



Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias Biológicas

Trabajo Final de Licenciatura

LA IMPORTANCIA DEL USO DE GRÁFICOS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS

Autora: Ibarra Paulina Susana

**Tutores: Greizerstein Eduardo
López César**

JUNIO 2020

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero expresar mi agradecimiento a los tutores de este Trabajo final de grado los profesores Eduardo Greizerstein y César López, por la dedicación y acompañamiento en el proceso de este trabajo, los distintos docentes que tuve a lo largo de esta carrera lo cual cada uno aportó a que yo me formara en la misma. Además a Valeria Antonelli por su aporte con distintas sugerencias recibidas.

Asimismo mi agradecimiento hacia las coordinadoras que siempre estuvieron presente, Ripa Marily y Gasdia Beatriz las cuales fueron muy cálidas desde el primer día, siempre nos dieron su apoyo y fuerzas estos dos años.

Gracias infinitas a mi familia por acompañarme siempre y entender mi ausencia en el hogar todos los sábados, sin su comprensión no hubiese podido llevar adelante esta carrera.

A mis compañeras Mariela, Laura, Paola y Glenda por las infinitas charlas y el constante ánimo en instancias complicadas de la cursada.

Por último mi agradecimiento a la facultad por haberme abierto las puertas teniendo la posibilidad de estudiar de forma pública, gratuita y de calidad.

A todos muy agradecida.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria o agradecimientos	2
Índice general	3
Resumen	4
Introducción	5
Materiales y Métodos.....	10
Resultados esperados	11
Resultados y Discusión Parte I.....	13
Resultados y Discusión Parte II.....	21
Resultados y Discusión Parte III.....	29
Resultados y Discusión Parte IV.....	35
Conclusiones	49
Bibliografía	51
Anexos	58

RESUMEN

El presente trabajo aborda la importancia del uso de imágenes en la enseñanza de las ciencias biológicas, para ello se divide en cuatro partes donde comienza haciendo un recorrido de la imagen a través de la historia para luego comprender cómo incorporar el dibujo y la fotografía en los procesos de enseñanza/aprendizaje, así también en una tercera parte desarrollando los modelos mentales con los que cuentan las personas para incorporar la información y por último cómo enseñar a mirar las imágenes para que estas herramientas los docentes y alumnos no las tengan como algo decorativo sino que tras el análisis se pueda mejorar e implementar su uso.

Palabras claves: uso de la imagen -aprendizaje- modelos mentales-estrategias-ilustración-Ciencias

ABSTRACT

This project addresses the importance of the use of images in the teaching of biological sciences for this purpose, is divided into four parts where it begins by taking a tour of the image through history and then understand how to incorporate drawing and photography into the teaching/learning processes, as well as in a third part developing the mental models that people have to incorporate information and finally how to teach to look at the images so that teachers and students don't have the same as something decorative but after the analysis you can improve and implement its use

Keywords: image usage- learning-mental models-strategies-illustration-sciences

INTRODUCCIÓN

El ser humano ha tenido desde siempre la necesidad de organizar y describir su mundo y la representación gráfica ha sido una de las primeras formas para hacerlo como lo muestran las pinturas rupestres.

Seguramente antes de la palabra conjugable existió el dibujo. Fue a través de él que se expresan afectos y situaciones que no podían manifestarse por la palabra las pinturas rupestres son el inicio de la pictografía, término que hace referencia a las primeras etapas en el desarrollo de la escritura (Senner 1992).

Además de este entronque con el surgimiento del lenguaje escrito, la importancia de la representación gráfica en el desarrollo de la sociedad humana es de tal magnitud que nuestro mundo actual ha sido definido por Gubern (1996) y otros teóricos de lo visual, como iconosfera: gigantesco mundo de imágenes que inunda toda manifestación humana y a través del cual se constituye diariamente la idea de realidad.

En los grandes hitos de la historia de la biología encontramos producciones gráficas claves para explicar la construcción científicas que se fueron dando a lo largo de distintos sucesos.

La representación gráfica ha sido fundamental en el desarrollo de las ciencias naturales. Existen trabajos que describen este hecho al tiempo que caracterizan la ilustración científica y otras formas de representación de la realidad natural, como la fotografía (England et al. 2010, Blanco y Gaido 2013).

La evolución de la comunicación humana se ha manifestado en sucesivas y variadas formas: oral, escrita, radiofónica, televisiva, y hoy en día en todas aquellas formas que involucran las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación). De forma paralela en interacción con todas ellas, se encuentra

la presencia constante de imágenes que acompaña, complementa y a veces sustituye lo verbal.

El lenguaje visual juega un papel tan importante como el verbal y el escrito en la enseñanza de las ciencias biológicas, aunque en muchos casos su uso se ha quedado relegado a un segundo plano.

Estos cambios en la difusión de la información en la sociedad actual se han trasladado a nuestras aulas, pero de una forma demasiado lenta. Aun reconociendo que se están sustituyendo progresivamente el pizarrón por presentaciones en formatos del tipo Power Point, con multiplicidad de ilustraciones, videos, etc., se aleja mucho del aprovechamiento del potencial que el uso de la imagen puede aportar a la enseñanza de las ciencias. Donde, en apariencia este cambio resulta más visible, es en el formato de los libros de texto, que se utilizan en el aula; en concreto sus páginas se han llenado de ilustraciones y de colorido. Lo que permite pensar si este formato es adecuado para que se logre mejorar el aprendizaje de las ciencias. (Perales, 2008, p.14).

En cambio, la investigación de Levie y Lentz (1982), advierte que, a pesar de la masiva presencia de imágenes, fotografías y obras de arte en los libros de textos, los alumnos no cuentan con las herramientas para comprender y aprender de ellas. En general, los autores encuentran que los estudiantes no reconocen a éstas como fuente de información útil. Algunos no registran las imágenes y si lo hacen las toman como un pasatiempo, o bien las miran, pero no las leen para obtener información relevante para complementar el texto escrito.

Dibujar no es una tarea cognitiva neutra, como indican Gobert y Clement (1999), Kress, et al (2001), Prangma, Van Boxtel y Kanselaar (2008) y Van Meter y Garner (2005), que sugieren que la tarea de dibujar puede ser muy beneficiosa

para la enseñanza-aprendizaje” Incluir al dibujo como parte de una secuencia de enseñanza-aprendizaje es un modo de ayudar al alumnado a crear modelos mentales de conceptos claves. Se trata de una actividad cognitiva y práctica que puede ser efectiva incluso cuando hay un gran número de estudiantes en el aula, el tiempo de las clases es corto y los conceptos son complejos (Glynn,1997).

Otra complejidad es el cómo enseñar a mirar los dibujos y fotografías para que sea una herramienta de aprendizaje. Al respecto Rigo (2014) menciona que, no se trata de ver a la imagen sin ningún aporte de contenido, o sólo usar la imagen como producto decorativo, sino de utilizar las ilustraciones como estrategia pedagógica y didáctica para mejorar y facilitar el proceso de enseñanza y de aprendizaje en el interior del aula; de ofrecer andamios al alumno para promover una lectura contextualizada y significativa con el objetivo de favorecer el pasaje de la mirada espontánea y rápida hacia una mirada detenida, abierta e inquisidora. (p.2)

Por tal motivo la propuesta en este presente trabajo es fomentar el uso de dibujo científico, fotografías y esquemas como herramientas útil y necesaria en la enseñanza de ciencias biológicas, valorarlo en su importante papel.

Lo importante que fue a lo largo de la historia de las ciencias biológicas, denotando en ellos la presencia constante del dibujo como técnica que acompaña la descripción verbal.

Tener en cuenta que la fotografía científica es una opción de representación del mundo natural y complementaria al dibujo.

Una manera de concebir las imágenes como herramientas de aprendizaje y la importancia en el uso de las ciencias biológicas se refleja en la famosa frase “una imagen vale más que mil palabras “.

Se aprende ciencias hablando y escribiendo en ella, así como observando y realizando dibujos.

Como señalan Grilli, et al. (2015):" la comunicación gráfica ha estado presente de una forma u otra a lo largo de toda la historia humana y de la construcción de las ciencias naturales y por esto la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias no puede realizarse al margen o por fuera de este recurso comunicativo que complementa y amplía lo verbal".

Por ello también se pretende dar respuestas a las siguientes cuestiones:

¿Hasta qué punto el dibujo influye y facilita un cambio en las representaciones mentales iniciales del alumnado y, por tanto, es importante su uso en la enseñanza de las ciencias biológicas?

¿Qué potenciales posee la utilización didáctica del dibujo, frente a la de descripciones escritas, en los procesos de enseñanza-aprendizaje en lo que existen actividades de observación en el laboratorio escolar?

OBJETIVO GENERAL

- En este trabajo se pretende fomentar y demostrar la importancia de implementar como herramienta pedagógica el dibujo y la fotografía en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias biológicas

OBJETIVOS PARTICULARES

- Resaltar la importancia del dibujo científico en la enseñanza de las ciencias biológicas, al considerarse como herramienta de apoyo necesaria para el entendimiento de temas complejos.

