. El grupo proporciona a sus miembros ideas, imágenes, palabras, percepciones sobre el mundo, que se transmiten en actividades culturalmente significativas, mediadas por símbolos convencionales lingüísticas

Rodrigo, Rodríguez y Marrereo, 1993, dividen al conocimiento como un producto individual que depende de la complejidad de los procesos cognitivos que el sujeto aplica a la construcción de lo real.

Sobre el origen de procedencia de los esquemas de conocimiento con los que abordan los alumnos el aprendizaje de nuevos contenidos, Rodrigo, Rodríguez y Marrereo, (1993), refieren que dicho origen es muy variado. En muchos casos se trata de informaciones y conocimientos adquiridos en el medio familiar o entornos relacionados, como puede ser el grupo de compañeros o amigos.

También es probable que algunas de estas informaciones se hayan adquirido a través de otras fuentes, como la lectura o los medios audiovisuales, en especial el cine y la televisión. El alumno puede haber construido una serie de conocimientos mediante su propia experiencia. (Miras,1997, p.52)

Los esquemas que poseen los alumnos no solo se caracterizan por la cantidad de conocimientos que contienen, sino también por su nivel de organización interna, es decir, por las relaciones que se establecen entre los conocimientos que se integran en un mismo esquema y por el grado de coherencia entre dichos conocimientos. (Miras,1997)

Con la revisión anterior, tenemos un panorama para poder entender el objetivo de este estudio, se revisó qué es una idea previa, cómo se originan, cuáles son sus características y como es que se relacionan con los errores conceptuales los cuáles también pueden verse reflejados en los libros de texto lo que ocasionaría un problema en el aprendizaje de los alumnos.

1.4. Importancia del aprendizaje y enseñanza de las ciencias

En las últimas décadas, los especialistas en el campo de la educación y de ciencias como la física o la química se han preocupado por indagar de qué manera se enseñan los tópicos científicos y cómo es que el aprendiz integra este conocimiento a sus esquemas conceptuales. Para poder entender lo anterior, revisaremos algunas propuestas de diferentes especialistas en este campo de estudio.

Como señala Abrams, (2001), la manera en que la ciencia es enseñada se dirige a un patrón interaccional que consiste en una maestra volviendo a hacer preguntas, esperando por la respuesta el estudiante respondiendo con información preguntada, y la maestra evaluando si es correcta. Las preguntas que son diseñadas para evocar respuestas simples son más comunes que las preguntas diseñadas para estimular un pensamiento más elevado tal como las síntesis y la aplicación de la información.

La enseñanza de la ciencia tradicional de acuerdo con Duit, (1995), sostiene el paradigma de que las concepciones cotidianas de los estudiantes tienen que ser “reemplazadas” por concepciones científicas. La visión constructivista considera que dicho reemplazamiento no es exitoso. Las concepciones de los estudiantes tienen que ser tomadas como concepciones que son valiosas en muchas situaciones cotidianas. Lo que los estudiantes aprenderán en la enseñanza de las ciencias es que diferentes visiones del mismo fenómeno son posibles y cada una de ellas tiene méritos y valores específicos. Deben también aprender en qué aspectos la visión científica difiere de sus propias visiones y por qué la visión científica es mucho más valiosa y adecuada que la suya propia en situaciones específicas. Por tanto, el paradigma del reemplazamiento debería ser cambiado por un modelo de coexistencia.

Una abundante investigación empírica ha mostrado que los estudiantes no aprenden la visión científica o aprenden una parte pequeña de ella. Dicho fenómeno parecería tener dos razones. Primero, la visión de los estudiantes guía o incluso determina su comprensión de la visión científica enseñanza y tratan de integrar los aspectos científicos dentro de su visión, dando como resultado una interesante “mixtura” de visiones intuitivas y científicas. Existe también una fuerte resistencia entre muchos estudiantes para adoptar las

nuevas ideas dado que las anteriores fueron bastante exitosas y, por tanto, ellos no sienten ninguna necesidad de cambiarlas. Además, aceptar la nueva idea, sería admitir que habían sostenido ideas erróneas por una largo tiempo. (Duit, 1995)

Pozo (1987), señala la existencia de cuatro problemas cruciales en el aprendizaje de la ciencia:

- ◇ La naturaleza de las ideas previas.

- ◇ Cambiar las teorías existentes para acceder a nuevas formas de explicación

- ◇ Conflicto cognitivo

- ◇ Toma de conciencia

Un primer problema es el de la naturaleza de las **ideas previas** con la que los alumnos se acercan a la mayor parte de los fenómenos científicos. (Pozo, 1987, p.225). Las investigaciones sobre las ideas previas o concepciones alternativas han puesto de manifiesto que el aprendizaje es un proceso mucho más complejo y que, en particular, aquéllas que se refieren a los conceptos científicos presentan, además, una serie de características que las hacen muy difíciles de modificar, al menos por las formas tradicionales de enseñanza

La simple acumulación de nuevos conocimientos o la aplicación rigurosa de reglas de inferencia basadas en las leyes de asociación no bastan para que se produzca el aprendizaje de un concepto científico. Las ideas previas que poseen los alumnos no son simplemente reemplazadas por otras ideas más adecuadas cuando se acumula la experiencia suficiente, sino que es necesario que se produzca un cambio conceptual, esto es, que las ideas viejas se modifiquen hasta dar forma a los nuevos conceptos aprendidos. (Pozo, 1987, pp. 225-226).

El segundo problema importante mencionado por Pozo, al aprender ciencia, no se trata de adquirir teorías nuevas, sino de cambiar las existentes para acceder a nuevas formas de explicación. Para no incurrir en la llamada “paradoja del aprendizaje” es necesario que esa reestructuración se vincule al conjunto acumulativo de experiencias o aprendizajes anteriores.

Para que la reestructuración se produzca, dando lugar a una estructura “auténticamente nueva”, debe apoyarse en la experiencia anterior, que ha ido acumulando pequeñas alteraciones en el “cinturón protector” de la teoría. Cada una de esas alteraciones menores, y la reestructuración final a la que eventualmente darán lugar, es el producto de un conflicto entre las ideas existentes y algún dato o conocimiento nuevo que esas ideas no pueden asimilar. (Pozo, 1987, p.226)

Un tercer punto se refiere al conflicto o el desequilibrio que ocupan un lugar fundamental en todas las explicaciones del aprendizaje cognitivo. Como señala Lakatos (1978), las teorías nunca cambian por que se acumulen datos en su contra, sino porque aparece otra teoría mejor. Por ello, los conflictos más importantes, que sin duda son posibles gracias a los “errores” o fallos empíricos de la teoría, son los conflictos que se producen en el propio seno de la teoría, entre dos esquemas existentes o tras una reorganización jerárquica de la misma (Pozo, 1987)

La cuarta problemática hace referencia al papel de la toma de conciencia en la resolución de esos conflictos, según señala Piaget, la toma de conciencia va más allá del simple “esclarecimiento” e implica una cierta reestructuración de la situación. El tomar conciencia de que dos conceptos entran en conflicto conduce, de una u otra forma, a una reordenación de los mismos, si bien no necesariamente acertada. (Pozo, 1987).

Para Ausubel (Woolfolk, 1990) el aprendizaje de la ciencia consiste en transformar el significado lógico en significado psicológico y a esta transformación ayudan los organizadores previos. En la enseñanza, estos organizadores previos consisten en una o varias ideas generales que se

presentan antes que los materiales de aprendizaje propiamente dichos, con el fin de facilitar su asimilación.

La asimilación por los alumnos de los contenidos conceptuales transmitidos por el profesorado y su capacidad para reproducirlos, ha constituido el objetivo más básico de la enseñanza por transmisión de conocimientos ya elaborados. Todo parece indicar que, frente a las dificultades encontradas en otros campos como el de la resolución de problemas o el de los trabajos prácticos, un porcentaje suficientemente elevado de estudiantes alcanza la asimilación.

De acuerdo con Miras (1997), con las condiciones básicas del aprendizaje escolar (distancia más o menos óptima entre los conocimientos previos y los nuevos contenidos, significatividad lógica y presentación adecuada del contenido por parte del profesor), se convendrá que el problema que se nos plantea en el caso de este aprendizaje no es tanto si existen o no conocimientos previos sino cuál es el estado de estos conocimientos.

La publicación de algunos estudios rigurosos como la tesis de Laurence Viennot (1976 en Carrascosa 2005) atrajo la atención sobre este problema que cuestionaba la efectividad de la enseñanza allí donde los resultados parecían más positivos; los alumnos no sólo terminaban sus estudios sin saber resolver problemas y sin una imagen correcta del trabajo científico, sino que la inmensa mayoría de ellos ni siquiera había logrado comprender el significado de los conceptos científicos más básicos, a pesar de una enseñanza reiterada. Particularmente relevante era el hecho de que esos errores no constituían simples olvidos o equivocaciones momentáneas, sino que se expresaban como ideas muy seguras y persistentes.

Con lo anterior podemos señalar que el aprendizaje y enseñanza de las ciencias es una temática de la que algunos autores han determinado sus problemáticas así como de las dificultades con las que se han enfrentado al tratar de resolverlas. Como se puede ver este tema merece especial atención para tratar de buscar propuestas que beneficien dicho aprendizaje y enseñanza.

Capítulo 2. Cambio conceptual.

2.1. Antecedentes teóricos del cambio conceptual

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 conceptos más cercanos a ellos.

Es necesario reflexionar sobre la naturaleza del cambio conceptual con el fin de plantear cambios en la metodología de enseñanza para buscar dicho cambio. Así, desde hace más de veinte años se ha definido como propósito de la educación en ciencias: *la transformación de los esquemas representacionales en concepciones científicas*. A esta transformación se le ha denominado cambio conceptual (Bello, 2004).

El proceso de cambio conceptual ha sido objeto de un gran interés desde finales de los setenta y principios de los ochenta (Posner, et al., 1982; Voss, Wiley y Carretero, 1995). La proliferación de trabajos durante estas dos últimas décadas ha permitido que en la actualidad contemos con una gran extensión de modelos del cambio conceptual que resulta necesario ordenar para conseguir extraer elementos comunes y explicaciones más definitivas sobre el proceso de cambio. A pesar de la cantidad de modelos existentes, aún deben determinarse y consensuarse ciertos aspectos claves tales como qué es lo que cambia (diSessa, 1998), cuánto se cambia y cómo se produce el cambio (Rodríguez Moneo, 1999; Schnotz, Vosniadou y Carretero, 1999).

Como ha señalado Carretero, las propuestas más clásicas han descrito el cambio centrándose en la transformación de la estructura de conocimiento declarativo y atendiendo a criterios racionales, dos aspectos que definen los llamados modelos fríos del cambio conceptual (Pintrich, et al., 1993). Sin embargo, en los últimos años, estos modelos han sido enriquecidos con las aportaciones de los modelos calientes, los cuales explican las variaciones de la estructura de conocimiento teniendo en cuenta factores afectivos y motivacionales (Pintrich, 1999, Pintrich, et al., 1993, Strike y Posner, 1992). Los modelos fríos han sido complementados también por los llamados

modelos situados, desde los que no se presta tanta atención al conocimiento declarativo, sino más bien al conocimiento procedimental.

El cambio conceptual se concibe como una transformación en la forma de relacionarse con el mundo y se explica en función del uso del conocimiento y la adecuación del mismo a los distintos contextos (Caravitta y Halldén, 1994, Halldén, 1999, Linder, 1993, Säljö, 1999). Las diferentes propuestas de los modelos permiten tener un panorama relativamente extenso del proceso de cambio conceptual, sin embargo, no siempre se complementan lo suficiente y a menudo se presentan como contradictorias, lo que merma su eficacia explicativa.

El conflicto es un mecanismo clásico explicativo del proceso de desarrollo intelectual, tanto desde una vertiente más social, en la ciencia (Kuhn, 1970), como desde una perspectiva más individual en el proceso de desarrollo cognitivo de los sujetos. En esta última línea se ha empleado para explicar el desarrollo evolutivo de los individuos (Piaget, 1975) y el desarrollo del conocimiento en un dominio específico, desde los estudios del cambio conceptual (Posner, et al, 1982).

La expresión cambio conceptual ha sido y es, probablemente, una de las más usadas en el dominio de la enseñanza de las ciencias, principalmente por los seguidores del movimiento de las concepciones alternativas (Golbert y Swift, 1985; Millar, 1989), y ha ido precedida de términos calificativos o categoriales como “propuesta de”, “modelo de”, “teoría del”, “fundamentado en la teoría del”, que ponen de relieve los diversos grados de generalidad o importancia con que se ha acogido la propuesta de cambio conceptual: desde una estrategia de enseñanza particular hasta un contexto teórico válido para fundamentar una investigación.

Se le ha denominado cambio conceptual al proceso donde se presenta un claro conflicto entre las concepciones previas y los nuevos conceptos que requieren de la erradicación total de los conceptos erróneos. La mayoría de las estrategias para facilitar este proceso incluyen tres fases: información, desequilibrio y reformulación.

Estas estrategias se utilizan para impulsar el desarrollo cognitivo a través del enriquecimiento del sistema conceptual del novato hasta que se iguale al del experto (Carey,1985), la interrelación de estos aspectos generan un panorama epistemológico que permite entender el papel del razonamiento como elemento estructural entre las concepciones espontáneas o comunes de los estudiantes acerca de los procesos físicos y las transformaciones o reelaboraciones que se requieren como cambio conceptual para la comprensión de los conceptos físicos en concordancia con las teorías científicas. (Jiménez, 2000, p.48).

Carey (1991), por ejemplo, distingue entre procesos de reestructuración fuerte y de reestructuración débil, dentro del proceso de cambio conceptual basando su distinción entre la posibilidad de verificarse un cambio que afecte al compromiso ontológico del individuo o simplemente la adquisición de nuevos conocimientos y a la diferenciación e integración de nociones que ya posee.

Por otra parte, Pozo (1987) propone una serie de requisitos para el cambio conceptual:

- ◇ Presentación del tema y de los objetivos de la unidad.