- Demostrar que la fotografía científica es complementaria al dibujo científico y la importancia de ambas para la enseñanza de biología.
- Realizar un recorrido histórico por algunos de los principales momentos donde el dibujo y la fotografía a lo largo del tiempo fue importante para entender cuestiones científicas.
- Demostrar que la forma de enseñar mediante imágenes no puede basarse solo en mostrar la imagen, también debe ser explicada
- Realizar y difundir una síntesis de conocimientos histórico de la ilustración científica por medio de revisión bibliográficas y ofrecer una fuente confiable de consulta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevará adelante mediante una revisión bibliográfica en distintas revistas de divulgación científica sobre el uso del dibujo y fotografía en la enseñanza de las Ciencias Biológicas.

Se analizará las referencias bibliográficas de artículos seleccionados en internet de páginas de universidades referidos a distintos trabajos de investigación abordando el uso de imágenes.

Se llevará a cabo una búsqueda en google académico de distintos documentos que refieran al uso de imágenes en general en ciencias.

Una vez realizada esta búsqueda, se analizarán también las referencias bibliográficas que se encuentren en dichos documentos con el fin de rescatar o profundizar más la revisión.

Las revistas consultadas para acopiar información serán: Revista de investigación y experiencias didácticas Dianlet y revista de investigación y experiencias didácticas de la universidad de Barcelona, RACO, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.

Se hará una revisión de distintos artículos en las principales bases de datos bibliográficos disponibles en internet como el portal de la biblioteca digital Scielo (biblioteca científica electrónica en línea).

RESULTADOS ESPERADOS

Como el presente trabajo se centra principalmente en una revisión bibliográfica sobre la importancia del uso de imágenes como dibujo, fotografías y esquemas en la enseñanza de las ciencias biológicas, se espera fundamentar mediante distintos autores lo importante que es esta herramienta a la hora de trabajar en el aula y la adquisición del aprendizaje en las ciencias, pudiendo poner en discusión distintos puntos de vista.

Que sea una fuente de consulta a la hora de argumentar por qué se elige esta herramienta como estrategia a la hora de la enseñanza /aprendizaje.

Y la misma se implemente de manera consciente que es una herramienta fundamental a la hora de enseñar ciencias biológicas teniendo como actividad la observación al mismo tiempo.

“ANÁLISIS DE DATOS”

La información seleccionada y analizada se estructurará en cuatro partes una dedicada a la historia del dibujo y fotografía, desde que el hombre apareció en el planeta hasta nuestros días, como fue evolucionando la misma. En una segunda parte dónde y cómo incorporar el dibujo y la fotografía en los procesos de enseñanza/aprendizaje luego una tercera parte el dibujo y las ciencias planteada a través de la teoría de los modelos mentales. Y por último enseñar a mirar las

imágenes donde se muestra un ejemplo de cómo enseñar a los alumnos a interpretar las mismas.

PARTE I

LA IMAGEN A TRAVÉS DE LA HISTORIA

La comunicación humana a través de las imágenes incluyó, desde tiempos remotos, la ilustración de los elementos de la naturaleza. Hay registros de hasta 400.000 años de antigüedad en las pinturas rupestres del paleolítico y neolítico donde el hombre primitivo ya representaban animales, seres humanos, manos, del mismo modo que el comportamiento de los colectivos y su vínculo con el entorno. Los primeros registros gráficos de la anatomía humana los encontraron en pinturas rupestres de las cuevas de Gargas.

Si nos preguntamos cuando comenzó la ilustración científica, podemos remontarnos a algunas de estas pinturas rupestres que se hicieron con el fin de registrar la realidad a través del dibujo o a través de modelos tridimensionales. Los modelos fueron moldeados en arcilla o tallados en huesos o marfil, otros fueron pintados en las paredes de los acantilados. Los contornos estaban rayados sobre el hueso o la corteza, además del valor decorativo podemos adjudicar a las pinturas rupestres un valor didáctico: retratar la realidad natural. Se cita la siguiente imagen en **Figura 1**(ir a anexos)

Otras imágenes del mundo natural y social datan de la época del antiguo Egipto. En ellas las ilustraciones muestran ceremonias de la vida diaria, y como tales son documentación invaluable. Podemos ver por ejemplo como los cazadores trabajan en los pantanos verdes del Nilo, con un gato de caza al igual que las tradiciones más modernas utilizaban perros. También podemos ver sus instrumentos y las primeras representaciones conocidas de aparatos científicos.

El dibujo a lo largo de la historia siempre estuvo presente, sin ir más lejos los dibujos de anatomía humana hechos por Leonardo da Vinci (1452-1519), son de excelente nivel. Valiéndose de la disección fue mejorando sus conocimientos del cuerpo humano y reflejándose en producciones que con diligencia realizó. Se observa la imagen en **Figura 2** (ir a anexos)

Lamentablemente los estudios de da Vinci se mantuvieron en sus propios archivos. Solo algunos de sus dibujos se conservaron y fueron publicados 200 años después en 1968.

El espíritu renacentista y, muy especialmente, los manuscritos de Leonardo da Vinci, dejaron muy claro que mantener separadas la ciencia del arte es impensable.

Con la invención de la imprenta hacia 1440 fue posible la reproducción seriada de imágenes. Esto contribuyó poderosamente a que los dibujos vinculados con la ciencia se fueran haciendo cada vez más habituales (Ivins y Williams 1)

Los aportes de Robert Hooke (1635-1703) representaron un papel fundamental para el desarrollo de la biología. En su obra Micrographia en 1665, se describe la observación realizada de la estructura del corcho. Los dibujos y las descripciones realizadas por Hooke fueron hitos de la ciencia que sirvieron para establecer uno de los principios unificadores de la biología, la Teoría Celular. Imagen en **Figura 3** (ir a anexos)

Uno de los naturistas que participó en expediciones que tuvieron destino Sudamérica, fue el francés Alcide d'Orbigny (1802-1857). El científico se hizo famoso ya desde muy joven por sus dibujos y descripciones de especies de foraminíferos en su país natal. **Figura 4** (anexos). En sus publicaciones describió

cientos de especies y puso de manifiesto el valor bioestratigráfico de algunas de ellas. D'Orbigny es considerado el fundador de la Micropaleontología.

Santiago Ramón y Cajal (1852-1934) fue un pilar fundamental en el desarrollo de la neurociencia moderna. Supo aunar sus dotes artísticas con una brillante interpretación de las imágenes microscópicas. fue con el apoyo de los dibujos realizados por Ramón y Cajal que la ciencia empezó a comprender la estructura y función del cerebro. **Figura 5** (anexos).

Las observaciones realizadas por el científico sobre neuronas y la comunicación entre ellas, fueron fundamento para la teoría neuronal, teoría que apoyaba y a la que brindó datos para su demostración y aceptación. Realizó varios dibujos donde él demostró que las neuronas constituyen la unidad anatómica, fisiológica y metabólica del sistema nervioso.

LOS INICIOS DE LA FOTOGRAFÍA EN LA CIENCIA

Cuando hablamos de fotografía con frecuencia tendemos a pensar solo en sus aspectos artísticos y documentales. Ciertamente la fotografía es un medio de expresión artístico que deja un amplio campo a la creatividad. Y cierto también que desde su descubrimiento y rápida difusión en 1839, sus posibilidades de documentación constituyeron una de sus características más fascinantes. Pensemos que todo el material gráfico que disponía la humanidad, antes de la aparición de la fotografía, era el resultado de las interpretaciones personales de los artistas, y por tanto una descripción subjetiva e imperfecta de la realidad.

Por eso no es de extrañar que la primera aplicación científica de fotografía estuviese basada en sus posibilidades para registrar y duplicar imágenes. Uno de los pioneros, Henry Fox Talbot, realizó un gran número de copias de flores y hojas, en lo que llamaba “dibujos fotogénicos”, incluso antes de que llegase a poder controlar la obtención de imágenes con las cámaras. Sus experimentos incluyeron también microfotografías utilizando un microscopio solar. En Francia Alfred Donne logró adaptar también la daguerrotipia a un microscopio. Pero la primera recopilación sistemática, con una intención de clasificación científica, fue la realizada por la botánica Anna Atkins, entre 1843 y 1853, para su catálogo de algas británicas. cianotipias, utilizando el mismo método de dibujos fotogénicos, pero en este caso en papel sensibilizado con sales de hierro, según el proceso llamado Cianotipia.

A mediados del siglo XIX, se inició la publicación de libros de imágenes de obras de artes y construcciones de lugares lejanos, que la mayoría de las personas solo habían podido conocer por grabados, quizá muy artísticos, pero siempre subjetivos. Sin duda, en este sentido, el descubrimiento de la fotografía constituye un hito en el progreso de la humanidad, solo equiparable al descubrimiento de la imprenta.