- ◇ Consolidación y toma de conciencia por parte de los alumnos de sus teorías iniciales con respecto a ese tema

- ◇ Provocación y toma de conciencia de conflictos entre esas teorías iniciales y algunos datos observables

- ◇ Presentación de una nueva teoría con exceso de contenido empírico con respecto a la anterior

- ◇ Comparación entre la nueva y la vieja teoría

- ◇ Aplicación de la nueva teoría a problemas ya resueltos por la vieja teoría

- ◇ Aplicación de la nueva teoría a problemas no resueltos por la vieja teoría

Otro ejemplo es el de Posner, Strike, Hewson y gertzog, 1982; Strike y Posner, 1985 (citados por Glynn 1991); los autores creen que las siguientes condiciones son requisito para el logro del cambio conceptual en estudiantes:

1. Insatisfacción con las concepciones existentes
2. Entendimiento mínimo del nuevo concepto
3. El nuevo concepto debe ser inicialmente plausible
4. El nuevo concepto debe ser poderosamente predictivo y explicatorio

La dirección de una acomodación está determinada por: anomalías frente a las expectativas del individuo; su experiencia previa; sus compromisos epistemológicos y creencias metafísicas, y el conocimiento que tenga de otras áreas. Todo ello dará como consecuencia una competición entre concepciones cuyo resultado generará el cambio conceptual. (Bello, 2004)

Siguiendo la “secuencia de enseñanza constructivista” de Driver, (Driver, 1995), existe una fase en donde los estudiantes cambian sus ideas. El punto de vista científico es introducido por el profesor como una alternativa sólo después de que los estudiantes están familiarizados con la visión de sus compañeros de clase y por medio de ello se vuelven más conscientes de su propia visión. La discusión se centra en cómo esta visión es diferentes de la de los estudiantes, qué limitaciones y ventajas tienen ambas visiones y por qué la visión científica es más adecuada y fructífera que la de los estudiantes.

El conflicto cognitivo es frecuentemente una parte esencial del proceso de “persuasión” entre los estudiantes sobre el valor de la visión científica. El profesor establece situaciones que demuestran a los estudiantes que su visión, en ciertas situaciones conduce a contradicciones, mientras que esto no sucede con la visión científica. (Duit, 1995)

Según Duit, (1995), el conflicto cognitivo interviene en la dinámica de la interacción del organismo con el medio como un mecanismo de desequilibrio capaz de provocar una reestructuración cognitiva (nuevo estado de equilibrio).

Reestructuración cognitiva es otra manera de denominar el proceso de equilibración que desempeña un papel fundamental en la construcción de la inteligencia y en el avance del conocimiento y del aprendizaje. Para Piaget, que concede un papel muy reducido a la experiencia social en el desarrollo cognitivo, el conflicto se produce cuando los esquemas de sujeto no consiguen aprehender el objeto de la acción material o intelectual. El propio sujeto pone en marcha un proceso de autorregulación para integrar el elemento provocador del conflicto y acomodar (modificando/cambiando) las estructuras cognitivas preexistentes a los nuevos datos.

Sobre los trabajos realizados en este tema, Marín Martínez (1999), realiza una revisión crítica a la propuesta de cambio conceptual fundamentada en la filosofía de la ciencia contemporánea a partir de dos vertientes:

- ◇ **Empírico**, comparando la propuesta de cambio conceptual con otras alternativas didácticas que han mostrado ser adecuadas para mejorar los diversos tipos de conocimiento encontrados en el alumnado ante distintos contenidos de ciencias.
- ◇ **Teórico**, analizando los mecanismos que pone en juego el sujeto para superar diferentes limitaciones y conflictos cognoscitivos y comparándolos con los del cambio conceptual propuestos desde la filosofía de la ciencia.

Dicha revisión le permitió al autor obtener las siguientes reflexiones, en primer lugar hace alusión a la necesidad de apresurarse a restar originalidad a muchas de las valoraciones críticas que sobre la propuesta de cambio conceptual se hacen en la investigación, pues de un modo u otro han sido hechas con anterioridad por otros autores, algunas de las cuales, las más significativas son:

- ◇ La propuesta de cambio conceptual tiene una aplicación restrictiva en el aula, sólo para el caso en que el alumno posea una idea previa fuertemente arraigada (Strike y Posner, 1990; Martínez Torregrosa et.al., 1993; Pozo et.al., 1991).
- ◇ Una situación o un experimento que puede ser considerado como un conflicto por el profesor no implica que lo sea necesariamente para el alumno, por lo que el uso de las condiciones del cambio conceptual puede que sea necesario pero no suficiente. Existen muchas situaciones de enseñanza donde el conflicto conceptual puede no ser suficiente, ni necesario, ni siquiera útil.
- ◇ Si hubiera que señalar el punto débil de la propuesta de cambio conceptual, éste se podría centrar en la aceptación poco crítica, por parte de sus defensores, del supuesto de que los mecanismos de cambio conceptual de los que a cuenta la filosofía de la ciencia son análogos o semejantes a los que se pudieran dar en el sujeto.

El cambio conceptual, más que como un proceso súbito y radical, queda mejor explicado como un debilitamiento del estado de las concepciones previas y en un fortalecimiento simultáneo del estado de las nuevas. Este cambio sigue siendo objeto de estudio en diferentes ámbitos de conocimiento.

2.2. Revisión de investigaciones en el campo de la enseñanza de las ciencias

Como se ha mencionado anteriormente, la enseñanza de las ciencias es un tema que ha sido explorado con gran interés por diferentes especialistas, para apoyar las teorías antes expuestas, se mencionaran algunas de las investigaciones que se han realizado en este tema.

La enseñanza de la ciencia en la escuela se enfoca casi totalmente a contenidos científicos tales como energía, enlaces químicos y fotosíntesis. El conocimiento de la ciencia (tanto la naturaleza y rango de la ciencia como la forma de pensar científicamente) sólo recibe escasa atención, aunque esta clase de conocimiento se considera como la meta de dicha enseñanza.

La visión de los estudiantes de la ciencia, no sólo son temas importantes sino que tienen una influencia significativa en la comprensión de la misma, aunque en este campo existe poca investigación. En lo que concierne al conocimiento que tienen los profesores de la ciencia, los resultados son variados. Mientras que algunos estudios señalan que su filosofía está principalmente limitada a posiciones empiristas, otros señalan que poseen posiciones predominantemente kuhnianas.

Por otra parte, la visión de los estudiantes parece reducirse a que el conocimiento científico es adquirido de manera pasiva, es una copia fiel del mundo y está limitado solamente a la observación más que a la construcción de explicaciones acerca de la naturaleza. Por tanto, parece necesario mejorar el metaconocimiento tanto de los profesores como de los estudiantes. (Duit, 1995)

Lawson (2000), señala que en investigaciones previas, se ha encontrado que los conceptos científicos pueden ser clasificados como **descriptivos**, (i.e. conceptos como depredador y organismo con ejemplos directamente observables) o **teóricos** (i.e. conceptos como el átomo y el gene sin ejemplos directamente observables). También se ha encontrado que la comprensión de dichos conceptos, se encuentran relacionados con los niveles de desarrollo de los estudiantes, quizás por la procedencia de las estructuras de conocimiento (i.e patrones de razonamiento) que definen niveles de desarrollo necesarios para la construcción de conceptos.

En su estudio sobre cuáles son los tipos de conocimientos que existen, el autor se centro en postular la existencia de los conceptos hipotéticos encontró entre el conocimiento conceptual y el nivel de desarrollo este resultado provee soporte adicional a la hipótesis que las habilidades de conocimiento asociadas al nivel intelectual juegan un papel importante en la adquisición de conocimiento declarativo y la construcción de conceptos. El resultado también soporta la hipótesis que el desarrollo intelectual continua a lo largo de la etapa formal durante los años de universidad, al menos para algunos de los estudiantes.

Aunque existen propuestas más complejas sobre la clasificación de las explicaciones que ofrecen los estudiantes como la indicada por Southerland (2001), quién clasificó las respuestas de su investigación en siete categorías diferentes: antropomórfica, teleológico, mecanismo próximo, mecanismo último, predeterminado, no sabe y combinado. En su conclusión, el autor señala al razonamiento teleológico como el más utilizado, en donde los fines son considerados como el agente que determina la naturaleza del fenómeno p.e. la célula debe de tener la forma ideal para desempeñar su función.

El problema de las ideas previas, ha sido estudiado ampliamente en el campo de la física, también se presenta en el campo de la biología, especialmente en temas como la célula, en los que se requiere de la construcción de una imagen (funcional y estructural) o representación abstracta con relaciones y procesos complejos. Este tema es el que interesa para la presente investigación.

Flores y cols. (2003), elaboraron una revisión de las investigaciones que se han realizado en el campo de la biología en materia de ideas y representación de los estudiantes en el área biológica. Cerca de 400 trabajos han sido realizados al respecto (Pfund and Duit en Flores, 2003) y los principales objetos de estudio han sido: Biología general (133); Aspectos diversos relacionados al ser humano como salud, enfermedad, constitución y función de sistemas (53); Genética (48); Evolución (43), Célula (34); Ecología (31), Concepto de vida o ser vivo (28); fotosíntesis (27), características y función de animales (17).

También se señala la escasa exploración que se ha realizado en México lo cual refleja la necesidad de seguir abordando este tipo de investigación en aspectos de la biología ya que una de las áreas en donde si podemos encontrar trabajos es en el campo de la física.

Algunos ejemplos de los estudio realizados en este campo y que merecen ser mencionados son los siguientes.

Flores, Tovar y Gallegos (2001), han notado que los principales problemas de comprensión, en cuanto a las funciones de la célula, que presentan los alumnos son los siguientes:

- ◇ Los estudiantes comprenden que todos los organismos están formados por unidades estructurales. Sin embargo, no presentan ninguna concepción de cómo esas unidades estructurales se articulan en el caso de los organismos multicelulares.
- ◇ La fotosíntesis y la respiración se confunden y, por tanto, no existe comprensión de ninguno de los dos procesos ni en lo correspondiente al nivel multicelular ni al celular.
- ◇ Clasifican a los organismos en simples y complejos, lo que lleva a pensar que la célula es un organismo simple y que por ello carece de algunas funciones básicas.
- ◇ Se muestra un amplio desconocimiento de los procesos de reproducción no sólo celular, sino también de organismos como animales y plantas.

Algunas de las conclusiones a las que llegaron los investigadores en relación a la situación que tienen los jóvenes de bachillerato con respecto al tema de la célula, ellos aseguran la existencia de una serie de problemas, tanto por la aparición de numerosas ideas previas como porque los estudiantes revelan desconocimiento de los procesos de los organismos pluricelulares que utilizan para representar a la célula.

Entre los aspectos a enfatizar se encuentra que la capacidad de establecer representaciones abstractas en torno a este tema es particularmente pobre. Esto implica que la estructura de la célula (organelos, membrana, núcleo) y los procesos celulares (reproducción, fotosíntesis, nutrición, reproducción) sólo son comprendidos parcialmente sin ser articulados en una visión integral.

De sus investigaciones, Flores y cols. también ofrecen algunas consideraciones, por ejemplo, no todos los conceptos científicos deben ser

tratados de la misma forma. Los conceptos científicos tienen distintos niveles de comprensión y de alcance dentro de las teorías científicas a las que pertenecen, por ello no pueden ser tratados de igual manera. Requieren ser situados en un contexto que permita al estudiante una construcción y, por lo tanto, asignación graduable de significado. Al respecto de las ideas previas, estas no constituyen entidades conceptuales aisladas. Representan conjuntos que permiten establecer interrelaciones entre ellas, sobre todo en este caso donde la transferencia de características de los organismos pluricelulares es el proceso básico (representado como organismo multicelular-célula) sobre el cual los estudiantes construyen sus representaciones.

Es conveniente que las ideas previas se organicen en estrecha relación con los niveles de complejidad que el problema de enseñanza plantea. Escuchar las ideas de los alumnos es una de las partes centrales de la enseñanza. Conocer sus concepciones permite a los profesores estar atentos al proceso de construcción conceptual, difícil y complejo, que los alumnos llevarán a cabo.

Las investigadoras Caballer y Giménez (1993), son un ejemplo de quienes han dirigido su trabajo a la determinación de algunos aspectos de las ideas sobre el concepto de célula que pueda tener el alumnado al finalizar la Educación General Básica (13-14 años). Las autoras opinan que una gran parte del profesorado de su país, España, organiza el trabajo académico basándose en los libros de texto, objetivo que no difiere mucho en México, y la propuesta que se deduce de ellos es el estudio de la organización interna celular y la relación de los procesos con los organelos celulares, es presumible que gran parte del alumnado de 13 y 14 años haya estudiado la célula y su organización bajo el presupuesto de que estos conceptos pueden aprenderse significativamente a estas edades. De tal forma, si esta propuesta se lleva a cabo, lo más probable es que desemboque en un aprendizaje memorístico que se olvida rápidamente, porque el concepto de célula es muy abstracto, construido a partir de numerosas investigaciones en microscopía electrónica y bioquímica.

La hipótesis planteada por Caballer y Giménez (1993) supone que el concepto de célula no es evidente en los alumnos, tienen una idea adquirida superficialmente limitada a la estructura más no el funcionamiento de la célula, su estudio las condujo a concluir que hay un entendimiento de la célula como unidad viva, formadora de otros seres vivos. Aunque cuando se les plantea cuestiones o problemas e incluso preguntas directas que deberían poner en juego este conocimiento, se descubren fuertes contradicciones. No se identifican organelos, estructura interna, ni funciones asociadas a esa estructura. Las investigadoras proponen la posibilidad de que el obstáculo epistemológico residiera en la imposibilidad de representarse mentalmente una célula respirando o ingiriendo alimento, aun más cuando estos procesos se asocian a “aparatos anatómicos” como el respiratorio o el digestivo de los seres humanos; evidentemente es imposible que existan esos aparatos en una célula.

Suárez y Patiño realizaron estudios en alumnos de 3º y 4º año de la Enseñanza Secundaria Obligatoria (E.S.O.) en el tema de nutrición, donde se exploraron conceptos básicos como el de salud, nutrición y digestión, encontrando diferencias significativas entre las ideas del alumnado y las ideas científicas pero con una similitud de ideas en ambas poblaciones, lo que indicó que los estudiantes, a pesar de la instrucción recibida en la población de 4º año, mantenían ideas parecidas a los del 3º.

Cabe mencionar la escasa investigación que se realiza en los niveles educativos básico, medio y medio superior, resaltando el nivel básico como uno de los rangos de edad menos abordados en todos los temas científicos; aunque podríamos mencionar lo siguiente. Con respecto a las ideas previas en secundaria se ha encontrado que las ideas de estos alumnos son muy similares a las que sostienen los alumnos de primaria. Una de las categorías que comparten es la visión antropomórfica y animística de los procesos.

Específicamente se ha notado la confusión entre células y moléculas, membrana celular y pared celular, mitosis y meiosis. Ahora, con respecto a los alumnos de bachillerato en este nivel se sigue observando la permanencia de las explicaciones antropomórficas, por ejemplo, en ideas como “la célula

“conoce” que tomar y que eliminar”. La confusión de términos es más extensa aún, la reproducción, los procesos en genética, la diferenciación entre niveles celulares y procesos como fotosíntesis, alimentación y respiración son ejemplos de dichas confusiones. Finalmente existen dificultades en las imágenes que se observan al microscopio. Los alumnos solo reconocen una serie de elementos cuadrados que les recuerda una pared o un lío de puntos y líneas. En este nivel medio superior, podemos encontrar una importante y reciente exploración realizada por investigadores de la UNAM en el tema de célula.

Concretamente en las investigaciones realizadas alrededor del concepto de célula se han llegado a diversas conclusiones y siendo tan amplio este tema los especialistas se vieron en la necesidad de clasificar las investigaciones en diferentes subtemas como lo son la estructura y la forma; osmosis y difusión; mitosis y meiosis; fisiología; fotosíntesis, entre otras. Así, encontramos que la idea más común sobre la célula en los alumnos es: **La célula es la unidad básica de todo organismo vivo.**

Ahora, en el subtema de estructura se localiza el tópico de forma y estructura y estas son algunas de las concepciones que los alumnos tienen en relación a estas dos características.

En cuanto a su forma:

- ◇ Las células por lo general son redondas y pueden ser tridimensionales o planas dependiendo del organismo que constituyen
- ◇ La forma de las células no cambia por la reproducción celular ni por el crecimiento del organismo del que forman parte
- ◇ La forma de las células se altera por problemas genéticos, físicos, químicos y sociales
- ◇ La temperatura, el agua y el crecimiento del organismo alteran la forma de la célula

En cuanto a su tamaño:

- ◇ Las células son microscópicas, más pequeñas que las moléculas de proteína
- ◇ El crecimiento del organismo, los factores del medio ambiente, la alimentación, la cantidad de agua y las enfermedades modifican el tamaño de las células
- ◇ Las células de un mismo organismo y de una misma especie tienen el mismo tamaño y la misma forma
- ◇ Las células de los organismos diferentes son diferentes
- ◇ Las células de un organismo son diferentes según la función que realizan o según el órgano que formen

Sobre los componentes de una célula, los alumnos consideran los siguientes: La célula está compuesta por membrana, mitocondria, aparato de Golgi, sistemas digestivos pequeños y vacuolas. Cada estructura representa funciones específicas.

Otro estudio que puede aportarnos un panorama sobre la situación del conocimiento en biología en diferentes niveles, fue el que elaboraron Tirado y López (1994), estudiaron el grado de apropiación de conocimientos básicos de biología. Aplicó un cuestionario de opción múltiple con preguntas fundamentales de biología a partir de los programas de estudio de secundaria las cuáles fueron revisadas por profesores de secundaria, bachillerato y universitarios que se dedican a la enseñanza de la biología y quienes estuvieron de acuerdo que eran preguntas básicas que un egresado de secundaria debería poder contestar acertadamente. Una vez validado el instrumento se aplicó en estudiantes universitarios de diferentes semestres de la carrera de biología. Los resultados fueron críticos, ya que la media de aciertos fue de un 63.4 por ciento. Esto implica que más o menos la mitad de los estudiantes universitarios obtuvieron calificaciones por debajo de este valor, lo que significa que en términos convencionales estarían reprobando un examen de biología a nivel de secundaria estudiantes que seleccionaron esta disciplina como profesión.

Estudios como el anterior, son un reflejo de la necesidad de identificar las dificultades conceptuales científicas, por ello una herramienta de apoyo para

mejorar esta situación es la identificación de ideas previas que nos permitan saber el estado en el que se encuentran los alumnos dependiendo del nivel de estudios y del tema a profundizar. Brevemente, conviene señalar que, con base en una revisión sobre publicaciones en México a partir del año 2000 se encontraron estudios sobre las ideas previas aunque no con gran facilidad. Se puede destacar que los estudios se centran en temas sobre química y física y en menor cantidad en biología, se encontró también que las poblaciones en donde se realizan estas investigaciones comúnmente es en alumnos de los niveles medio superior y superior. Por ejemplo, de acuerdo a una revisión en la base de datos de la UNAM, del año 2000 a la fecha, las tesis realizadas en la investigación de ideas previas a nivel de licenciatura y de posgrado fueron 17, de las cuáles 9 trataban sobre temas químicos y el resto sobre física, biología y geografía. Con lo anterior, podemos ver que el campo de investigación de las ideas previas en nuestro país aún es amplio y la detección de estas debería de ser más abundante.

En este estudio se han elegido poblaciones de alumnos del último año de bachillerato, se eligió esta población porque se parte de la idea de que son alumnos que ya recibieron instrucción formal de varios años atrás en el tema celular y que por lo tanto se encuentran familiarizados con los conceptos. Se recurrió a poblaciones con características diferentes y aparentemente contrastantes que, debido a sus diferencias, arrojarían distintas ideas previas. Las diferencias elegidas fueron la institución educativa en la que se encontraban y el área de estudio que los encaminaría a realizar sus estudios universitarios.

Con respecto al área de estudio de interés del alumno se tienen dos opciones, que el alumno tenga preferencia por los temas físico-matemáticos, esto es, alumnos que quieran cursar carreras como física, ingeniería, actuaría, etc. o por los temas de área biológica o sea alumnos que quieran cursar carreras como medicina, química, biología, etc., y que por la afinidad hacía este tipo de temas se espera que sus respuestas sean más elaboradas o reflejen con mayor claridad sus ideas.

La otra característica es el tipo de institución a la que pertenecen y que son de diferentes características, por una parte el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) de la UNAM y por el otro el Centro de Estudios Tecnológicos, Industriales y de Servicios (CETIS) los cuales son dependientes de la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial, una dependencia adscrita a la SEP y que tiene objetivos diferentes a los planteados por la UNAM. Los alumnos de CETIS son estudiantes que al finalizar su educación media superior egresan con una carrera técnica para lo cuál eligieron las materias de su preferencia de acuerdo al interés de estudio y no comparten el plan de estudios con el CCH; en esta situación, se esperaría que los alumnos del CCH reflejaran, sin importar su área de estudio un mayor conocimiento del tema y por lo tanto tendrían ideas más claras y abundantes.

Así, se obtuvieron cuatro grupos en total:

- ❖ CCH físico-matemático
- ❖ CCH químico-biológico
- ❖ CETIS físico-matemático
- ❖ CETIS químico-biológico

Cada grupo se conformó con 25 sujetos de los cuales no se tomó en cuenta ni la edad ni el género.

Capítulo 3. Estudio de las ideas previas en alumnos de bachillerato en el tema celular: tamaño y forma.

3.1. Planteamiento del problema

3.1.1. Justificación

La literatura revisada en torno de las ideas previas que tienen los alumnos respecto de la estructura y función celular, da cuenta de las dificultades que enfrentan al intentar explicar procesos como la respiración, la reproducción o la nutrición. Pero si bien algunos alumnos logran explicar un determinado proceso, no puede decirse que lo hagan de una manera detallada, integral ni correcta.

En este sentido, tanto la dificultad conceptual que enfrentan los estudiantes en el abordaje de la célula (estructura y función) así como la gran cantidad de ideas erróneas sobre esta temática, indican la pertinencia de estudiar las nociones que tienen los estudiantes de bachillerato acerca de los fenómenos biológicos en general y sus ideas acerca de la estructura y función celular en particular. Más aún si ese conjunto de ideas dificulta el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por lo anterior es necesario determinar cuáles son las ideas que tienen los estudiantes sobre la morfología de la célula para que antes de que se profundice en el tema celular se identifique cuál es la concepción del alumno respecto de la célula como unidad funcional de los seres vivos.

3.1.2. Objetivo General

- ◇ Determinar las ideas previas de los alumnos de bachillerato en los temas de forma y tamaño celular dependiendo de su formación académica y de la institución académica en la que estudian.

3.1.3. Objetivos específicos

- ◇ Identificar posibles problemas conceptuales acerca de la célula en los alumnos de bachillerato
- ◇ Proporcionar una visión sobre la representación de la célula de los alumnos de bachillerato.

3.1.4. Preguntas de investigación

1. ¿Existen diferencias en las ideas previas sobre el tamaño y la forma de la célula en los estudiantes de bachillerato de acuerdo con el tipo de institución educativa: CCH o CETIS a la que pertenecen?
2. ¿Existen diferencias en las ideas previas sobre el tamaño y la forma de la célula en los alumnos de bachillerato de acuerdo con el área de interés de estudio: ciencias físico-matemáticas o ciencias biológicas?

3.2. MÉTODO

3.2.1. Participantes

La muestra se tomó al azar, eligiendo cuatro grupos del último año de bachillerato de los cuales, dos pertenecían al CCH sur de la UNAM y los otros dos del CETIS cuya única condición fue que pertenecieran a una área de conocimiento determinada. Un grupo debía ser de estudiantes interesados en cursar alguna licenciatura enfocada al área de salud y el otro grupo al área de matemáticas. De cada grupo se extrajeron 25 cuestionarios al azar. No se tomó en cuenta la edad ni el sexo de los participantes.

3.2.2. Instrumento

Se utilizaron dos de los cuestionarios diseñados y validados por Flores *et al.* (2000) para el proyecto “Preconceptos y Estrategias de Cambio Conceptual en la Enseñanza de las Ciencias”. La estructura de estos cuestionarios está conformada por 23 preguntas, 20 de opción múltiple y tres de tipo abierto que van acompañados de su justificación correspondiente por parte del alumno. En general, con esta información se posibilita definir cuáles son las ideas que mantiene el estudiante y de qué tipo son éstas.

Ya que las preguntas de justificación son las más importantes puesto que señalan la organización conceptual de sus respuestas, se tendrá cuidado de que los participantes no dejen de elaborar sus justificaciones o explicaciones de lo que piensan o creen sobre las preguntas. Los cuestionarios a ser aplicados son: Forma de la célula, Tamaño de la célula. (véase anexo 1)

El cuestionario de **Forma de la célula** se compone de 12 reactivos, de los cuales 10 son de opción múltiple y 2 son preguntas abiertas. Las preguntas 2 y 12 implican la elaboración o elección de esquemas para asociar la forma de la célula con el tipo de la misma.

En el caso del cuestionario sobre **Tamaño**, este se compone de 11 reactivos de los cuales 10 son de opción múltiple y uno es abierto.

3.2.3. Procedimiento

Para la aplicación de los cuestionarios se platicó previamente con los profesores para que supieran en que consistía el estudio y para que nos concedieran el tiempo de su clase. La aplicación se realizó por la mañana, evitando que fuera a primera hora o que fuera cerca de la hora de salida. Cada sesión tuvo una duración aproximada de una hora y media, al inicio de ésta se le daban a los alumnos una serie de indicaciones generales. Se les hizo énfasis en que no se trataba de un examen de conocimientos sino de un cuestionario en el que se buscaba averiguar cuáles eran sus ideas sobre diferentes aspectos del tema celular, se mencionó que la mayoría de las preguntas ofrecían opción múltiple y por lo tanto no podían dejar las preguntas sin una elección, además, al momento de justificar su respuesta se les pedía que explicaran por qué eligieron su respuesta y que solamente en el caso de que verdaderamente no supieran como justificar indicaran en el espacio correspondiente que no lo sabían pero se les recordaba que al tratarse de un examen sobre sus creencias o ideas era poco probable que no supieran el por qué de su elección. Se procuró que el maestro estuviera presente en la aplicación apoyando en la supervisión del grupo con el fin de que el grupo no se distrajera y que se concentraran en la tarea.

3.3. Resultados

Antes de establecer la metodología para el análisis de las respuestas, conviene presentar las principales dificultades presentadas en la integración de los datos.

A pesar de que los participantes pudieron o no elegir una respuesta, la mayoría de las justificaciones están acompañadas, por un “no sé” o por respuestas que no indican una idea en particular. Principalmente los del grupo de CETIS cuando se trataba de justificar, señalaban respuestas como “no me acuerdo”, “quien sabe”, “supongo”, “así lo imagino”, “no me interesa”, etc. Este tipo de respuestas se calificaron como respuestas de “no sé”. Cuando los alumnos dejaban en blanco el espacio para la justificación o no había elección de alguna opción, se valoró esta respuesta como “no respondieron” (n.r.)

La falta de tiempo, el exceso de preguntas, la complejidad de las mismas o el poco interés por realizar la actividad, pudieron ser factores que afectaron notablemente la poca cantidad de respuestas proporcionadas en los cuestionarios. Los factores señalados se percibieron durante la aplicación, por ejemplo, en el grupo de CCH del área de matemáticas, hubo un momento en el que se ausentó el profesor y los estudiantes comenzaron a platicar entre ellos y a decir frases como: “ya me cansé”, “está muy difícil” o preguntando si la calificación del cuestionario iba a influir en la calificación de la materia.

Al integrar las respuestas otorgadas por los alumnos, se pudo apreciar una disminución en sus justificaciones hacia el final del instrumento que, como mencionaba, se pudo deber a que ya llevaban “mucho tiempo” respondiendo los cuestionarios o que algunas preguntas implicaban una mayor complejidad. También influyó el que al terminar de resolver el cuestionario, los jóvenes podían retirarse del salón por lo que se apresuraban a entregar el cuestionario y se veía en sus respuestas el poco interés por justificar sus elecciones.

Con los resultados aglutinados se pudo confirmar lo percibido durante la aplicación: la falta de interés de los alumnos, la poca información

proporcionada por los mismos, el desconocimiento de algunos términos, la elección azarosa de respuestas, la abundancia de respuestas tautológicas, esto es, al momento de justificar su elección lo que los estudiantes hacían era repetir la elección con una o dos palabras diferentes pero sin proporcionar mayor profundidad en las respuestas. Merece mención que al revisar las respuestas se notó su baja disponibilidad a participar en la resolución del instrumento, algunos hacían dibujos en sus respuestas o al escribir exageraban la letra.

Para facilitar la descripción de los datos se utilizarán las siguientes abreviaturas para cada uno de los grupos: En el caso del Colegio de Ciencias y Humanidades (sur) se utilizará **CCH** y en el caso de los CETIS se utilizará **CET**; por otra parte se utilizará el número **I** para aquellos estudiantes que pertenecen al área de estudio físico- matemático y el número **II** será utilizado para los alumnos interesados en el área químico-biológicas.