Para la ciencia, la fotografía ha resultado ser una herramienta multidisciplinar de primer orden, no sólo para registrar lo que el ojo percibe, sino también, en muchos casos, aquello que resulta imposible de ver.

La simbiosis entre Ciencia y Fotografía fue especialmente fructífera hacia finales del siglo XIX. En ese momento, uno de los campos de investigación más importante de la física era la determinación de la estructura atómica, y se

encontró que tanto que los rayos catódicos como los rayos positivos podían impresionar una placa fotográfica, lo que permite su estudio a partir de sus deflexiones por campos magnéticos.

Otro descubrimiento que estuvo muy ligado para su desarrollo al uso de las placas fotográficas fueron los rayos X. Casi desde su descubrimiento en 1895 se recurrió a la fotografía para recoger en un instante una imagen radiográfica, evitando mantener irradiando el objeto y poder estudiarlo con detenimiento.

Pero los resultados de mayor interés y donde la fotografía constituye una ayuda insustituibles, sin duda, cuando se realizan tomas de sucesos o situaciones que el ojo no puede percibir, la visión humana puede distinguir hasta diez imágenes por segundo, pero con el dispositivo adecuado, una cámara puede registrar movimientos de milésimas de segundo. En este terreno es donde la fotografía se convierte en una herramienta de primer orden al servicio de la ciencia.

La fotografía ha desempeñado un papel decisivo en la historia de la ciencia [...] se trata de un instrumento científico que está en la génesis de descubrimientos tan fundamentales como los rayos X, la radiactividad, las partículas atómicas, la estructura de los genes, recónditas estrellas, etc., aparte de haber aportado datos decisivos para la configuración de dos de las teorías físicas de mayor trascendencia en nuestros días: la relatividad y la mecánica cuántica (Cuevas, 2006).

Son muy diversas las aplicaciones de la fotografía con fines científicos. Por ejemplo, la macrofotografía permite obtener imágenes de objetos muy pequeños mediante lentes especiales (macro), con los que se pueden obtener imágenes a

tamaño real véase **Figura 6** (anexos). Además, las imágenes fotográficas obtenidas con el microscopio, ya sea óptico o electrónico, permiten conocer las características y propiedades de lo infinitamente pequeño, como las células y sus organelos o bien nanofibras sintéticas.

FOTOGRAFÍA Y DIBUJO TÉCNICAS QUE SE COMPLEMENTAN

Desde su invención en 1839, la fotografía ha ido adquiriendo una importancia cada vez mayor en la sociedad. Vemos hoy aplicaciones prácticas de las técnicas fotográficas en la industria, medicina, astronomía, arqueología, investigación científica y artes gráficas, por citar algunas.

La fotografía científica, también denominada fotografía aplicada, es un grupo de especialidades fotográficas destinadas a obtener información para la investigación o el control de procesos, en todas las ramas de la ciencia, la industria y la educación.

Monje Arenas (2010) distingue dos grandes tipos de fotografía científica: ilustrativa y descriptiva. En el primer caso la fotografía tiene por objetivo ilustrar el texto y atraer fuertemente la atención del aficionado a la ciencia, del lector ocasional o del profano. Publicaciones como la revista Muy interesante utilizan este tipo de fotografías.

Se buscan imágenes impactantes, sensacionalistas o magnificadoras de la realidad. Por ello para su creación se utiliza mucho el fotomontaje y las técnicas de edición de imágenes.

En las fotografías descriptivas se procura evitar toda situación óptica o de montaje que distorsione la realidad. La foto debe ser lo más fiel posible al objeto.

El fotógrafo y el científico que redacta el informe son la misma persona o coordinan las operaciones de producción fotográfica. Publicaciones, como la revista Science, utilizan principalmente este tipo de fotografía.

Volviendo a la ilustración clásica, ¿qué características tiene el dibujo científico? Vimos al referirnos a da Vinci que arte y ciencia no deben ser vistos como contrapuestos. El dibujo en ciencia también es arte pero presenta una importante diferencia con el dibujo artístico: siempre debe reflejar lo más fielmente posible la realidad. Se «necesita exactitud, realismo y una gran capacidad descriptiva» (England, Hinojosa y Romero 2010). Cuando el dibujo presenta simplificaciones del objeto natural o una especie de «realismo aumentado», lo hace en concordancia con la teoría en la que está inmerso. Siempre la validación del constructo científico (incluyendo en él la ilustración que acompaña lo verbal), es su verificabilidad, su concordancia con los hechos particulares. Lo estético en el caso de la actividad científica, es un «correlato o corolario de la verdad» (Lizárraga Gutiérrez 2004).

Podemos definir el dibujo científico como un gráfico que muestra «el resultado de una observación de la realidad y cuya finalidad es su uso por parte de la ciencia». Puede realizarse como consecuencia o resultado de un experimento científico, así como también puede hacerse a los efectos de aclarar conceptos en un texto científico (England et al. 2010).

El dibujo científico y la fotografía científica son dos técnicas que se complementan (no se excluyen), por eso la combinación de ambas suele ser muy conveniente. La fotografía oficia muchas veces como un complemento adicional al dibujo, así como éste suele ser el complemento indispensable para todo

trabajo científico que incluya una fotografía. Así por ejemplo en textos de Biología es muy común combinar dibujos con micrografías para explicar organelos u otras estructuras celulares.

Además de estas dos técnicas de representación gráfica, la ciencia hoy utiliza otras en soporte analógico y digital. Algunos aplican el término Ilustración Científica para referirse a una disciplina que engloba un amplio abanico de técnicas de representación gráfica al servicio de la ciencia: ilustración tradicional (dibujo científico), la fotografía, el video y las nuevas tecnologías digitales que incrementan o amplían su potencialidad (Tsafrir y Ohry 2001, Hodges 2003)

Por eso a continuación veremos cómo y cuándo es útil implementar el dibujo y la fotografía en una clase de ciencia.

PARTE II

DIBUJAR Y FOTOGRAFIAR EN CLASES DE CIENCIAS

Hemos visto que la comunicación gráfica ha estado presente de una forma u otra a lo largo de toda la historia humana y de la construcción de las ciencias naturales. Por esto la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias no pueden realizarse al margen o por fuera de este recurso comunicativo que complementa y amplía lo verbal. Es a través de la imagen que el estudiante «establece comunicación con el mundo y sus dimensiones sacras», al decir de Goyes Narváez (2003).

La educación correspondiente a los primeros años del nivel medio, no jerarquiza en buena forma el valor o importancia del dibujo científico para la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales. A nuestro juicio esto es una debilidad que además genera dificultades en cursos superiores al momento de realizar los registros correspondientes a las observaciones del material natural.

¿Dónde y cómo incorporar el dibujo en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la Biología? En concordancia con la propia ciencia que los incorpora para construir el conocimiento, los docentes debemos favorecer la observación directa de la naturaleza y el registro e interpretación de los fenómenos por medio de lo verbal y de lo gráfico. Las salidas didácticas o salidas de campo son un tipo de actividad que permiten muy bien trabajar procedimientos como la observación y el registro mediante dibujo.

Al igual que en las clases de laboratorio donde hacemos observar y dibujar al estudiante debemos tener en cuenta que al realizar una observación macroscópica de material natural, in situ o llevado al laboratorio, sugerimos:

- Observar aspectos generales, para luego detenerse en los detalles.
- Mover el material observado para obtener un registro más holístico del mismo.
- Utilizar una lupa manual o binocular para observar ejemplares pequeños, pero perceptibles al ojo humano.

Mención especial merece el conocido problema que se da en las actividades teórico-prácticas en el laboratorio, de observación al microscopio: los estudiantes no dibujan lo que ven. En nuestras aulas es común ver resultados similares al clásico trabajo de investigación de Díaz y Jiménez: ante una observación al microscopio de tejido epidérmico un porcentaje alto de los alumnos dibuja marañas indescifrables de rayas y puntos o polígonos a manera de ladrillos en una pared, o cuadriculados, tal como se observa en la figura 10 (Díaz y Jiménez 1996).

¿Qué hacer para que la observación microscópica –y, con ella, el aprendizaje de conocimientos biológicos– sea fructífera? Veamos algunas consideraciones didácticas que consideramos relevantes atender cuando se programa realizar actividades de microscopía que incluyan dibujar lo observado.

Coincidimos con Márquez (2002) que dibujar ayuda a observar mejor el objeto natural que se estudia. Es de primer orden especificar el material que se presenta en el microscopio, más aún cuando se trabaja con preparaciones histológicas fijas (tanto en tejidos vegetales como animales). A juzgar por lo que vemos

frecuentemente en las aulas, pareciera que, como dice Lucas citando a Madewar, «el profesor ha olvidado, y el propio estudiante pronto lo olvidará, que lo que está viendo no le proporcionará ninguna información si no sabe de antemano la clase de cosa que se espera que vea» (Lucas 1995). Otras consideraciones y recomendaciones didácticas las incluimos en los puntos 2 y 3.

Punto 2. Aspectos vinculados con el manejo del microscopio óptico a ser enseñados en actividades teórico-práctico en microscopía para nivel educativo medio.

Procedimientos de manejo del microscopio

1. Si se trata de un material muy pequeño y translúcido, realizar una observación utilizando el objetivo de menor aumento en primer lugar. Ello posibilita obtener una imagen panorámica del objeto e identificar los rasgos más generales.
2. La observación con objetos de mayor y menor aumento posibilita la obtención de detalles del material. utilizarlos toda vez que el objeto observado lo amerite.
3. el movimiento del comando de enfoque (macro y micrométrico) da cuenta de la profundidad del objeto. Utilizarlos
4. mirar con un ojo a través del ocular y con el otro ojo el papel donde se está realizando el dibujo. Si bien parece una práctica imposible, solo requiere algo de ejercicio

Punto 3. Aspectos vinculados con la observación del objeto a ser enseñados en actividades teórico-práctico en microscopía para nivel educativo medio.

Observación de tejidos y células

1. Tamaño de las células
2. Distribución en los tejidos (células libres, asociadas o dispuestas en capas)
3. Características del citoplasma (escaso, abundante, claro, oscuro, elementos de la ultra estructura)
4. Características especiales de la membrana celular (prolongaciones, uniones con otras células)
5. Características del núcleo (número, forma, localización, nucléolos)
6. Tinción usada. Para la observación de citoplasma, núcleo y fibras, la tinción utilizada es relevante a la hora del reconocimiento de estructuras. Cada tinción utilizada colorea elementos específicos y por ende se facilita la observación y el posterior diagramado.

Veamos ahora algunos puntos a explicitar referidos específicamente a la enseñanza del dibujo del material observado al microscopio, siempre hay que colocar un título y referencia, especificar el aumento con el que se observa el objeto. En caso de preparaciones fijas y coloreadas con tinciones, siempre se debe aclarar que las células son translúcidas. Coincidimos con Torres de la Llosa (1962) en evitar el uso de colores.

Dibujar el campo de observación si los alumnos son del nivel medio básico; esto permitirá al docente guiarlos en la observación haciendo referencia a los cuadrantes (en sentido horario). En cursos de nivel medio avanzado recomendamos dar libertad al alumno sobre la utilización del campo de observación, concomitantemente a la promoción de utilizar los tornillos que permiten el desplazamiento del preparado en la platina. Apuntamos así a un mejor reconocimiento y ubicación de los elementos observados.

En la imagen de la **Figura 7**(ver en anexos) incluimos el dibujo realizado por un estudiante de nivel educativo medio, sobre observación al microscopio en preparación fresca de cutícula o epidermis de cebolla. Se aprecia en el trabajo un buen cumplimiento de varios de los puntos que señalamos.

Otro tipo de dibujo de gran utilidad educativa es el esquemático. Correspondiendo al grado 7 de la escala de Moles (1973), los dibujos esquemáticos son una representación gráfica que permite describir un objeto en todas sus partes, pero de manera sencilla y dejando claro la relación que guardan cada una de ellas con el todo. En él se reduce la representación gráfica de un objeto a los caracteres más significativos, en ocasiones limitados a elementos simbólicos o estructurales.

El dibujo esquemático suele ser el más conveniente para destacar lo que se considera esencial en determinado tema. Desde el punto de vista didáctico muchas veces lo importante no es la representación fiel de lo que se está

observando sino la acentuación de los aspectos biológicamente significativos, por ejemplo, a través de un dibujo que lo señale la **Figura 8** (observar en la parte de anexos)

Dibujos como el de la figura citada anteriormente son muy recomendables como recurso para la enseñanza de la biología. Su uso puede darse en varias formas o maneras: hecho en pizarras, proyectado en transparencia, impreso, cartelería gigante, etc.

Estamos de acuerdo con Carlino (2005) cuando afirma que se aprende ciencias leyendo y escribiendo en ella; de manera análoga, se aprende ciencias también observando imágenes y realizándolas. Como hemos visto la ciencia se construye desde lo verbal y lo gráfico. Es por esta razón también muy recomendable también el uso de dibujos esquemáticos-tanto su observación como su realización -por parte del alumno, es decir, recomendable como recurso para el aprendizaje de los conocimientos científicos.

¿QUÉ DECIR DEL VALOR DE LA FOTOGRAFÍA CIENTÍFICA PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA BIOLOGÍA?

Sin reemplazar el contacto directo con el material natural (como ocurre también con el dibujo) la fotografía permite, por ejemplo, el acceso al conocimiento de los seres vivos y a su ambiente cuando la posibilidad de un acercamiento directo a ellos se ve limitado o dificultado.

Otros valores didácticos que ofrece la fotografía: el motivacional y el registro para un posterior análisis. Al tomar fotos de los seres vivos los estudiantes han de

tener en cuenta la importancia del encuadre, apropiado, el enfoque nítido y la exposición correcta, véase **Figura 9**. (Anexos)

Con el auge de los últimos años del teléfono celular, el fácil acceso que se tiene a ellos, y las distintas prestaciones que ofrecen, la incorporación de esta TIC (Tecnología de la Información y la Comunicación) al trabajo del aula es casi una obligación (Dussel y Quevedo 2010) uno de los usos posibles de estos aparatos en las clases de ciencias, es el de la cámara fotográfica para el registro de las actividades prácticas y observacionales. Hemos visto la gran utilidad didáctica de este recurso en disecciones y observaciones, macro y microscópica, de materiales naturales, frescos y conservados, tanto de animal como de vegetales.

Figuras 10 y 11(Anexos)

La utilización en el aula de ciencias de los celulares con cámaras fotográficas es muy aconsejable, tanto en los niveles medios como superior. Uno de los argumentos didácticos para su utilización tiene que ver con lo motivacional, demostrado en la **Figura 12** (Anexos)

Ya en 1960 Bruner enfatizaba que “los motivos para aprender deben dejar de ser pasivos, es decir, de mantener al estudiante en estado de espectador, por el contrario, se debe partir, en lo posible, del interés, por aquello que va a enseñarse y ese interés se debe mantener amplio y diversificado durante la enseñanza” (Bruner 1965/1960). Es muy claro que la adquisición de conocimientos requiere la participación activa del sujeto que aprende. También queda claro que la motivación es el motor de la acción de aprender ya que induce

al aprendiz a realizar determinados comportamientos necesarios para que se dé el proceso.

Por eso esta herramienta didáctica y la inclusión del registro fotográfico en las actividades prácticas de laboratorio, se motiva a la estudiante al hacerlo protagonista en las tareas que se desarrollan. Es mucho más probable que una tarea se realice con éxito cuando el alumno se encuentra fuertemente implicado, y esto es lo que conseguimos sumando la fotografía a los procedimientos manuales y mentales de la actividad experimental y observacional.

Además de la fotografía la ciencia se vale del dibujo. Las nuevas tecnologías amplían y potencian estas dos técnicas que el docente puede y debe incorporar en la enseñanza de la disciplina de la biológicas. En clases teórico/prácticas de laboratorio donde se observa material natural, macro o microscópicamente, el dibujo y la fotografía no deberían faltar. La motivación y el involucramiento del alumno resultantes de su participación directa en estas tareas, son razones didácticas que justifican su utilización.

PARTE III

LA IMPORTANCIA DEL DIBUJO EN LAS REPRESENTACIONES MENTALES DEL ALUMNO

Los cambios sociales y del paisaje semiótico han incorporado la multimodalidad al ámbito de la educación (Jewitt, 2008). Autores como Jewitt (2008) y Lemke (1998) parten de un enfoque socio-semiótico para analizar el capital que ofrece la multimodalidad del discurso de la ciencia y determinar el aprendizaje de la nueva alfabetización. La manera en que algo se representa expone qué se aprende y cómo se aprende (Jewitt, 2008). Por ello, indagar en los modos en que se representa contribuye a comprender la forma en que acaecen los aprendizajes en entornos multimodales.

Así, las RE son el sustento de explicaciones multimodales en diversos soportes semióticos (Gómez, 2008). Según esta autora “en la construcción de explicaciones multimodales los alumnos aprenden simultáneamente los conceptos y la forma en que se visualizan, bajo diversas representaciones, asociándose a la interpretación de un fenómeno. Las representaciones se convierten en mediadores en los procesos de argumentación y construcción de ideas científicas en el aula” (p. 96).