En cuanto a los cuestionarios, se utilizará una “**Q**” para referirse a estos, acompañada de un número, el **1** corresponde al cuestionario de Tamaño y el número **2** al de Forma, para precisar una pregunta se utilizará la letra “**P**”, seguida del número de la pregunta; por ejemplo, para referirme a la pregunta número tres del cuestionario de forma se indicará como **Q2P3**

En cuanto a las preguntas, estas pueden ser agrupadas por el objetivo de las mismas o por el tipo de respuesta. Las preguntas que persiguen un mismo objetivo se agruparon con base en la intención de la idea previa que se buscaba en los jóvenes, y eran tres intereses principalmente: las características físicas de la célula, los factores que pueden alterarla y la comparación de estas con otros organismos con el mismo tipo de célula (animal o vegetal) ya sea en su tamaño o en su forma en los tres casos

Sobre el tipo de respuesta a los alumnos se les proporcionó tres opciones diferentes:

- a. Opción si/ no
- b. Abiertas
- c. Tautológicas

Las respuestas se agruparon por la similitud de la idea que los estudiantes indicaban para poder, con las tablas obtenidas y lo que pude observar durante la aplicación, realizar un análisis cualitativo ya que puede aportar mayor información que la que podría aportarnos un análisis cuantitativo. De esta manera se pudo obtener una serie de ideas representativas para cada pregunta o grupo de preguntas enfocadas a un mismo objetivo, los cuales son tres: las características físicas, los factores que la alteran y la comparación entre el mismo tipo de célula en distintos organismos.

En las siguientes tablas se puede observar la manera en que las preguntas se encuentran agrupadas:

TABLAS DE CLASIFICACIÓN DE LAS PREGUNTAS

Por el mismo objetivo:

Tamaño	
Características físicas	<p>1. ¿Las células pueden ser observadas a simple vista?</p> <p>6. En el ser humano el tamaño de todas sus células es:</p>
Factores que la alteran	<p>2. ¿Qué factores crees que podrían alterar el tamaño de una célula?</p> <p>5. El tamaño de un organismo unicelular, como una bacteria, desde que se forma hasta antes de su reproducción</p> <p>7. ¿Crees que las células de tus huesos tenían el mismo tamaño cuando eras bebe que ahora que eres joven?</p> <p>9. Al observar las células de la raíz de un pino, ¿tendrán el mismo tamaño cuando éste era joven que al ser adulto?</p> <p>11. El tamaño de las células de un organismo pluricelular</p>
Comparación entre el mismo tipo de célula	<p>3. El tamaño de las células del hígado de una persona y de un ratón son:</p> <p>4. ¿Tienen el mismo tamaño las células de una hoja de perejil y las de una hoja del rosal?</p> <p>8. Considerando un hongo, ¿todas sus células tienen el mismo tamaño?</p> <p>10. ¿Todas las células del hígado de un gato tienen el mismo tamaño?</p>

Tabla 1. Clasificación de las preguntas por objetivo. Tema: Tamaño

Forma	
Características físicas	<p>1. Las células son:</p> <p>2. En los siguientes esquemas indica en el paréntesis con la letra A los que correspondan a formas de células animales; con V las que correspondan a células vegetales; con E los que correspondan a ambas.</p> <p>8. ¿Cuál o cuáles de las siguientes estructuras están constituidas por células?</p>
Factores que la alteran	<p>3. ¿Qué factores crees que podrían alterar la forma de una célula? ¿Cómo lo explicas?</p> <p>4. ¿Crees que las células de las raíces de un ahuehuete tenían la misma forma cuando era joven que al ser adulto?</p> <p>6. ¿Crees que las células de tu páncreas tenían la misma forma cuando eras recién nacido que ahora que eres joven?</p> <p>11. Elige la o las opciones que determinan la forma de la célula</p>
Comparación entre el mismo tipo de célula	<p>5. La forma de la célula del hígado de una persona y la de las del hígado de un ratón son</p> <p>7. Considerando un hongo, ¿todas sus células tienen la misma forma?</p> <p>9. Por su forma, las células del pulmón de un ser humano son</p> <p>10. Si observas las células de una hoja de perejil y de una hoja de rosal, ¿tendrán la misma forma?</p>

Tabla 2. Clasificación de las preguntas por objetivo. Tema: Forma

Por el tipo de respuesta

Tamaño		
Si/no	Abierta	Tautológica
1. ¿Las células pueden ser observadas a simple vista?	2. ¿Qué factores crees que podrían alterar el tamaño de una célula?	3. El tamaño de las células del hígado de una persona y de un ratón son
4. ¿Tienen el mismo tamaño las células de una hoja de perejil y las de una hoja del rosal?		5. El tamaño de un organismo unicelular, como una bacteria, desde que se forma hasta antes de su reproducción
7. ¿Crees que las células de tus huesos tenían el mismo tamaño cuando eras bebe que ahora que eres joven?		6. En el ser humano el tamaño de todas sus células es
8. Considerando un hongo, ¿todas sus células tienen el mismo tamaño?		11. El tamaño de las células de un organismo pluricelular
9. Al observar las células de la raíz de un pino, ¿tendrán el mismo tamaño cuando éste era joven que al ser adulto?		
10. ¿Todas las células del hígado de un gato tienen el mismo tamaño?		

Tabla 3. Clasificación de las preguntas por tipo de respuesta. Tema: Tamaño

Forma		
Si/no	Abierta	Tautológica
4. ¿Crees que las células de las raíces de un ahuehuete tenían la misma forma cuando era joven que al ser adulto?	2. En los siguientes esquemas indica en el paréntesis con la letra A los que correspondan a formas de células animales; con V las que correspondan a células vegetales; con E los que correspondan a ambas.	1. Las células son
6. ¿Crees que las células de tu páncreas tenían la misma forma cuando eras recién nacido que ahora que eres joven?	3. ¿Qué factores crees que podrían alterar la forma de una célula? ¿Cómo lo explicas?	5. La forma de la célula del hígado de una persona y la de las del hígado de un ratón son:
7. Considerando un hongo, ¿todas sus células tienen la misma forma?	8. ¿Cuál o cuáles de las siguientes estructuras están constituidas por células?	9. Por su forma, las células del pulmón de un ser humano son:
10. Si observas las células de una hoja de perejil y de una hoja de rosal, ¿tendrán la misma forma?	12. Dibuja una célula con sus componentes y sus nombres correspondientes,	11. Elige la o las opciones que determinan la forma de la célula:

Tabla 4. Clasificación de las preguntas por tipo de respuesta. Tema: Forma

Como se puede notar, los cuestionarios presentan características particulares que permiten concentrar las ideas de manera más precisa, como ocurre con el tipo de respuesta ya que no solamente se enfocan en respuestas de opción límite sino que también hay preguntas abiertas que permiten que las preguntas y los objetivos de estas se apoyen mutuamente. El instrumento tiene preguntas que permiten la comparación entre tipos de células, así, tenemos preguntas en células animales, vegetales y de hongos, dando lugar a preguntas intra e inter especies.

La elección de respuestas es menor en los grupos de CET y por lo tanto con mayor frecuencia al momento de justificar sus elecciones indican que no saben. Los grupos de CCH tratan de ser más específicos en sus justificaciones, sin embargo no siempre manifiestan sus ideas ya que las respuestas generalmente son tautológicas y esto se reflejó en los cuatro grupos. El grupo de CCH-I manifestó de manera más general una visión más

física del tamaño y la forma de la célula, como por ejemplo en la idea de que las células son tridimensionales porque es necesario que todo tenga un volumen por mínimo que este sea; también refieren con mayor frecuencia al término estructura, señalando que la célula de acuerdo a su función o localización o pertenencia a determinado organismo, debe tener una estructura concreta.

A continuación, se harán algunas precisiones sobre algunas preguntas que merecen ser especificadas.

Una de las preguntas que mayor confusión creó en los alumnos fue la del hongo (C1P8 y C2P7) ya que parece que no tienen una idea muy clara de cómo puede ser la estructura de este organismo, la mayoría de los participantes lo visualizan como un cuerpo uniforme y no puede variar en sí mismo. En los cuatro grupos la justificación tiene poca claridad y se refieren a él como “organismo”, “planta”, o “un solo hongo”, y en el caso de los alumnos de CCH, en ambos grupos, refieren que el hongo realiza funciones de las que dependerá el tamaño; en caso contrario, son muy pocos los jóvenes de CET que creen que el hongo tenga funciones.

En C2P12 se solicitó a los participantes que realizaran un esquema de la célula (véase anexos pp. 4,5; 10,11; 16,17; 22,23). En este caso y como se apreció a lo largo de los cuestionarios, los grupos de CET respondieron con menor frecuencia a esta pregunta. También se debe mencionar que en la pregunta se solicitaba a los alumnos que (1) indicaran cuál era el tipo de célula que dibujaban, (2) los componentes dibujados y (3) si la habían observado en el microscopio; a las dos primeras solicitudes se encontró mayor respuesta, pero en el caso de la tercera petición, los estudiantes no respondían si la habían observado o no.

En la siguiente tabla se puede observar como respondieron los cuatro grupos:

Grupo	Tipo de dibujo realizado	Observaciones (forma y componentes con mayor frecuencia)
CCH-I (26)	4 animal 6 vegetal 3 ambos 10 n.e. 2 s/r	Los alumnos dibujaron una mayoría circular (12 de 26) Núcleo, citoplasma, aparato de Golgi, mitocondria. Tres dibujos fueron dibujados con volumen. Los dibujos de vegetales mencionaban con mayor frecuencia al cloroplasto (6 ocasiones)
CCH-II (25)	7 animal 6 vegetal 1 ambos 2 eucariontes 8 n.e. 1 s/r	Se dibujó una mayoría circular (11 de 25) Núcleo, membrana, mitocondria, pared celular. Debe mencionarse que en la forma de las células vegetales se utilizó la forma hexagonal (3 ocasiones) y que en este tipo de células se mencionó la vacuola con mayor frecuencia en las células vegetales (4 veces).
CET-I (14)	2 animal 3 vegetal 1 ambos 6 n.e. 13 s/r	Se dibujó una mayoría circular (8 de 14) El núcleo fue el elemento con más menciones.
CET-II (18)	4 animal 1 vegetal 2 ambos 8 n.e. 10 s/r	Se dibujó una mayoría circular (10 de 18) Núcleo y citoplasma

Tabla 5. Respuestas por grupo a la pregunta C2P12

En la primera columna se puede observar el grupo en cuestión y en paréntesis el número de esquemas que se obtuvieron en dicho grupo, en la segunda columna se señala el tipo de célula dibujado y la cantidad de cada dibujo por sujetos incluyendo en los que no se especificó el tipo célula (n.e.) y el número de sujetos que no respondieron (s/r); se observará que algunos alumnos dibujaron ambos esquemas, en la última columna se indican cuáles fueron los componentes que con mayor frecuencia se señalaron por los estudiantes y cual fue la figura geométrica que más utilizaron en sus esquemas.

En esta pregunta, C2P12, es en donde se puede encontrar mayor diferencia entre los grupos; se puede apreciar un contraste considerable entre los grupos de CCH contra los grupos de CETIS, en el caso de estos últimos,

hubo menor cantidad de respuestas y fueron más frecuentes los casos en los que no respondieron. En el caso de los CCH se encontró casi la totalidad de preguntas respondidas, solo tres estudiantes no respondieron (2 del CCH-I y 1 de CCH-II). En cuanto a los componentes que señalan en los esquemas también es clara la diferencia, como se aprecia en la tabla, los alumnos de CCH muestran mayor conocimiento de los componentes ya que en promedio cada esquema tenía 5 mientras que el CET tuvo un promedio de 3 elementos por dibujo (consulte anexo 2).

Sin lugar a dudas, el **núcleo** es el componente que se menciona más por los participantes, tanto en la célula animal como en la vegetal y es muy común que la representación de éste sea como un círculo pequeño dentro del cuerpo de la célula, generalmente al centro de la misma. En cambio, para el resto de los componentes señalados no hay una tendencia específica de alguna forma determinada para los componentes.

Análisis de resultados

A continuación se presentarán las ideas más representativas de los alumnos en el tema de forma y tamaño de la célula, como se comentó anteriormente, los datos indican que no existen muchas diferencias en cuanto a la concepción de los estudiantes en este tema. Se puede considerar que entre los cuatro grupos existen porcentajes muy similares los cuales serán señalados en cada una de las ideas cuando resulte conveniente.

Ideas previas del tamaño de la célula

❖ La célula no puede verse a simple vista porque es muy pequeña

Los alumnos tienen la idea de que la célula no puede ser vista a simple vista porque las células tienen un tamaño muy pequeño, los estudiantes indican que la célula solo se puede ver a través del microscopio. Solamente un participante de CCH-I cree que es posible verlas a simple vista, pero su explicación no es muy acertada, ya que señaló que se “si se mira fijamente, se pueden ver en la mano”, con lo que no queda muy claro qué es lo que el percibe como a una célula.

❖ El tamaño de la célula depende del organismo al que pertenecen

Los alumnos consideran que organismos diferentes tienen células de diferentes tamaños, indican que el ratón es más pequeño y por lo tanto sus células son más pequeñas. En los cuatro grupos se obtuvieron cantidades similares de alumnos que consideran esta idea, CCH-I: 52%; CCH-II: 44%; CET-I: 52%; CET-II: 56%. Por el contrario, son menos los que dicen que las células de un mismo órgano pero en diferentes organismos son iguales y es de resaltar que en este caso los alumnos señalan que se trata de células del mismo tipo ya sean células animales o células de hígado como es el caso, en este caso tenemos porcentajes como los siguientes: CCH-I: 28%; CCH-II: 28%; CET-I: 24%; CET-II: 20%.

❖ **El tamaño de la célula se puede alterar por factores biológicos**

Hay una tendencia por parte de los alumnos para indicar que los factores biológicos como virus o bacterias son los causantes de alteraciones en el tamaño de la célula, este factor fue señalado por los cuatro grupos, en promedio el 26% de cada grupo. En menor cantidad se encuentran otras ideas como la alimentación, el organismo al que pertenecen las células o posibles mutaciones como causantes de lo que puede alterar el tamaño de la célula, pero destaca que el grupo CCH II considera al ambiente como factor de cambio, por ejemplo la temperatura (16%), este factor no fue señalado por el resto de los grupos.