Para Lemke (1998), las ciencias naturales son básicamente un discurso acerca de la materialidad del mundo y un sistema de prácticas semióticas sociales interdependientes. Considera que la ciencia vincula los sistemas de significados analíticos culturales con los procesos materiales que subyacen y por los cuales

los organismos interactuamos y somos parte constitutiva del mundo físico, biológico y ecológico. Así, plantea que la comunicación exterioriza los recursos de sistemas semióticos múltiples y lo combina de acuerdo a principios, básicamente, funcionales. Estos principios son: representacional, orientacional y de organización. El autor propone que sea cual fuere el sistema de recursos semióticos desplegado, el proceso de aprendizaje se cimienta en una “representación” del estado de cosas a la que se orienta para luego crear una estructura organizada de elementos relacionados. Propone que, en la representación de un fenómeno o una estructura bajo análisis habría un primer principio funcional que lleva a la identificación de los elementos presentes y las relaciones entre ellos, seguido de una interpretación desde algún punto de vista y posterior evaluación de lo observado. Así se edifica un sistema de relaciones en el cual las partes que interactúan confluyen y se organizan para conformar el todo (la representación) con participación de colores y texturas. Página 847 | Revista de Educación en Biología - Número Extraordinario (2018) EJE

Por su parte, Gómez Llombart y Gavidia Catalán (2015) apoyan la hipótesis del dibujo como una herramienta para la construcción y modificación de modelos mentales en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias porque posibilita que se expresen más y mejor los elementos observados que con el lenguaje escrito. Destacan la relevancia de la reflexión que antecede y acompaña a la observación, ya que favorece el aprendizaje y eso se exterioriza en los dibujos.

En otro sentido, Postigo y López-Manjón (2012) al discutir las dificultades de los estudiantes de ciencias naturales cuando interpretan representaciones visuales señalan que muestran tendencia a restringirse a rasgos superficiales sin estar dirigidos por los conceptos que se pretenden representar. Consideran que

hay inconvenientes para generar representaciones como herramientas para pensar o solucionar problemas.

Dibujar no es una tarea cognitiva neutra, como indican Gobert y Clement(1999),Kress,jewitt,Ogborn y Tsatsarelis (2001),Prangsmas, Van Boxtel y Kanselaar(2008) y Van Meter y Garner(2005),que sugieren que la tarea de dibujar puede ser muy beneficiosa para la enseñanza-aprendizaje "incluir el dibujo como parte de una secuencia de enseñanza-aprendizaje es un modo de ayudar al alumnado a crear modelos mentales de conceptos claves. Se trata de una actividad cognitiva y práctica que puede ser efectiva incluso cuando hay un gran número de estudiantes en el aula, el tiempo de la clase es corto y los conceptos son complejos" (Glynn,1997).

Se realizó una investigación apoyada en la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird (1983) que considera que la mente humana opera con tres tipos de representaciones mentales distinguiendo: proposiciones, modelos mentales e imágenes.

- Proposiciones: son representaciones mentales expresables, sujetas a estructuras sintácticas concretas. Así la estructura de esta vendrá definida por su sintaxis
- Modelos mentales: no están sujetos a sintaxis ni a visualizaciones. Se entienden como la base abstracta que sustenta las proposiciones e imágenes.
- Imágenes: se relacionan de forma directa con los modelos mentales, corresponden a vistas del modelo y como un resultado de percepción o

imaginación, representan rasgos perceptibles de los correspondientes objetos del mundo real.

Según esta concepción de imágenes entendemos que a través del dibujo podemos tratar de presentar nuestras representaciones mentales, de forma que el alumnado será capaz de explicar mediante esta estrategia una visión de sus modelos mentales

Se ha nombrado a muchos de los autores que promueven la utilización del dibujo en las enseñanzas de las ciencias biológicas y naturales.

Ainsworth, Prain y Tiyher (2011) hablan de su importancia y señalan que a través del dibujo se puede conseguir.

-Mejorar la motivación del alumnado en el aula debido a una mayor implicación en los temas de estudio

-Aprender a representar en ciencias, generando imágenes iconos y símbolos propios que pueden profundizar en la comprensión de los aspectos representados y en su utilidad.

-Razonar sobre las ciencias, pues al tener que seleccionar aspectos específicos para dibujar. el alumnado razona polimodalmente, ajustando su dibujo a observaciones, mediciones y/o ideas emergentes. De esta manera el alumnado desarrolla un razonamiento creativo que le ayuda a argumentar.

-Desarrollar estrategias de aprendizaje, ya que a través del dibujo el alumnado re organiza sus ideas de forma efectiva e integra nuevos conocimientos susceptible de ser modificado por su estructura cognitiva.

-Comunicar, pues puede utilizar el dibujo para explicitar su pensamiento, compartirlo y discutirlo.

Los citados autores concluyen que el dibujo contribuye a desarrollar estrategias de aprendizaje mediante la reorganización de ideas y la integración de nuevos conocimientos.

Al tratarse de una tarea autónoma, cognitiva y dinámica, el dibujo puede facilitar enormemente la participación del alumnado en las clases, su motivación y aprendizaje. Aunque se presente como una herramienta potente para el aprendizaje significativo, es importante diseñar bien las actividades en las que se pretende utilizarlo. El simple hecho de dibujar no contribuye necesariamente al desarrollo del conocimiento.” Dibujar para aprender ciencias es factible, pero para conseguir adaptar el dibujo como técnica instruccional necesitamos llevarlo más allá de la copia de modelos existentes” (Lerner 2007)

Como indica Ausubel (2002) tener una idea de los modelos mentales con los que opera el alumnado facilita la labor docente, pues puede promover su modificación por otros más elaborados y funcionales. El acto de dar sentido a un dibujo implica un proceso analógico durante el cual las ideas existentes son utilizadas de una nueva forma, pudiendo conducir a una nueva construcción mental (Rumelhart y Norman,1981).

Al dibujar por primera vez, el alumnado es capaz de extrapolar las imágenes de sus modelos mentales iniciales de una forma efectiva, ya que no se requiere utilizar lenguaje específico, facilitando así la emergencia de ideas, a partir de las cuales se puede crear la insatisfacción necesaria para conseguir un cambio conceptual(Driver,1986).

Así mismo, y de igual forma que las ideas previas se expresan con lenguajes vagos e imprecisos, los dibujos o esquemas que se realicen de ellas serán poco concretos, lo que facilita la tarea docente al observar con claridad las lagunas del que dibuja.

Todos estos autores reconocen el papel que juega el dibujo en la enseñanza - aprendizaje de las ciencias experimentales.

Tomando como hipótesis de que “el dibujo es un instrumento útil en la construcción y modificación de modelos mentales en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias especialmente en los procesos observacionales” (Ainsworth, Nathan y Van Meter,2010) porque “facilita la concreción y expresión de datos obtenidos en la observación “incluso en mayor cantidad y calidad que los que se obtienen a través de la escritura. No obstante, añadimos que “una observación guiada por cuestiones previas de reflexión mejoran el resultado del aprendizaje” que se evidencia de forma palpable a través de los dibujos.

A pesar de todas las opiniones a favor del dibujo en la enseñanza de las ciencias, creemos necesario combinar tareas de expresión visual con tareas lingüísticas para la elaboración de actividades que incluyan procesos observacionales. En la práctica educativa del aula y para facilitar el aprendizaje de las ciencias en la que se necesita dominar los diferentes géneros discursivos propio del lenguaje de las ciencias, parece necesaria la incorporación de los dibujos al mismo tiempo que las descripciones escritas complementarias como actividades de aprendizaje, donde el docente también debe enseñar a mirar estas imágenes.

PARTE IV

ENSEÑAR A MIRAR LAS IMÁGENES

Según un trabajo que realizó Garavaglia Magdalena Virginia. Ella sugiere al docente que se debe enseñar a mirar las imágenes no es solamente darle una presentación visual del mismo y que este lo diga todo.

Por ello se presenta un ejercicio que, a modo, de ejemplo, expone cómo enseñar a mirar las imágenes empleadas en la representación de un modelo.

Quien observe por primera vez el dibujo de una célula, **Figura 13** (en la parte de Anexos) percibirá una línea continua, curva, unida por sus extremos, formando una figura más o menos ovoidea, y si no conociese el código de interpretación y reconocimiento de la convención gráfica que le permita establecer la equivalencia entre el artificio gráfico –una línea continua, curva, unida por sus extremos, formando una figura más o menos ovoidea- y el modelo del fenómeno –la membrana plasmática es la envoltura que define el límite de la célula-,no podrá configurar la imagen de célula.

Lo anteriormente señalado para el dibujo es igualmente válido para la fotografía (Eco, 1970) **Figura 14**(ver anexos)

La imagen -el mapa- es una representación de un modelo del fenómeno-idea sobre el territorio explorado-representación que transcribe algunas condiciones de percepción ,sobre la base de códigos de interpretación y reconocimiento de

ciertos rasgos pertinentes de la experiencia sensible, en artificios gráficos convencionales (Eco 1992). Por lo tanto enseñar ciencias mediante una representación visual-el mapa-no puede consistir solo en mostrarle para ejemplificar el modelo del fenómeno enseñado-idea sobre el territorio explorado-

¿Qué imagen elegir? ¿Dibujos o fotografías?