❖ **La célula tiene un crecimiento con el organismo y después se mantiene constante**

Los alumnos tienen la idea de que la célula crece junto con el organismo, aunque esta idea se presenta con más frecuencia en el caso del ser humano que en el de la planta, con mayor precisión se tienen estos porcentajes, en el caso del ser humano: CCH-I: 36%, CCH-II: 40%; CET-I: 64%; CET-II: 64%. Para el caso de las plantas: CCH-I: 24%, CCH-II: 32%; CET-I: 36%; CET-II: 16%. Se destaca que los CET tienen mayor tendencia a creer que las células del ser humano crecen junto con él.

Los estudiantes señalan que las células necesitan crecer y así es como el organismo también tiene un aumento en su tamaño; de manera opuesta, algunos alumnos indican que la célula no presenta un aumento en su tamaño

sino que lo que aumenta es la cantidad de las células, en este caso es el CCH-I quien mostró una mayoría en esta idea y también fue mayoritaria su idea de que las células no crecen con el organismo. Como se indicaba anteriormente en el caso del pino las ideas de los alumno se dividieron en ambas posibilidades es decir, que la célula pueda o no crecer, pero las justificaciones son las mismas, si no hay crecimiento es porque lo que aumenta es la cantidad de células y si existe crecimiento, este se debe a que hay aumento en el tamaño de las células.

Resultados sobre las ideas previas: tamaño

Sobre el tamaño de la célula, los alumnos consideran que ésta es muy pequeña y no es posible verla a simple vista, para lograr esto se requieren de instrumentos como el microscopio además de que se encuentra en el interior del cuerpo. Los alumnos consideran que el tamaño de la célula puede ser determinado por la función que ésta realice y del organismo en el que se encuentre, el tamaño del organismo también puede determinar el tamaño de la célula. Por otra parte es posible que organismo simples tengan un solo tipo de célula como en el caso de los hongos o las plantas, además entre este tipo de organismos es posible que puedan tener el mismo tipo de célula y en el caso de los organismos complejos pueden tener diferentes tipos de células, y entre organismos no pueden tener el mismo tipo de célula. Otros alumnos, pero en menor cantidad, creen que el órgano (o la función) puede tener células del mismo tamaño sin importar si son organismos diferentes.

Los alumnos piensan que la edad también podría afectar el tamaño, es decir que hay un crecimiento celular paralelo al del organismo. Los alumnos con una formación académica dirigida al área de salud (CCH-II) tienen la idea de que la célula no aumenta de tamaño sino que lo que aumenta es la cantidad.

En cuanto a los factores que determinan el tamaño de la célula, los alumnos tienen la idea de que éste es determinado por la función, el órgano o el tejido del que forman parte pero debe considerarse que estas ideas son poco claras ya que al preguntárseles porque creen que estos son los factores que alteran el tamaño, los alumnos suelen señalar que “eso es lo que lo determina” o repiten la elección de su respuesta.

Ideas previas de la forma de la célula

❖ La forma de la célula animal es redonda y la vegetal es alargada.

La tabla de C2P2 indica como los alumnos prefieren asociar la forma redonda de una célula con el tipo animal y alargada con las células vegetales; por ejemplo, la figura no. 6 que es la más irregular, no tiene una tendencia clara en general, por ejemplo, en el caso de CCH-I señaló que era célula animal en un 60%, el CCH-II se inclinó con un 40% para ambos tipos de células, el 60% de CET-I prefirió vegetal y CET-II prefirió animal en un 32%. Cuando a los alumnos se les pidió que dibujaran una célula, estos no indicaron un volumen, muy pocos alumnos intentaron darle profundidad a sus dibujos para ser más precisos solo tres alumnos del CCH-I.

❖ La célula es tridimensional porque todo tiene volumen

Los alumnos consideran que la célula tiene volumen por mínimo que este sea, ya que toda materia tiene volumen, cabe destacar que esta es la justificación más común para los alumnos de los grupos de CCH aunque reparten sus opiniones al elegir la opción “c. Algunas planas y otras tridimensionales” (56% en CCH-I y 44% en CCH-II). Al mismo tiempo ningún estudiante de CCH señala la posibilidad de que las células sean todas planas y en el caso de los CETIS si se contempla esta posibilidad aunque sea en menor medida (3 en CET-II y 2 en CET-I). A pesar de que los alumnos mantienen la idea de que “todo tiene un volumen por mínimo que sea”, cuando se les pidió la elaboración de un dibujo, casi la totalidad de la población realizó dibujos de células planas.

❖ Las células puede tener una forma plana o tridimensional dependiendo de su función

Esta idea fue la que más predominó en los alumnos de los CETIS pero en los cuatro grupos es común encontrar la idea de que la forma de una célula puede depender de la función que realice, en estas justificaciones puede destacarse que los alumnos de CET tienden a responder de una manera tautológica, justifican que la célula es plana o tridimensional porque debe de haber diferentes tipos de células; en cambio, el CCH indica que la diferencia,

además de la función cuya justificación es más común, está en el tipo de célula (vegetal o animal) y en la estructura que la célula tiene.

❖ **Diferentes organismos animales tienen diferentes formas en sus células.**

Los alumnos consideran que las células de diferentes organismos aun tratándose del mismo órgano, son de diferentes formas porque los organismos son diferentes, esta respuesta es señalada por ambos grupos de CCH con 44% de elección en ambos casos y por el grupo de CET-I con un 28%, merece especial atención que los estudiantes de CET-II no justificaron de esta manera, sino que indicaron que “las células vegetales y las animales son diferentes” con un 32% lo que nos conduciría a revisar si hubo una confusión al leer la pregunta, si fue una idea revisada en clase de manera errónea o pudieron copiarse entre ellos las respuestas, porque en ningún caso señalaron una justificación como la de los grupos restantes.

En menor medida, una parte de la población, considera que las células de un mismo órgano son de formas iguales aun cuando se trate de diferentes especies porque la célula a la que se están refiriendo es de tipo animal y por lo tanto no importa del organismo que se trate. Los porcentajes de esta elección fueron los siguientes, en el CCH-I: 20%; en CCH-II:16%; en CET-I: 28% y en el CET-II ninguno de los participantes justificó de esta manera, lo que confirma la posibilidad de que la pregunta haya creado duda.

❖ **Diferentes organismos vegetales tienen formas iguales en sus células**

Los alumnos creen que las hojas de un rosal y las de un perejil tienen células de iguales tamaños porque se trata en ambos casos de células vegetales los grupos CET-I (44%), CET-II (52%) y CCH-II (60%) coinciden en esta idea a diferencia del grupo de CCH-I en el que la mayoría de los alumnos (56%) considera que tienen formas diferentes porque son diferentes estructuras de especies diferentes.

❖ **La forma de la célula se puede alterar por factores químicos**

La idea de que la forma de la célula puede modificarse por sustancias químicas como veneno o medicamentos es común en los alumnos de CET (24% en ambos grupos), quienes en menor medida le dieron peso a los aspectos genéticos como sí lo hicieron los estudiantes de CCH. Por ejemplo, en el grupo de CCH-I ningún participante señaló factores químicos, prefirieron las mutaciones o la función de la célula, también el ambiente es uno de los factores señalados por los estudiantes como posible factor de alteración de la forma pero en menor frecuencia con un promedio de 15% por cada grupo.

❖ **La forma de la célula se puede alterar por factores biológicos**

La idea de que las mutaciones o enfermedades pueden alterar el tamaño de la célula se presentó con mayor frecuencia en los alumnos de CCH y contrario a los alumnos de CET el ambiente o factores químicos fueron descritos en pocos alumnos de estos grupos. Los alumnos mantienen la idea de que las mutaciones genéticas pueden cambiar la forma de la célula, para esta justificación se tienen los siguientes porcentajes por grupo: CCH-I: 28% CCH-II: 40% CET-I: 20% CET-II:4%. Con las últimas dos ideas podemos notar una diferencia en cuanto a la idea que sostienen ambas poblaciones (CCH vs CET) sobre los factores de cambio en la forma de una célula.

Resultados sobre las ideas previas: tamaño

Los alumnos tienen la idea de que la forma de la célula puede estar determinada por la función que desempeña, por el tejido y por el órgano al que pertenecen, lo que reafirma la idea que tienen los alumnos de que determinado órgano, tiene una función particular y por lo tanto la célula que lo conforma tendrá una forma específica, pero omiten la posibilidad de que un mismo órgano pueda tener diferentes formas en sus células o quizá solo tienen en mente a la célula animal, debe resaltarse que solo un alumno del grupo CCH-I respondió que el tipo de célula puede determinar la forma.

También creen que las células pueden ser tridimensionales o planas y cuando realizan sus esquemas no indican si las han visto en el microscopio o no. Los alumnos al elaborar esquemas no indican si la han visto al microscopio, generalmente colocan un círculo o punto al centro al que denominan como núcleo.

La idea de que las células cambien con la edad del organismo solo está presente en el grupo CET-I, el resto de los grupos coincide en que la forma se conserva y lo que cambia es la cantidad de las células. Sobre los factores que pueden modificar la forma de la célula los grupos de CCH creen que las mutaciones, enfermedades o el ambiente pueden alterar la forma, en contraste los grupos de CET le dan mayor peso a los químicos y no así con factores biológicos como la genética.

Ahora, debemos señalar que otra utilidad que nos aportan estudios como este podría ser la de aplicar los cuestionarios de forma y tamaño en los años previos al último de bachillerato. Podría intentarse la obtención de estas ideas previas desde el primer año de la secundaria, ya que la mayoría de las preguntas no implican la adquisición de conocimiento científico sobre el tema y pueden preguntarse de tal forma que el alumno indique qué es lo que cree u opina sobre el tamaño y la forma. Y así realizar una comparación longitudinal sobre las ideas previas de los alumnos.

El estudio puede llevarse a cabo con los docentes para detectar cuáles son sus ideas y compararlas con las ofrecidas por los alumnos, quizá pueda encontrarse una parte del origen de las explicaciones que dan los alumnos. Tal como lo hizo Acevedo (2000), quien describió e interpretó algunas creencias, sobre la naturaleza de la ciencia y el desarrollo del conocimiento científico, en un grupo de aspirantes a profesores de enseñanza secundaria durante su formación psicopedagógica en el módulo de enseñanza de las ciencias, el autor informó que el profesorado tenía una serie de ideas más variadas con diversos niveles de complejidad y coherencia en comparación con otros profesores que no recibieron este tipo de capacitación

Con la delimitación de las ideas que mantienen los docentes es posible, detectar los esquemas alternativos, esto es, el conjunto de relaciones que el profesor supone que existen entre las diversas concepciones del alumnado, a través de la aplicación del instrumento entre ambas poblaciones para señalar las diferencias y semejanzas entre ambos.

La identificación de las ideas, también puede servir de enlace para determinar los contenidos pedagógicos que se enseñan, y esto no solo a nivel medio superior sino desde el nivel básico de la educación, así como para determinar las estrategias empleadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, como señala Carretero, (1993), la construcción del conocimiento dependerá no solo de los conocimientos previos sino de la actividad externa o interna del aprendiz al respecto. Tirado y López (1994), señalaron en su estudio que uno de los problemas más recurrentes e importantes en la planeación curricular ha sido la carencia de estructuras de conocimiento que permitan hacer una presentación articulada y coherente de los contenidos.

De igual manera se podría hacer un análisis de qué tanto las ideas se reflejan en los textos que se emplean en la escuela, cuáles son los ejercicios, ejemplos, casos prácticos, discusiones o diversas actividades que se supone se llevan en el salón de clases, así como instrumentos de apoyo a los profesores encargados de la enseñanza de las ciencias.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos y la investigación realizada puedo reafirmar la importancia y necesidad de estudiar el campo de las ideas previas particularmente en el ámbito científico, ya que su detección puede llevarse a una gran variedad de caminos a favor de los procesos de enseñanza y aprendizaje. El estudio y análisis de estas ideas puede ir desde la formación de las mismas, cómo se modifican a lo largo de los años, cuál es la influencia de la enseñanza formal o qué papel juega el aspecto social en las creencias que nos vamos formando en cualquier tema, como lo que señalaba Duit (1995), quien señaló que las concepciones que los estudiantes sostienen son el resultado de experiencias cotidianas o lecciones previas de la ciencia.

Podemos utilizarlas para la elaboración y mejoramiento de habilidades, relacionarlos con los tipos de aprendizaje o las estrategias y materiales que utilizan los docentes; una vez establecidas estas ideas se pueden encontrar las diferencias entre los esquemas de conocimiento y las ideas científicas, para buscar un cambio conceptual de raíz enriquecido con elementos de cambio necesarios a favor de un aprendizaje significativo.

Por ejemplo, Campanario y Otero (2000), señalaron que los alumnos mantienen un conjunto de ideas previas sobre contenidos científicos que casi siempre son erróneas reconociendo que son uno de los factores clave que deben de considerarse para un aprendizaje significativo de las ciencias.

Miras (1997), indica que los conocimientos previos no solo permiten contactar inicialmente con el nuevo contenido, sino que son fundamentales en la construcción de nuevos significados, de ahí que se podrían realizar propuestas para que los docentes identifiquen cuál es el punto de partida o estado inicial en el que se encuentran los aprendices antes de recibir nuevos conocimientos o cuáles son las nuevas nociones que probablemente van a modificar los esquemas ya establecidos.

Como caso similar a lo ocurrido en este estudio, tenemos la investigación de Caballer y Giménez, quienes encontraron que los alumnos de 13 y 14 años

no identificaron organelos, estructura interna ni funciones asociadas a la estructura celular, como ocurrió en este estudio en donde la población tenía edades que se encontraban entre los 17 y los 18 años y como vimos en los resultados, no hay una tendencia clara o uniforme hacia un conocimiento preciso sobre cuáles son los componentes en las células animales y cuáles en las vegetales.

A pesar de que destaca que los alumnos tiene presente elementos básicos como el núcleo, la mitocondria o el citoplasma, sin embargo si encontramos errores como señalar los cloroplastos en células animales. Driver (1995), señalaba que existe una fase en donde los estudiantes cambian sus ideas, aquí podríamos contrastar, que aunque mínimo, sí existe un cambio en la identificación de organelos, y esto quiere decir que los alumnos de bachillerato tienen la percepción de que la célula es una estructura con componentes y que cada uno debe tener una función específica, aunque no hayan demostrado saber qué organelo hace qué función.

Se confirman ideas como la de Chi (1998), que reconoce que algunos conceptos son difíciles de aprender cuando el alumno concibe un concepto como individual, cuando en realidad está compuesto por más conceptos. Probablemente esa sea la situación en algunos de los alumnos, principalmente en los que no están interesados en este tipo de temas y se refleja esa dificultad al momento de ofrecer sus explicaciones. Las respuestas, cómo ya mencioné anteriormente, tienden a repetir la idea principal y no buscan apoyo en otros conceptos para explicarlos. Los conceptos investigados en el estudio son de tipo teórico (Lawson, 2000) y por lo tanto implica mayor complejidad su estudio. Por eso, podemos encontrar diferentes respuestas que revelan un desconocimiento en los procesos celulares.

Es preocupante notar como existen dificultades por parte de los alumnos para justificar su razonamiento al momento de elegir una respuesta así como para entender procesos y estructuras ya que estamos hablando de una población que se encuentra a poco tiempo de integrarse a la enseñanza superior y que por lo tanto podríamos deducir que ya existen algunas bases o razonamientos

científicos sólidos que le permitirían seguir adquiriendo nuevo conocimiento con mayor complejidad. Por ejemplo, tomemos las justificaciones ofrecidas cuando se les preguntó por la forma de la célula, si esta es plana o tridimensional, independientemente de su elección, los alumnos dieron respuestas tan variadas como: “lo observé en un esquema”, “depende de si es vegetal o animal”, “no todas pueden ser iguales” o “depende de su función”, lo que da cuenta de que existen ideas confusas que reflejan la poca claridad que tienen con respecto a ideas científicas.

Recordando que la población del estudio esta pronto a integrarse a un nivel superior de estudios es importante evitar que se sigan arrastrando con errores conceptuales, ya que no solo se trata de que si los alumnos conocen o no sobre el funcionamiento y estructura de la célula, sino de lograr identificar como es que los alumnos perciben o comprenden algunos funcionamientos propios a los fenómenos científicos como en este caso la biología pero también indica que muy probablemente extiendan esta conceptualización hacia los fenómenos físicos y químicos. Inclusive, la constante respuesta tautológica, da cuenta de que los alumnos tienen dificultades para explicar con sus palabras determinados hechos.

Como señalaron Gómez-Granell y Coll (1994), el conocimiento es un proceso dinámico en el que la información externa es interpretada y reinterpretada por la mente que va construyendo progresivamente modelos explicativos cada vez más complejos y potentes, los cuáles siempre son susceptibles de ser mejorados o cambiados. Por lo que podríamos ver una transformación en las ideas del primer año de secundaria al último de bachillerato, se esperaría que las explicaciones fueran más complejas, como en el estudio llevado a cabo por Suárez y Patiño sobre nutrición, quienes concluyeron que existían diferencias entre las ideas en los alumnos de 14 años con los de 16, sin embargo, autores como Carrascosa (1992), ha indicado que los errores conceptuales se repiten en los distintos niveles educativos.

Entonces, si algunos estudios indican que las ideas cambian y otros señalan que estas ideas previas se conservan, ¿cuáles son los factores que influyen para que ocurra uno u otra opción?, me parece que tendríamos que analizar

diversos factores, como el tipo de institución, de currículo, la preparación del profesorado y las técnicas que estos emplean; las características de la población como el sexo, la edad, el lugar donde viven, los recursos que emplean para el aprendizaje o práctica del conocimiento.

Para poder determinar estas diferencias sería favorable la aplicación de un mismo instrumento como el empleado en esta investigación, en donde se permite agrupar la elección de cada pregunta y además se tenga el apoyo de las justificaciones, así mismo, resultaría muy interesante la aplicación de las entrevistas para poder determinar con mayor precisión la complejidad de las mismas, pero como se ha mencionado, las entrevistas pueden dar una gama más amplia de respuestas.

Actualmente, no podemos limitarnos a creer que los libros de texto son el único instrumento utilizado para la realización de lecturas, de tareas o de investigación, sin lugar a dudas la Internet se ha vuelto uno de los medios más empleados cuando los alumnos y docentes necesitan investigar sobre cualquier tema en cualquier nivel de estudios.

Es posible, detectar los esquemas alternativos, esto es, el conjunto de relaciones que el profesor supone que existen entre las diversas concepciones del alumnado, a través de la aplicación del instrumento entre la población docente. Inicialmente podrían elegirse los temas de tamaño y forma porque no se puede dar por hecho que los alumnos tienen una idea clara de lo que implica el tema celular.

Sugerencias y aportaciones

De la identificación, análisis y comparación de las ideas previas detectadas en este estudio pueden ser de utilidad las siguientes observaciones o sugerencias para futuras aplicaciones:

- ▲ Se recomienda aplicar los cuestionarios a poblaciones con diferentes características como la edad, quizá pudiera compararse entre los diferentes años de escuela o realizar un estudio longitudinal, al inicio y al término del ciclo escolar o incluso podrían buscarse si existen diferencias geográficas;
- ▲ Podrían utilizarse el apoyo de otros instrumentos que permitan identificar estilos de aprendizaje y enseñanza por parte de la escuela.
- ▲ Este estudio puede ser muy útil si se aplica también en maestros de diferentes niveles y formaciones, ya que no solo se trata de señalar que el alumno es el único con errores o dificultades conceptuales, es necesario demostrar que en ocasiones los maestros también pueden transmitir información con poca calidad científica y entonces se tendrían que buscar mejores y más estrategias que impulsen la enseñanza de las ciencias.
- ▲ Como se comentó previamente, una de las constantes en las respuestas de los alumnos fue su tendencia a responder con un “no sé”, por lo que resultaría útil acompañar la aplicación con algunas entrevistas para tratar de identificar con mayor claridad las ideas de los alumnos así como los términos que utilizan para explicar el tema, como lo hicieron en su estudio Flores y cols. o Carrascosa. Con la aplicación de una entrevista se puede tener un mayor control de las variables, aunque la desventaja sería la cantidad de tiempo que se requeriría para poder llevar a cabo las entrevistas y al mismo tiempo aumentaría la variabilidad de las respuestas dificultando el agrupamiento de las mismas.

- ▲ Sin embargo hay que destacar que la actitud de los alumnos en ocasiones no favorece la aplicación, en mi experiencia puedo comentar que se notó que en algunos alumnos no se tomaban en serio el cuestionario, elegían su opción sin leer la pregunta y obviamente en la sección de justificaciones, estas se quedaban en blanco o escribían cosas sin sentido. Para solucionar esto podría trabajarse por pequeños grupos para asegurarse de que lo están respondiendo y se distraigan con menor facilidad o pedir el apoyo al profesor para asegurar que los alumnos respondan a la mayor cantidad de preguntas

- ▲ Con las respuestas agrupadas y revisando cuáles son aquellas que obtuvieran un bajo número de respuesta, se podrían identificar cuáles son los conceptos que pudieron causar confusión en los alumnos para investigar cuál es su noción sobre los mismos. Por ejemplo, se pueden hacer preguntas sobre conceptos como nutriente, orgánico, inorgánico, cuáles son (ejemplos) los factores químicos o biológicos que afectan a la célula, etc.

Como se puede apreciar, los cuestionarios, han demostrado ser un buen instrumento para la determinación de ideas previas en el tema celular, independientemente de tener la ventaja de ser confiable y válido, el tipo de preguntas y opciones que ofrece resultan de sencilla aplicación y podrían ser utilizados como punto de partida para la enseñanza de este tema.

REFERENCIAS

- Abrams, E., Southerland, S. (2001). The how's and why's of biological change: how learners neglect physical mechanisms in their search for meaning. *International Journal of Science education*, 23, (12), 1271-1281
- Acevedo, J. (2000). Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de educación secundaria en formación inicial. *Bordón: Revista de Orientación Pedagógica*, 52 (1), 5-16
- Allueva, P. (2002). *Desarrollo de habilidades metacognitivas: Programa de intervención*. España: Gobierno de Aragón
- Alvarez, A.; del Río, P. (1993). Educación y desarrollo: La teoría de Vygotsky y la zona de desarrollo próximo. En: C. Coll, J. Palacios, A. Marchesi. *Desarrollo Psicológico y educación II*. Madrid: Alianza editorial
- Aramburu, M. (2004) Relaciones entre el desarrollo operatorio, las preconcepciones y el estilo cognitivo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 33 (8), en: www.rieoei.org/deloslectores/756Aramburu.PDF
- Ausubel, D.P.; Novak, J.D.; Hanesian, H. (1983) *Psicología Educativa: Un punto de vista cognitivo*, Editorial Trillas: México
- Caballer, M.A.; Giménez, 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. (1996) Using Citation Classics to study the incidence of serendipity in scientific discovery. *Scientometrics*, 37, 3-24 Disponible en <http://www.uah.es/otrosweb/jmc>
- Campanario, J.M.; Otero, J.C.(2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las

concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18, (2), 155-169.

Carey, S. (2000). The origin of concepts. *Journal of cognition and development*, 1, 37-41. En:

<http://www.wjh.harvard.edu/~lds/index.html?carey.html>

Carrascosa, J. (2005) El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2, (2), 183-208.

Carretero, M. (1993). *Constructivismo y educación*. España: Edelvives.

Cázares, A. (2002). *Validación de un modelo de valoración de aprendizaje en el nivel universitario*. Tesis Posgrado. Facultad de Psicología. UNAM.

Delval, J. (1997). Tesis sobre el constructivismo. En: M. Rodrigo, J. Arnay. *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona: Paidós.

Díaz Barriga, F.; Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista*. México: McGraw Hill Interamericana.

Duit, R. (1995). The constructivist view: A fashionable and fruitful paradigm for science education research and practice. In L. Steffe & J. Gale (eds.), *Constructivism in education*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 271-285

Ferrari, M., Chi, M.T. (1998). The nature of naive explanations of natural selection. *International Journal of Science education*, 20, (10), 1231-1256.

- Flores, F.; Gallegos, L. (1993). Consideraciones sobre la estructura de las teorías científicas y la enseñanza de la ciencia. *Perfiles Educativos*, 62, (3) 24-30.
- Flores, F.; Tovar, Ma.E.; Gallegos, L.; Velásquez, Ma. E.; Valdés, S.; Sainz, S.; Alvarado, C.; Villar, M. (2000). *Representación e ideas previas acerca de la célula en los estudiantes del bachillerato (Reporte de investigación)*. México. UNAM.
- Flores, F.; Tovar, M.E.; Gallegos, L. (2001). ¿Qué representación de la célula tienen los estudiantes?. en: [http://www.correo del maestro.com /anteriores/2001/ mayo/ celula.htm#nuclmen](http://www.correo-del-maestro.com/antecedentes/2001/mayo/celula.htm#nuclmen)
- Flores,F.;Tovar,M.E.;Gallegos,L. (2003). Representation of the cell and its process in high school students: an integrated view. *International Journal of Science Education*, 5,(2), 269-286.
- Gil, D. (1993). Enseñanza de la ciencia y la matemática. En: www.campus-oei.org/oeivirt/gil02.htm
- Giordan, A. (1987). Los conceptos de biología adquiridos en el proceso de aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias*,5,(2), 105-110.
- Glaserfeld, E. (1995). A constructivist approach to teaching. In L. Steffe & J. Gale (eds.), *Constructivism in education*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 3-15.
- Glatthorn, A. (1997). Constructivismo: Principios básicos. *Educación* 2001,24, 42-48.
- Glynn, S.; Yeany, R; Britton, B.(1991). *The psychology of learning science*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc.

- Goldrine, T. (2000). *Teorías implícitas en la formación de asesores para apoyar el proceso de cambio en la escuela*. Tesis Posgrado. Facultad Psicología. UNAM.
- Gómez-Granell, C; Coll, C. (1994). De qué hablamos cuando hablamos de constructivismo. *Cuadernos de Pedagogía*. España p.p. 8-10
- Hernández, A. (1997). Las visiones del constructivismo: De la formación del profesorado a las demandas de la tarea docente. En: M. Rodrigo, J. Arnay. *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona: Paidós.
- Hernández, G. (1998). *Paradigmas en psicología de la educación*. México: Paidós
- Jiménez- Aleixandre, M. (1992). Thinking about theories or thinking with theories?: a classroom study with natural selection. *International Journal of Science education*, 14, (1),51-61.
- Jiménez, S. (2000). *Aplicación de un diseño instruccional asistido por computadora para promover el cambio conceptual en alumnos de bachillerato*. Tesis Posgrado. Facultad Psicología. UNAM
- LaCasa, P. (1994). *Modelos Pedagógicos Contemporáneos*. Madrid : Visor.
- Lawson, A., Alkhoury, S., Benford, R., Clark, B., and Falconer, K.. (2000). What kinds of scientific concepts exists? Concept construction and intellectual development in college biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, (9), 996- 1018.
- Marín, N. (1999). Delimitando el cambio de aplicación del cambio conceptual. *Enseñanza de las ciencias*, 17,(1), 80-92.
- Miras, M. (1997). Un punto de partida para el aprendizaje de nuevos contenidos: los conocimientos previos. En: C. Coll, E. Martín, T. Mauri,

M. Miras, J. Onrubia, I. Solé, A. Zabala. *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Graó.

Moreira, M.A.(2000). *Aprendizaje Significativo: Teoría y Práctica*. Madrid: Visor.

Murphy, E. (1997). Constructivism: from philosophy to practice. <http://Constructivism: From philosophy to practice>.

Novak, J. (1998). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.

Oliva, J.M. (1999). Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual. *Enseñanza de las ciencias*, 17, (1), 93-107

Passmore, C., Stewart, J. (2002). A modeling approach to teaching evolutionary biology in high schools. *Journal of Research in Science Teaching*, 39,(7),185-204

Pozo, J.I. (1987). *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. España: Visor libros.

Pozo, J.I.; Gomez Crespo M.A. (1998). *Aprender a enseñar ciencia del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.

Rodrigo, M.; Rodriguez, A.; Marrero, J.(1993). *Las teorías implícitas: Una aproximación al conocimiento cotidiano*, Madrid: Visor.

Sánchez, L. (2002). Diversos términos sobre el conocimiento lego del alumno: ¿Uno o varios significados?. *Perfiles Educativos*, 24, (97-98), 26-37.