El dibujo de la figura (13,15 y 17) tiene la particularidad de poder representar el modelo del fenómeno, reduciéndolo, en muchos casos, a una convención gráfica simplificada (Eco, 1970) en donde el cartógrafo elige rasgos pertinentes y caracterizadores de contenido (Garavaglia y Menna, 1998). Es por ello que el dibujo permite representar contornos, superficies, figuraciones esquemáticas, cortes ideales, planos geométricos, proyecciones a escala, que aportan precisiones sobre la idea de lo que se quiere representar. Quien examine un dibujo se podrá beneficiar de su particular cartografiado.

¿Una o varias imágenes?

Los dibujos o fotografías sobre un mismo fenómeno suelen variar (Figuras 13, 14,15,16 y 17) Por lo tanto hay que considerar que existen formas de expresión que recurren a diferentes formas de transcribir el modelo del fenómeno a una convención gráfica –diferencias de cartografiado-.

Quien por primera vez examine varias imágenes de un mismo fenómeno representado, resultantes de cartografiados diferentes, y no conociese los códigos de interpretación y reconocimiento de las convenciones gráficas que le permitan establecer la equivalencia entre los diferentes artificios gráficos y el

modelo del fenómeno, no podrá interpretar y reconocer las variaciones de estilos expresivos y tenderá a configurar las diferentes imágenes –los mapas- como transcripciones de modelos de fenómenos diferentes –diferentes ideas acerca de diferentes territorios-.

¿Cómo entender la imagen?

El hecho de que no siempre los dibujos o fotografías sean tan claramente interpretados y reconocidos, como se lo cree, se demuestra con aquellas imágenes que van acompañadas de un texto escrito bajo la forma de epígrafe o de referencias **Figura 15** (ver en anexos). Este anclaje verbal confirma la necesidad de precisar la convención interpretativa del artificio gráfico. Solo es posible entender la imagen mediante las palabras y no solo por su entramado con ellas, sino además en cuanto debería explicitar, a través de ellas a los aprendices, las convenciones interpretativas y de reconocimiento de los artificios gráficos que les permitan establecer las equivalencias con el modelo del fenómeno.

Ejercicio para el aprendiz

La mayoría de las células son tan pequeñas que no las podemos percibir. Por este motivo es que para su observación necesitamos de un equipo de laboratorio, el microscopio óptico.

I. Identificación de células en fotografía obtenida con microscopio óptico.

Observa la siguiente fotografía de células visualizadas con microscopio óptico. En ellas verás manchas más claras y otras más oscuras. Esas manchas son imágenes de células. **Figura 16**(anexos)

A continuación aprenderás a identificar células en imágenes obtenidas con microscopio óptico:

1. Apoya un papel de calcar sobre la fotografía de células poligonales de cáncer de cuello uterino humano y con un lápiz representa el recuadro de la fotografía.
2. Dentro del recuadro representa algunos contornos que identifiques en forma poligonal. Esos contornos los interpretamos como el borde de las células que llamamos membrana plasmática.
3. El interior de la forma poligonal lo visualizas más oscuro, en contraste con su entorno más claro. Ese espacio interior es el que denominamos citoplasma.
4. Nuevamente con lápiz representa un nuevo contorno que debes reconocer por su forma más o menos circular en el espacio interior que define la membrana plasmática. A este nuevo contorno lo interpretamos como la envoltura nuclear que delimita el núcleo.
5. El interior del núcleo es más claro en contraste con el citoplasma. Allí es donde identificamos ADN.
6. También observarás en el interior del núcleo unos puntos mucho más oscuros. Los identificamos como los nucleolos, zona donde localizamos los procesos de producción de ARN.
7. Con lápiz representa los contornos de los nucleolos.
8. Elige una de las células que hayas dibujado.

9. Traza con lápiz una línea desde una de las estructuras que representaste hacia fuera del recuadro y escribe su nombre.

10. Repite el trazado de líneas, que no deben cruzarse, para indicar el nombre de las restantes estructuras representadas.

II. Identificación de células en dibujos ejecutados por observación con microscopio óptico. Figura 17 (Anexos)

1 Interpreta la imagen número uno donde el ilustrador dibujó las células dentro de un círculo que representa el campo visual del microscopio óptico (la expresión campo visual alude al área total dentro de la cual podemos ver).

2 Traza con un lápiz una línea desde la estructura identificada en el dibujo hacia fuera del campo visual y escribe su nombre.

3 Repite el trazado de líneas, que no deben cruzarse, para indicar el nombre de las restantes estructuras reconocidas en el dibujo.

4 Repite el procedimiento con los dibujos número dos, tres y cuatro.

Es posible que el alumno pueda entender la imagen mediante las palabras entramadas con ella en forma de epígrafe o referencias pero aún mejor es que el docente explicite las convenciones interpretativas y de reconocimiento de los artificios gráficos que le permitan establecer las equivalencias con el modelo del fenómeno. Esta forma de enseñar asume que lo que comunica el mapa no es el

territorio, sino una idea acerca de él generada por quien lo exploró. Entender que

la imagen es un modelo gráfico –el mapa- de un modelo del fenómeno observado –idea del territorio explorado- compromete a explicitar las convenciones utilizadas

por el cartógrafo en su cartografiado. Entender la imagen de este modo es ir más allá de lo aparente (Garavaglia 2015).

Los autores afirman que aprender el concepto célula es un problema de difícil solución, a juzgar por la bibliografía consultada y por los datos obtenidos, como lo es, también, que para superarlo, se requiere un mayor conocimiento de los procesos cognitivos que el alumno pone en juego para lograrlo. Abordar estos procesos desde la perspectiva de las representaciones, tanto episódicas como a largo plazo, permite comprender dichos procesos y, por ende, establecer las estrategias adecuadas para que ese aprendizaje sea eficaz. (Rodríguez Palmero et al., 2002, p.19).

Otros autores hablan Además que el docente debe conocer las diferentes habilidades que se encuentra en todos nosotros, que describe Gardner (1983) denominada “Teorías de las inteligencias múltiples”, entendiendo la inteligencia como “la capacidad de resolver problemas” en diferentes habilidades. A continuación se realiza una breve descripción, esta división se basa en numerosas observaciones que permiten distinguir pericias, aptitudes y capacidades diferentes. Estas observaciones se fundamentan en observaciones pero también en hechos anatómicos y funcionales del sistema nervioso. Se ha

podido comprobar, de esa manera, que ciertas zonas del cerebro son responsables de diferentes habilidades intelectuales en forma selectivamente independiente de otros. Es así que, con un fundamento psicológico, anatómico y funcional, la teoría de las inteligencias múltiples propone ocho categorías, ver **Figura 18** (anexos)

Cabe señalar que, si bien se presentan estas ocho categorías de habilidades diferenciadas, todos contamos con todas las habilidades, que se integran en el accionar de manera integrada y unificada (Rosetti, 2016, p. 46.)

De esta manera, el docente debe basar sus” estrategias de enseñanza y de aprendizaje” en estas habilidades y fomentar en los estudiantes el potencial de sus capacidades.

Las autoras Anijovich y Mora (2009) afirman que:

El uso de imagen en clases de ciencias favorece el desarrollo de la capacidad de visualizar, entendida como la posibilidad de representar mentalmente información, ideas, sentimientos. No solo se facilita el desarrollo de observadores eficaces, sino también la capacidad para producir comunicaciones a través de imágenes. (p.66).

Además de las imágenes fijas, mediante las *animaciones*, se puede trabajar con las imágenes móviles. Las animaciones permiten ver procesos (o representaciones de estos) que son difíciles de imaginar en abstracto.

- *Las presentaciones con diapositivas generadas con programas informáticos como apoyos visuales para las explosiones*

En los últimos años, se asiste a una sobreabundancia de un recurso que la tecnología ofrece: programas que permiten generar presentaciones visuales como texto, imágenes fijas y animaciones. Estos recursos que tienen enormes beneficios como ayuda en la presentación de contenidos, son utilizados muy frecuente y erróneamente como un reemplazo o una reiteración de las palabras del docente o del autor de un texto.

Las presentaciones se pueden usar como un buen organizador en el inicio de un tema y/o la reproducción de un video, también, durante el desarrollo o cierre de una clase. Siempre es útil acompañar las consignas para que los alumnos estén activos; se cita un ejemplo extraído del libro *Estrategias de enseñanza: otra mirada al quehacer en el aula*. De Anijovich y Mora (Buenos Aires. Aique Grupo Editor. 2009. p. 61).

<Entregarles una hoja y solicitarles que la completen a medida que transcurre la presentación: con una idea central-una idea secundaria-una primera pregunta y una segunda pregunta>

Conviene tener presentes algunas pautas y brindarles a los alumnos para producir presentaciones de buena calidad, que sean verdaderas ayudas visuales y recursos de apoyo para las exposiciones.

Cuando se construye o selecciona una presentación, se recomienda que considere los siguientes errores y cómo evitarlos, que cita Anijovich y Mora (2009).

Errores comunes en el uso de los apoyos visuales	
Error	Modos de evitarlo
<El texto de la presentación es equivalente al discurso.	<ul style="list-style-type: none"> < Coloquen en las pantallas solo palabras claves o frases cortas. < Selecciona solo las ideas principales que enfatizan lo que usted dice.
<La presentación tiene solo texto, y este se presenta en un bloque compacto.	<ul style="list-style-type: none"> < Utilice la mayor cantidad posible de imágenes < Use frases y párrafos cortos. < En lo posible, no utilice más de siete líneas por pantalla. < Anime los bloques de textos y hágalos aparecer en el momento en que acompañan el discurso.
< El fondo, la tipografía o las ilustraciones no son adecuados.	<ul style="list-style-type: none"> < Emplee un buen contraste entre el fondo y figura. < Verifique que las ilustraciones se relacionen con el mensaje
< Falta de títulos y/o señalización de lectura.	<ul style="list-style-type: none"> < Use títulos, subtítulos y palabras claves, y cuide que aparezcan siempre en el mismo lugar de la pantalla. < Puede incluir esquemas gráficos que muestran la conexión entre la pantalla y los links.

Una vez que podamos elaborar un buen Power Point donde las imágenes acompañada de nuestra explicación se utilice como una buena estrategia en el aula y este desafío que nos presentan los alumnos de hoy Para definir cuáles serán las estrategias de enseñanza más adecuadas en cada situación áulica, además de las consideraciones acerca de los contenidos disciplinares y de las formas de presentarlos a los alumnos, es importante que reflexionemos sobre las características particulares de los estudiantes destinatarios de nuestra enseñanza. Más allá de las peculiaridades de cada grupo particular, es necesario pensar en algunas variables que comparten los alumnos por pertenecer a las nuevas generaciones de sujetos escolares, es decir, a aquellos nacidos en la era tecnológica o en la sociedad de la información. A diferencia de los que correspondían a la era Gutenberg, la de la letra impresa, estos estudiantes se caracterizan por lo que se ha denominado una mente virtual. La escuela y los docentes no pueden desconocer las nuevas formas de leer e interpretar el mundo con las que los estudiantes actuales abordan los contenidos y las tareas escolares. Caries Monereo identifica y explica algunas características de este nuevo grupo:

- manejan una variedad de recursos para obtener información: páginas webs, discos rígidos, teléfonos celulares, comunidades virtuales, etcétera;
- utilizan y decodifican diferentes tipos de lenguaje que, además, no se presentan secuencialmente, sino en forma simultánea, como animaciones, fotografías, gráficos, textos, hipertextos;

- crean nuevas producciones a partir de partes de otros productos (copiar-pegar);
- respecto del conocimiento, son relativistas por excelencia; por un lado, porque la web se actualiza permanentemente, y por el otro, porque toda información es considerada válida.

Las imágenes, fotografías, Power Point, videos, etc. ofrecen como recurso educativo-didácticos posibilidades para comprender mejor, analizar, explorar, curiosear diversidad de conocimientos, reflexionar conceptos y discutir en torno a ellos.

La gran cantidad y calidad de imágenes disponibles en la web, utilizados en los intercambios sociales, accesibles a través de la televisión, la computadora, los celulares, exige una reflexión en torno a utilizar imágenes dentro del aula, no solo lo escrito y la palabra.

El docente debe saber usar esta estrategia, darle un uso y un sentido. Si observamos por ejemplo los textos escolares, encontramos que al menos el 50% del contenido se presentan imágenes, pero su lectura, interpretación, observación, muchas veces pasa desapercibida (Perales y Jiménez,2002). La palabra escrita, por lo general se lleva toda la atención por parte de docentes y alumnos. Incluso las actividades de enseñanza y aprendizaje se abocan a leer el mensaje escrito, sin reparar en la fotografía impresa.

Por otro lado la investigación de Levie y Lentz (1982) advierte que a pesar de la masiva presencia de imágenes, fotografía y obra de artes en los libros escolares, los alumnos no cuentan con la herramienta para comprender y aprender de ellos.

En general los autores encuentran que los estudiantes no reconocen a estas como fuente de información útil, algunos lo toman como un pasatiempo.

La creciente presencia de imágenes en los textos escolares suscita nuevos planteos e interrogantes. En primer lugar, ¿qué hacer frente a esta amplitud de ilustraciones que pasan desapercibidas? La incorporación de la dimensión icónica en las secuencias de enseñanza y en la planificación de actividades académicas requiere en principio planificar un diseño didáctico para aprovechar el papel de la imagen como portadora de conocimiento e información. Enseñar a mirar, supone descifrar y comprender, poniendo en juego habilidades y procesos cognitivos para leer y percibir el mensaje visual. Asimismo, implica activar conocimientos previos para otorgar sentido a la imagen en torno a categorías conceptuales a través de estrategias de participación activa y consciente (Augustowsky, 2011; Llorente Cámara, 2000; Navarro Ruiz y Hernández Encuentra, 2004).

En segundo lugar, ¿cómo presentar y enseñar a mirar las imágenes? No se trata de ver por ver, o sólo usar la imagen como producto decorativo, sino de utilizar las ilustraciones como estrategia pedagógica y didáctica para mejorar y facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje en el interior del aula; de ofrecer andamios al alumno para promover una lectura contextualizada y significativa con el objetivo de favorecer el pasaje de la mirada espontánea y rápida hacia una mirada detenida, abierta e inquisidora.

Para interpretar y analizar imágenes, la práctica de enseñanza debe pensarse como una actividad planificada, como un proceso intencionado. Una de las estrategias para guiar la lectura y observación de las ilustraciones es la

formulación de preguntas que ofrezcan al alumno una estructura para desmenuzar, desarmar y de-construir, y que brinden la posibilidad de entablar una conversación con las imágenes, establecer hipótesis, relacionar conceptos y aprovechar los conocimientos previos, así como de inquirir sobre los distintos elementos que la componen, con el objetivo de verla y entenderla desde otra perspectiva más constructiva (Abramowski, 2009; Augustowsky, 2011; López Valdovinos, 2001; Perales y Jiménez, 2002).

También se alude a la importancia de contextualizar la imagen, es decir, complementar la lectura de imágenes con otros recursos didácticos, tales como: biografía del autor, texto impreso, búsqueda por internet, videos e ilustraciones digitales. La importancia de integrar otras fuentes de información posibilita no sólo ampliar la comprensión del mensaje icónico, sino además ampliar los modos de representación y organización de conceptos (Llorente Cámara, 2000). Al respecto, Devoto (2013) expone que las imágenes deben ser debidamente contextualizadas para atender a la intención y la función que se le otorgó en un tiempo y espacio determinado de creación; y al mismo tiempo aportan información interesante sobre el contexto cultural, social, político y económico en el cual el autor estuvo inserto en el momento de producción.

Por último, es interesante reconocer que la imagen es un soporte funcional, en tanto las investigaciones llevadas a cabo en el campo educativo, encuentran a ésta como recurso pedagógico que contribuye a:

- Una comprensión de contenidos abstractos y difíciles de interpretar;
- La motivación para aprender y profundizar con lecturas complementarias;
- La presentación de nuevos conceptos;

- La promoción del recuerdo de los contenidos aprendidos y enseñados;
- El fomento de una comunicación auténtica en el aula y relacionada con la vida cotidiana;
- La estimulación de la imaginación y expresión de emociones; y
- La activación de conocimientos previos (Alonso Tapia, 2005; García Morales, 2012; Llorente Cámara, 2000; Otero y Greca, 2003; Sánchez Benítez, 2009).

Según los autores debemos énfasis a la importancia en estos tiempos más que nunca de usar en el aula la estrategia de las imágenes tanto la fotografía como el dibujo, ya que, la nueva generación de alumnos con los que estamos trabajando pertenece a la “generación icónica” de la que estamos atravesando.

CONCLUSIONES

El trabajo expuesto nos permite mostrar evidencias acerca de cómo mediante el dibujo y la fotografía se pueden obtener mejores resultados de aprendizaje en actividades que incluyen procesos observacionales como en el laboratorio. El trabajo autónomo se potencia con el uso del dibujo como estrategia de aprendizaje, puesto que se mejora el cuestionamiento de las concepciones iniciales.

Enseñar ciencias naturales y biológicas utilizando dibujos o fotografías no puede consistir solo en exhibirlo para iluminar el modelo del fenómeno enseñado. El estudiante debe aprender a interpretar estas imágenes.

También se puede señalar que el uso de imágenes, fotografías y otros resulta positivo para los aprendizajes de los estudiantes, en el sentido de crear instancias de comprensión y de motivación. Asimismo, los resultados posibilitan responder a tres interrogatorios que surgen de los datos recolectados y en función de la valoración ofrecida por los alumnos: Al parecer la imagen como recurso didáctico posibilita activar los conocimientos previos, relacionar conceptos con la vida real, comprender temáticas, entablar una comunicación auténtica y retener lo aprendido para promover la comprensión, Por un lado, se rescata la importancia de guiar la lectura de las imágenes a partir de preguntas centrales que estimulen la descripción, así como la formulación de inferencias, hipótesis y relaciones entre conceptos, por otro lado, se resalta la relevancia de complementar la lectura de imágenes con otro tipo de material de estudio; y el

estudiante percibe la tarea: Como potencialmente promotora de motivación y de nuevos aprendizajes.