Solé, I.; Coll, C. (1997). Los profesores y la concepción constructivista. En: C. Coll, E. Martín, T. Mauri, M. Miras, J. Onrubia, I. Solé, A. Zabala. *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Graó.

- Songer, C., Mintzes, J. (1994). Understanding cellular respiration: An analysis of conceptual change in college biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 31,(6),621-637
- Southerland, S., Abrams,E., Cummins, C. and Anzelmo, J. (2001). Understanding students' explanation of biological phenomena: Conceptual frameworks or P-prims. *Science Education*, 85, (4), 328-348.
- Staver. J. R. (1998). Constructivism: Sound theory for explicating the practice of science and science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 5, 501-520.
- Suárez, M.S.; Patiño, F. (). Ideas previas del alumnado de secundaria sobre nutrición. En www.educa.aragob.es/cprcalat/NUTRICIO.htm, consultado el 28 de marzo de 2006
- Tirado, F.; López, A. (1994). Problemas de la enseñanza de la biología en México. *Perfiles Educativos* 66, (4), 51-57.
- Woolfolk, A. (2006). *Psicología educativa*. 9ª ed México: Pearson.
- Woolfolk, A.; Nicolich, L. (1989). *Psicología de la educación para profesores*. Madrid: Narcea, S.A. ediciones.

ANEXO 1

CUESTIONARIO SOBRE EL TAMAÑO DE LA CÉLULA

1. ¿Las células pueden ser observadas a simple vista?

- a. Sí
- b. No
- c. Sí y no

¿Por qué?

2. ¿Qué factores crees que podrían alterar el tamaño de una célula?

3. El tamaño de las células del hígado de una persona y de un ratón son:

- a. Iguales
- b. Diferentes

¿Cómo lo explicas?

4. ¿Tienen el mismo tamaño las células de una hoja de perejil y las de una hoja del rosal?

- a. Si
- b. No

¿Por qué?

5. El tamaño de un organismo unicelular, como una bacteria, desde que se forma hasta antes de su reproducción:

- a. Es constante
- b. Aumenta con la edad
- c. Disminuye con la edad

¿Cómo lo justificas?

6. En el ser humano el tamaño de todas sus células es:

- a. Igual
- b. Diferente

¿Cómo lo explicas?

7. ¿Crees que las células de tus huesos tenían el mismo tamaño cuando eras bebé que ahora que eres joven?

- a. Sí

b. No

¿Por qué?

8. Considerando un hongo, ¿todas sus células tienen el mismo tamaño?

- a. Sí
- b. No

¿Cómo lo justificas?

9. Al observar las células de la raíz de un pino, ¿tendrán el mismo tamaño cuando éste era joven que al ser adulto?

- a. Sí
- b. No

¿Por qué?

10. ¿Todas las células del hígado de un gato tienen el mismo tamaño?

- a. Sí
- b. No

¿Cómo lo explicas?

11. El tamaño de las células de un organismo pluricelular:

- a. Es constante
- b. Disminuye con la edad
- c. Aumenta con la edad
- d. Aumenta con la edad y luego se mantienen constante

¿Por qué?

CUESTIONARIOS FORMA CELULA

1. Las células son:

- a. Todas planas
- b. Todas tridimensionales
- c. Algunas planas y otras tridimensionales

¿Cómo lo justificas?

2. En los siguientes esquemas indica en el paréntesis con la letra A los que correspondan a formas de células animales; con V las que correspondan a células vegetales; con E los que correspondan a ambas.

3. ¿Qué factores crees que podrían alterar la forma de una célula? ¿Cómo lo explicas?

4. ¿Crees que las células de las raíces de un ahuehuete tenían la misma forma cuando era joven que al ser adulto?

- a. Sí
- b. No

¿Por qué?

5. La forma de la célula del hígado de una persona y la de las del hígado de un ratón son:

- a. Iguales
- b. Diferentes

¿Cómo lo justificas?

6. ¿Crees que las células de tu páncreas tenían la misma forma cuando eras recién nacido que ahora que eres joven?

- a. Sí
- b. No

¿Por qué?

7. Considerando un hongo, ¿todas sus células tienen la misma forma?

- a. Sí
- b. No

¿Por qué?

8. ¿Cuál o cuáles de las siguientes estructuras están constituidas por células?

9. Por su forma, las células del pulmón de un ser humano son:

- a. Iguales
- b. Diferentes

¿Cómo lo explicas?

10. Si observas las células de una hoja de perejil y de una hoja de rosal, ¿tendrán la misma forma?

- a. Si
- b. No

¿Por qué?

11. Elige la o las opciones que determinan la forma de la célula:

- a. La edad
- b. La función que desempeña
- c. El tejido del que forma parte
- d. El órgano del que forma parte
- e. El organismo del que forma parte
- f. Otro _____

¿Por qué las elegiste?

12. Dibuja una célula con sus componentes y sus nombres correspondientes, subraya cuáles has observado al microscopio e indica si es vegetal o animal.

ANEXO 2

CCH

Computación

Cuestionario #2, Forma de la célula. **Pregunta 2**. Indique con la letra A el que corresponda a la célula animal, con V a la vegetal y con E los que correspondan a ambas.

Grupo: CCH - computación

R	1			2			3			4			5			6			7			8			9		
	S	A	V	E	A	V	E	A	V	E	A	V	E	A	V	E	A	V	E	A	V	E	A	V	E		
1	X				X				X	X			X					X	X				X			X	
2	X					X		X			X			X				X			X					X	
3	X					X		X				X		X				X			X			X			
4	X				X			X			X			X					X	X							X
5	X				X		X				X			X			X			X			X			X	
6			X		X			X			X		X			X	X			X			X			X	
7	X				X				X		X			X			X			X			X			X	
8		X			X				X		X			X					X		X				X		X
9	X				X			X		X			X			X			X			X			X		
10	X				X			X			X			X	X				X	X						X	
11		X			X				X		X			X					X	X						X	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	X				X			X				X		X					X		X				X		X
14		X			X			X	X				X			X			X	X				X		X	
15	X					X		X				X		X			X			X			X		X		X
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	X				X			X				X		X					X	X			X		X		X
18	X				X			X		X				X	X				X			X		X		X	
19		X				X	X					X	X				X			X					X		X
20	X				X			X		X			X		X				X	X						X	
21	X				X			X		X			X		X			X	X			X			X		X
22	X				X			X		X			X		X			X	X			X			X		X

23		X		X					X	X			X			X			X			X					
24	X				X			X			X			X			X			X							
25	X			X				X		X			X			X			X			X					
Σ	17	5	1	8	11	4	4	11	8	6	12	5	9	10	4	15	6	2	10	5	8	15	8	0	12	7	4
s/r	2			2			2			2			2			2			2			2			2		

Cuestionario #2, Forma de la célula. Pregunta 8.Cuál (es) de las siguientes estructuras están conformadas por células?
 Grupo: CCH - computación

R	hueso		hígado		Piel		uña		cabello		sangre		diente		cartílago		pupila	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
S	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
1	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
2	X		X		X		X		X		X		X			X		X
3	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
4	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
5	X		X		X		X		X		X		X		X		N	S
6	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
7	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
8	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
9	X		X		X		X		X			X	X					X
10	X		X		X		X			X	X		X		X		X	
11	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
12	X		X		X			X		X	X			X	X		X	
13	X		X		X			X		X	X			X	X		X	
14		X	X		X			X	X		X			X	X		X	
15		X	X		X		X		X		X			X	X		X	
16	X		X		X		X		X			X		X		X		X
17	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
18	X		X		X			X		X	X		X		X		X	
19	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
20	X		X		X		X		X		X			X		X		X
21	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
22	X		X		X		X		X		X		X		X		X	

23	X		X		X		X		X		X		X		X	X		
24		X	X		X			X		X	X		X			X	X	
25	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Σ	22	3	25	0	25	0	20	5	20	5	24	1	17	8	20	5	19	5

* El sujeto 5 en el reactivo *pupila* respondió "no sé"

Cuestionario 2. Forma de la célula. **Pregunta #12.** Dibuja una célula con sus componentes y sus nombres correspondientes, subraya cuáles has observado al microscopio e indica si es vegetal o animal
CCH - computación

Grupo:

Sujeto	Tipo de célula	Forma del dibujo	No. comp	Componentes señalados	Observaciones
S1	vegetal	circular	5	núcleo/ membrana/ cloroplasto/ mitocondria/ aparato de Golgi	
S2	animal	½ limón	7	núcleo/ citoplasma/ membrana celular/ aparato de Golgi/ mitocondria/ ribosoma/ nucleolo	Un dibujo con mayor volumen
S3	vegetal	cuadrado	5	núcleo/ membrana/ pared celular/ cloroplasto/ ribosoma	
S4	n.e	óvalo	6	mitocondria/ pared celular/ cloroplasto/ citoplasma/ ribosomas/ vacuola/ ADN	
S5	n.e	cuadrado	4	núcleo/ mitocondria/ <u>cloroplasto</u> / tilacoides	el núcleo tiene una ☺, las tilacoides las incluye dentro del cloroplasto
S6	vegetal	circular	4	citoplasma/ membrana/ núcleo/ mitocondria	
S7	n.e	circular	4	núcleo/ citoplasma/ membrana interna/ membrana externa/	
S8	-----	-----	-----	-----	-----
S9	animal	circular	6	núcleo/ mitocondria/ retículo endoplásmico/ citoplasma/ membrana/ aparato de Golgi	
S10	n.e	½ limón	3	membrana celular/ núcleo/ organelos	
S11	n.e	irregular	5	membrana/ pared celular/ citoplasma/ núcleo/ ostroblastos	
S12	n.e	circular	5	membrana/ mitocondria/ ribosomas/ núcleo/ aparato de Golgi	
S13	vegetal	rectangulo	2	cloroplasto/ membrana	
S14	n.e	rectangulo	4	núcleo/ membrana/ pared celular/ cloroplasto	
S15	animal	circular	8	mitocondria/ membrana/ cloroplasto/ aparato de Golgi/ núcleo/ ribosoma/ lisosoma/ nucleolo	Es un dibujo con volumen, no los señala, solo los enlista

S16	n.e	circular	3	núcleo/ mitocondria/ pared celular	
S17	n.e	circular	3	núcleo/ pared celular/ membrana celular	
S18	-----	-----	-----	-----	Sólo dibujó un circulo con otro adentro
S19	ambas	a: circular/ v: cuadrada	a:4/ v:2	a: aparato de Golgi/ mitocondria/ ribosoma/ núcleo. V: cloroplastos/ nucleolo/	
S20	vegetal	circular	4	aparato de golgi/ citoplasma/ membrana/ núcleo	
S21	animal	irregular	8	citoplasma/ clorofila/ membrana celular/ membrana nuclear/ pared celular/ núcleo/ ARN/ ADN	
S22	ambas	a: irregular/ v:cuadrado	a:7/ v:6	a: citoplasma/ aparato de Golgi/ nucleolo/ lisosoma/ núcleo/ mitocondria/ vacuola. v: cloroplasto/ pared celular/ núcleo/ vacuola/ citoplasma/ membrana	
S23	n.e	cuadrado	6	membrana celular/ aparato de Golgi/ núcleo/ pared celular/ vacuola/ mitocondria	Con volumen
S24	ambas	a: circular/ v: hexágono	a:3/ v:3	a: núcleo/ membrana/ nucleolo. v: núcleo/ membrana/ nucleolo/	Sólo los enlista
S25	vegetal	rectangular	11	membrana celular/ pared celular/ mitocondria/ retículo endoplásmico/ membrana nuclear/ núcleo/ ac. nucleicos/ ribosoma/ cloroplasto/ vacuola/ aparato de Golgi/	

CCH

Salud

Cuestionario #2, Forma de la célula. **Pregunta 2**. Indique con la letra A el que corresponda a la célula animal, con V a la vegetal y con E los que correspondan a ambas.

Grupo: CCH-salud

R	1			2			3			4			5			6			7			8			9		
	S	A	V	E	A	V	E	A	V	E	A	V	E	A	V	E	A	V	E	A	V	E	A	V	E		
1			X			X			X			X			X			X			X			X			X
2	X			X					X			X		X			X		X		X			X			X
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	X			X		X			X			X		X			X		X		X			X			X
5	X			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
6		X		X			X	X			X		X		X		X		X		X		X		X		X
7	X			X			X		X		-	-	-	X			X		X		X			X			X
8	X			X			X		X				X			X	X		X		X		X		X		X
9			X			X			X			X		X		X			X		X		X			X	
10	X			X		X			X			X		X		X		X		X		X		X		X	
11	X			X		X			X			X		X		X		X		X		X		X		X	
12	X			X		X			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
13	X			X		X			X			X	X		X		X		X		X		X		X		X
14		X		X			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
15	X				X		X			X		X		X	X		X	X				X	X		X	X	
16	X			X		X			X	X				X	X		X	X		X		X		X		X	
17			X			X			X			X		X		X			X		X		X		X		X
18		X		X				X	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
19	X			X				X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
20			X		X		X		X			X		X		X		X		X		X		X		X	
21	X			X				X	X		X		X		X	X		X		X		X		X		X	
22			X			X		X		X			X		X		X		X		X		X		X		X

23			X		X		X				X			X		X					X	X					
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Σ	13	3	6	5	12	5	8	6	8	1	14	7	5	8	8	7	5	10	13	4	5	10	4	8	12	3	7
s/r	3			3			3			3			4			3			3			3			3		

Cuestionario #2, Forma de la célula. **Pregunta 8.** Cuál (es) de las siguientes estructuras están conformadas por células?
 Grupo: CCH-salud

<i>R</i>	<i>hueso</i>		<i>hígado</i>		<i>piel</i>		<i>uña</i>		<i>cabello</i>		<i>sangre</i>		<i>diente</i>		<i>cartílago</i>		<i>pupila</i>	
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>
<i>S</i>	<i>S</i>	<i>N</i>	<i>S</i>	<i>N</i>	<i>S</i>	<i>N</i>	<i>S</i>	<i>N</i>	<i>S</i>	<i>N</i>	<i>S</i>	<i>N</i>	<i>S</i>	<i>N</i>	<i>S</i>	<i>N</i>	<i>S</i>	<i>N</i>
1	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
2	X		X		X		X			X	X			X	X		X	
3	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
4	X		X		X		X			X	X			X	X			X
5		X	X		X			X		X	X			X		X		X
6	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
7	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
8	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
9	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
10	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
11	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
12	X		X		X			X		X		X		X		X		X
13	X		X		X			X	X		X			X		X		X
14	X		X		X		X		X		X			X	X			X
15	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
16	X			X	X		X			X	X		X		X		X	
17	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
18	X			X	X			X	X		X			X	X			X
19	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
20	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
21	X		X		X		X		X		X		X		X		X	

22	X		X		X		X			X	X		X		X		X	
23	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
24	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
25	X		X		X		x		X		X		X		X		X	
Σ	24	1	23	2	25		21	4	19	6	24	1	18	7	22	3	19	6

Cuestionario 2. Forma de la célula. **Pregunta #12.** Dibuja una célula con sus componentes y sus nombres correspondientes, subraya cuáles has observado al microscopio e indica si es vegetal o animal
CCH-salud

Grupo:

Sujeto	Tipo de célula	Forma del dibujo	No. comp	Componentes señalados	Observaciones
S1	vegetal	cuadrado	9	Mitocondria/ citoplasma/ núcleo/ membrana celular/ pared celular/ cloroplasto/ nucleolo/ reticulo endoplásmico	
S2	n.e	circulo	3	Mitocondria/ núcleo/ citoplasma	
S3	n.e	irregular	4	Ribosoma/ citoplasma/ núcleo/ membrana	
S4	n.e	circulo	5	membrana celular/ pared celular/ núcleo/ Mitocondria/ Ribosoma	
S5	n.e	irregular	5	Aparato de Golgi / membrana / nucleolo/ núcleo/ lisosoma	
S6	n.e	circular	3	núcleo / citoplasma / membrana	
S7	ambas	circular- animal/irregular vegetal	A:4/ V:3	a: Aparato de Golgi / membrana/ núcleo / Mitocondria v: Mitocondria / membrana / vacuola	
S8	animal	circular	7	núcleo / membrana / aparato de Golgi / citoplasma / Mitocondria / ribosoma/ ¿? Rugoso	
S9	n.e	cuadrada	4	núcleo / citoplasma / membrana interior/ membrana exterior	
S10	vegetal	hexagonal	6	aparato de Golgi/ vacuola/ mitocondria/ pared celular/ núcleo/ membrana interna	
S11	vegetal	hexagonal	6	Aparato de Golgi / vacuola/ Mitocondria/ pared celular/ núcleo/ membrana interna	
S12	n.e	óvalo irregular	3	vacuola/ reticulo endoplásmico/ membrana	
S13	vegetal	hexagono	-----		
S14	animal	irregular	-----		
S15	animal	irregular	4	mitocondria/ membrana/ aparato de Golgi / núcleo	

S16	-----	-----	-----	-----	-----
S17	vegetal	irregular	3	citoplasma / núcleo / membrana	
S18	n.e	circular	3	membrana/ núcleo / mitocondria	
S19	vegetal	irregular	10	mitocondria/ vacuola/ citoplasma / membrana celular/ pared celular/ núcleo / nucleolo/ reticulo endoplásmico/ cloroplasto/ reticulo endoplásmico liso/ reticulo endoplásmico rugoso	
S20	eucarionte	irregular	4	núcleo / mitocondria/ pared celular/ citoplasma	
S21	animal	circular	1	núcleo	
S22	animal	circular	8	nucleolo/ núcleo/ aparato de Golgi / ribosomas/ citoplasma/ vacuola/ mitocondria/ membrana	
S23	eucarionte	circular	5	aparato de Golgi / núcleo/ membrana celular/ mitocondria/ citoplasma/	
S24	animal	circular	6	Proteínas/ membrana celular/ ribosoma/ núcleo/ pared celular/ mitocondria/	
S25	animal	circular	8	ribosoma/ membrana celular/ nucleolo/ núcleo/ mitocondria/ pared celular/ reticulo endoplasmático liso/ retículo endoplasmático rugoso	

CETIS
Computación

Cuestionario #2, Forma de la célula. **Pregunta 2**. Indique con la letra A el que corresponda a la célula animal, con V a la vegetal y con E los que correspondan a ambas.

Grupo: Cetis- computación

R	1			2			3			4			5			6			7			8			9		
	S	A	V	E	A	V	E	A	V	E	A	V	E	A	V	E	A	V	E	A	V	E	A	V	E		
1	X				X			X				X			X			X			X			X			
2	X				X			X				X			X			X			X					X	
3			X		X			X				X			X			X			X	X				X	
4	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5		X			X			X			X			X			X			X			X			X	
6		X				X	X				X			X			X	X			X	X			X		
7	X				X			X			X			X			X	X			X			X			
8	X				X			X			X			X			X	X			X					X	
9	X				X			X			X			X			X	X			X			X			
10		X			X			X			X			X			X			X			X			X	
11	X				X			X			X			X			X			X			X			X	
12	X					X		X			X			X			X			X	X					X	
13	X				X			X			X			X			X	X			X			X			
14	X				X			X			X			X			X	X			X			X			
15	X				X			X			X			X			X			X	X					X	
16	X				X			X			X			X			X			X			X			X	
17	X				X			X			X			X			X	X			X			X			
18	X					X		X			X			X			X	X			X	X			X		
19	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20	X				X			X	X			X			X			X			X			X	X		
21	X				X			X			X			X			X	X			X			X			
22	X				X			X			X			X			X	X			X			X			

23	X			X		X			X			X			X			X			X						
24			X	X		X			X			X			X			X		X			X				
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Σ	17	3	2	5	14	3	13	6	3	5	13	4	3	13	6	2	15	5	12	2	8	13	7	2	13	2	7
s/r	3			3			3			3			3			3			3			3			3		

Cuestionario #2, Forma de la célula. **Pregunta 8.** Cuál (es) de las siguientes estructuras están conformadas por células?
 Grupo: Cetis- computación

R	hueso		hígado		Piel		uña		cabello		sangre		diente		cartílago		pupila	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
S	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
1	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
2	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
5		X	X		X		X			X	X			X	X		X	
6	-	-	X		X		X		X		X			X		X		X
7	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
8	X		X		X		X		X			X	X		X		X	
9	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
10	X			X	X		X		X		X			X	X			X
11		X	X		X			X		X	X			X	X		X	
12	X		X		X		X			X	X		X		X		X	
13	X		X		X			X	X		X			X		X		X
14	X		X		X			X		X	X			X	X		X	
15	X		X		X			X		X	X			X	X			X
16	X		X		X		-	-	X		X			X	X			X
17	X		X			X		X	X		X		X		X			X
18	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
19	X			X	X			X		X		X	X			X		X
20	X		X		X		-	-	-	-	X		-	-	-	-	-	-
21	X		X		X			X		X	X			X		X		X
22	X		X		X			X	X		X			X	X			X

23	X		X		X			X		X	X			X	X			X
24	X			X	X			X		X		X		X	X			X
25	X		X			X		X		X	X			X	X			X
Σ	21	2	21	3	22	2	11	11	13	10	21	3	10	13	19	4	11	12
s/r	2		1		1		3		2		1		2		2		2	

Cuestionario 2. Forma de la célula. **Pregunta #12.** Dibuja una célula con sus componentes y sus nombres correspondientes, subraya cuáles has observado al microscopio e indica si es vegetal o animal
Cetis- computación

Grupo:

Sujeto	Tipo de célula	Forma del dibujo	No. comp	Componentes señalados	Observaciones
S1	vegetal	tipo neurona	3	membrana/ protoplasma/ núcleo	
S2	-----	-----	-----	-----	-----
S3	-----	-----	-----	-----	-----
S4	-----	-----	-----	-----	-----
S5	n.e	circular irregular	3	ribosomas/ citoplasma/ núcleo/	
S6	-----	-----	-----	-----	-----
S7	ambas	a: circular v: estrella	---	No menciona componentes	
S8	vegetal	circular	6	lisosoma/ mitocondria/ pared celular/ núcleo/ nucleolo/ aparato de Golgi	
S9	-----	-----	-----	-----	-----
S10	n.e	circular	2	núcleo/ nucleolo	
S11	-----	-----	-----	-----	-----
S12	n.e	circular	9	núcleo/ nucleolo/ vacuola/ flagelos/ cilio/ membrana/ mitocondria/ retículo endoplásmico liso/ retículo endoplásmico rugoso	
S13	-----	-----	-----	-----	-----
S14	-----	-----	-----	-----	-----
S15	vegetal	irregular	7	vacuola/ plasmodermo/ núcleo/ mitocondria/ aparato de Golgi/ cloroplasto/ retículo endoplásmico rugoso	
S16	-----	-----	-----	-----	-----
S17	-----	-----	-----	-----	-----

S18	animal	irregular	3	vacuola/ aparato de Golgi/ retículo endoplásmico	
S19	-----	-----	-----	-----	-----
S20	-----	-----	-----	-----	-----
S21	n.e	circular	2	núcleo/ mitocondria	
S22	n.e	circular	3	núcleo/ ADN/ ribosomas	El núcleo y el ADN salen del mismo centro
S23	-----	-----	-----	-----	-----
S24	animal	irregular	4	mitocondria/ núcleo/ citoplasma/ membrana	
S25	n.e	circular	4	núcleo/ nucleolo/ retículo endoplásmico liso/ retículo endoplásmico rugoso	

CETIS

Salud

Cuestionario #2, Forma de la célula. **Pregunta 2.** Indique con la letra A el que corresponda a la célula animal, con V a la vegetal y con E los que correspondan a ambas.

Grupo: Cetus- salud

R	1			2			3			4			5			6			7			8			9		
	S	A	V	E	A	V	E	A	V	E	A	V	E	A	V	E	A	V	E	A	V	E	A	V	E		
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	X				X			X		X			X		X		X			X		X					
3	X				X			X			X		X		X		X		X		X		X				
4	X				X		X			X		X		X		X		X		X		X					
5			X		X			X		X		X			X		X		X		X				X	X	
6	X				X		X			X		X		X		X		X		X		X			X		
7	X				X		X			X		X		X				X		X		X		X			
8	X				X		X			X		X		X				X		X		X		X			
9	X				X			X		X		X		X		X		X		X		X		X			
10	X				X		X		X				X		X				X		X		X	X			
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	X				X			X		X			X		X		X		X		X		X				
13	X				X		-	-	-	X		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
14	X				X			X		X		X		X		X		X				X	X				
15			X		X		X			X		X		X		X		X				X		X			
16	X			-	-	-		X		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			X	
17	X				X		X			X			X		X			X		X		X				X	
18		X			X		X			X		X		X			X		X		X		X				
19			X		X			X		X		X		X				X		X		X		X			
20	X				X		X			X		X		X			X		X		X		X				
21	X			X			X			X		X		X			X		X		X					X	
22	X				X			X		X		X			X		X		X		X		X		X		

23	X			X				X		X				X		X			X		X			X			
24	X			X				X			X				X		X			X		X		X			
25	X				X		X				X			X		X			X			X		X			
Σ	19	1	3	3	19	0	9	8	5	3	17	2	1	16	4	8	7	6	10	4	7	11	4	6	13	3	6
s/r	2			3			3			3			4			4			4			4			3		

Cuestionario #2, Forma de la célula. **Pregunta 8.**Cuál (es) de las siguientes estructuras están conformadas por células?
 Grupo: Cetis- salud

R	hueso		hígado		piel		uña		cabello		sangre		diente		cartílago		pupila	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
S	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
1		X	X		X			X		X	X			X		X	X	
2		X	X		X		X		X		X			X	X		X	
3	X		X		X		X		X		X			X	X			X
4	X		X		X		X		X			X	X			X	X	
5	X			X	X		X		X		X			X	X			X
6		X	X		X			X		X	X			X	X			X
7		X	X		X		X			X		X		X	X		X	
8	X		X		X		X		X		X			X	X			X
9		X	X		X		X			X	X			X		X	X	
10	X		X			X		X		X	X			X	X			X
11		X	X		X		X		X		X			X		X		X
12		X	X		X			X		X	X			X		X		X
13	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
14	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
15		X	X		X		X			X	X			X	X		X	
16	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
17	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
18	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
19	X		X		X		X			X	X			X	X		X	
20	X		X		X			X		X	X			X		X		X
21	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
22	X		X		X		X		X		X			X	X			X

23	X		X		X		X		X		X		X		X		X	
24	X		X		X		X		X			X	X				X	
25	X		X		X		X			X	X			X	X			X
Σ	17	8	24	1	24	1	20	5	15	10	23	2	8	17	19	6	13	12

Cuestionario 2. Forma de la célula. **Pregunta #12.** Dibuja una célula con sus componentes y sus nombres correspondientes, subraya cuáles has observado al microscopio e indica si es vegetal o animal
Cetis- salud

Grupo:

Sujeto	Tipo de célula	Forma del dibujo	No. comp	Componentes señalados	Observaciones
S1	-----	-----	-----	-----	-----
S2	-----	-----	-----	-----	-----
S3	n.e	circular	3	núcleo/ mitocondria/ citoplasma	
S4	n.e	irregular	-----	No mencionó	Tiene algunas "ramas"
S5	-----	-----	-----	-----	-----
S6	ambas	a: circular v: irregular	-----	No mencionó	En ambas dibuja un "centro"
S7	-----	-----	-----	-----	-----
S8	vegetal	alargado	2	lisosoma/ núcleo	
S9	ambas	a: circular irregular v: pentagono	a: 5 v: 5	a: membrana/ <u>núcleo</u> / vacuola/ pared celular/ <u>citoplasma</u> ; v: membrana/ núcleo/ vacuola/ pared celular/ citoplasma	
S10	n.e	irregular	2	núcleo/ mitocondria	
S11	-----	-----	-----	-----	-----
S12	-----	-----	-----	-----	-----
S13	animal	circular	3	membrana/ núcleo/ citoplasma	
S14	n.e	circular	3	núcleo/ nucleolo/ citoplasma	
S15	n.e	circular	1	núcleo	
S16	animal	irregular	5	aparato de golgi/ membrana/ citoplasma/ núcleo/ mitocondrias	
S17	animal	circular	3	núcleo/ nucleolo/ citoplasma	

S18	n.e	circular	5	membrana celular/ citoplasma/ ribosoma/ aparato de golgi/ núcleo	
S19	-----	-----	-----	-----	-----
S20	-----	-----	-----	-----	-----
S21	animal	tipo "neurona"	2	núcleo/ ramificaciones	
S22	n.e	circular	4	núcleo/ mitocondria/ membrana/ aparato de golgi/	
S23	-----	-----	-----	-----	-----
S24	n.e	circular	1	núcleo	
S25	-----	-----		-----	-----