En suma, el uso de la imagen como recurso didáctico debería ser tenido en cuenta como una estrategia de enseñanza-aprendizaje para planificar las tareas académicas en distintas asignaturas y en todos los niveles educativos.

En cuanto a los resultados más específicos de este estudio, el análisis del uso de imagen en el aprendizaje de las ciencias en el aula requiere por parte del docente un abordaje significativo de las ilustraciones como modelo teórico y los conceptos científicos a desarrollar. No solamente realizando una simple demostración de la imagen sin ninguna explicación, hay que realizar una contextualización, así de esa manera, lograr una trasposición didáctica de los conceptos planteados.

Debemos reflexionar como docentes sobre las propias concepciones que tenemos de las imágenes como uso y reemplazo de palabras o textos y que estos sean generadores de aprendizaje. También debemos tener presente en nuestras planificaciones en las que tengamos como referencia el uso de imágenes tener presente distintas estrategias y enfoques que se abordaron en este trabajo dando la utilidad e importancia a la hora de generar en los estudiantes un aprendizaje autónomo y significativa.

BIBLIOGRAFÍA

- Abramowski, A (2009) El lenguaje de las imágenes y la escuela ¿Es posible enseñar y aprender a mirar? Revista Tramas. Educación, Audiovisuales y Ciudadana.
- Ainsworth, S; Nathan, MJ y Van Meter, P.(2010) Aprendizaje de sistemas dinámicos de dibujo. Universidad de Nottingham. Escuela de Psicología
- Ainsworth, S; Prain,V, y Tytler,R (2011) Dibujar para aprender ciencias.Ciencia,333,10961097
- Alonso Tapia, Jesús (2005) Motivar en la escuela,motivar en la familia.Madrid.Ediciones Morata.
- Anijovich R, Mora S, (2009) Estrategias de enseñanza otra mirada al quehacer del aula.Buenos Aires.Aique Grupo Editor
- Augustowsky,Gabriela,"imagen y enseñanza,educar la mirada,"Sociales y escuela,consulta 20 de mayo de 2020,
<http://socialesyescuela.com.ar/items/show/357>
- Ausubel, D. P (2002) Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva.Barcelona: Paidós
- Blanco L, Gaido V. (2003) ¿Qué es la ilustración científica? Mito. Revista Cultural 1(3 de noviembre)
- Bruner J.(1965/1960)El proceso de educación Cambridge, MA Harvard Universidad de prensa

Carlino P (2005) Escribir, leer y aprender en la universidad. Una introducción a la alfabetización académica. Buenos Aires. Fondo de cultura económica de España

Cuevas, M.C. (2006) Exposición a violencia, conductas parentales y afrontamiento en niños y adolescentes. Tesis de Doctorado, Universidad de Granada, Granada: España

Devoto, E. "La imagen como documento histórico -didáctico: algunas reflexiones a partir de la fotografía". Revista de Educación, vol.4, n°6 (2013), pp 73-96

Díaz y Jiménez. La fortificación medieval en la Península Ibérica

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

Dussel I, Quevedo L. (2010) Educación y nuevas tecnologías: Los desafíos pedagógicos ante el mundo digital. VI Foro latinoamericano de Educación 1ª ed. Buenos Aires. Santillana

Eco, U. (1992) La estructura ausente. Barcelona. Lumen

England E; Hinojosa D; Romero M (2010) Ilustración científica en el IES Antonio Mendoza. Revista Pasaje a la Ciencia (Edición digital) 13, 111-115

Garavaglia, M y Menna, R (1998) Sobre el uso de imágenes gráficas en la investigación antropológica. Un acercamiento a la antropología visual. I Congreso Virtual de la NA y A, Octubre de 1998. Disponible en: <http://www.naya.org.ar/congreso/potencial-19.htm> Consultado el 04 de mayo 2020

Garavaglia, M (2015) Enseñar a mirar las imágenes. Actas IV.Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales.Universidad Nacional de La Plata

García Morales, C (2012) Aprender y enseñar a través de las imágenes.

Glynn, S (1997) Dibujando modelos mentales.The Science teacher,64 (1),30-33

Gobert, J. y Clement, J. (1999) Efectos de los diagramas generados por los estudiantes frente a resúmenes generados por los estudiantes en la diferencia de conceptos de casual y dinámico en la tectónica de placas.Revista de investigación en la Enseñanza de las Ciencias,36 (1), 39-53.

Gomez Llombart, V y Gavidia Catalán, V (2015) Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado,Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación Científica, 12(3),441-455

Gómez, A (2008) ¿Competencias o pensamiento crítico? La construcción de los significados de representación y acción.Educación por competencias, 3, 59-62

Goyes Narváez, J,C (2003) Luces en el laberinto audiovisual.Congreso Iberoamericano de Comunicación y Educación.Huelva

Grilli, J, Laxague, M, Barboza, L. Dibujo, fotografía y Biología. Construir ciencias con y a partir de la imagen. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Vol .12, núm 1, enero-abril 2015,pp.91-108

- Gubern, R (1996) La mirada opulenta. Exploración de la iconosfera contemporánea.
Barcelona
- Hodges, E. (2003) El manual de la ilustración científica. 2nd ed. Nueva York. John
Wiley y Sons
- Ivins J.R, William, M (1975) Imagen impresa y conocimiento. Barcelona. Gustavo
Gilli
- Jewitt, C (2008) Multimodalidad y alfabetización en las aulas escolares. Universidad
College London
- Johnson-Laird, P.N (1982) Modelos Mentales. Hacia una Ciencia Cognitiva del
lenguaje, la inferencia y la conciencia. Cambridge: Harvard University Press
- Kress, G. Jewitt, C. Ogborn, J. Tsatsa Relis, C. (2001) Enseñanza y Aprendizaje :
Las reglas en el aula de ciencias. London: Continuum
- Lemke, J. L. (1998) Múltiples significados visual y verbal semióticos en los textos de
ciencias, en Martin, JR y Veal, R (eds) Leyendo Ciencias, pp 87-114 Londres
Routledge
- Lerner, D (2007) Enseñar en la diversidad. Buenos Aires. Parramón
- Levie, W. y Lentz, R (1982) Efectos de la ilustración en los libros de textos: una
revisión. Investigar comunicaciones educativas. Revista de Tecnología 30,
195-232
- Lizarraga Gutierrez, P. (2004) Analogías y diferencias en el proceso de
descubrimiento científico y artístico. La tradición anglosajona. Taula, quaderns
de pensament 38, 151-158

- Llorente Cámara, E.(2002) Imágenes en la enseñanza.Revista de Psicodidáctica,nº 9 pp 119-135.
- Lopez Valdovinos, M. (2001) Historia y Ciencias Sociales.Estrategias de enseñanza y aprendizaje.Editorial Pax. México.
- Lucas, A. M. (1995) ¿Por qué utilizar el microscopio? Alambique.Didáctica de las Ciencias Experimentales 6, 89-92
- Márquez, C (2002) Dibujar en clases de ciencias. Aula de innovación educativa, 117, 54-57
- Moles, A (1973) ¿Hacia una teoría ecológica de la imagen?, en imagenes y comunicación, A-M Thibault-Laulan. Valencia Fernando Torres.
- Monjes Arenas, L. (2010) La fotografía científica, o el arte de adaptar lo invisible.
- Moreira M. A. Greca I. M. y Rodríguez Palermo M. L. (2002) Modelos mentales y modelos conceptuales En la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Revista brasileira de investigación en Educación en Ciencias,2 (3) 84-96
- Navarro Ruiz, M. y Hernández Encuentra (2004) Imagen, evocación y relato, Revista Arbor, Vol 697,pp 59-79.
- Otero, M. R. y Greca, I. M. (2003) La imagen en los textos de física: entre el optimismo y la prudencia.Revista Cad.Brás.Ens. Fís, vol. 21, nº 1 pp 35-64.
- Perales, F.J. (2008) La imagen en la enseñanza de las Ciencias: algunos resultados de investigación en la Universidad de Granada, España. Formación Universitaria- vol. 1 nº 4

- Perales, F. J. y Jiménez, J (2002) Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de textos, Enseñanza de las Ciencias, vol. 20, n° 3, pp 369-386.
- Postigo, Y. y López-Manjón, A (2012) Representaciones visuales del cuerpo humano, análisis de los nuevos libros de primaria de Ciencias Naturales en la forma educativa mexicana. Revista Mexicana de Investigación Educativa,17 (53), pp. 593-626
- Prangma, M, Van Boxel, C. y Kanselaar, G (2008) Desarrollando un panorama general de los efectos de la construcción colaborativa de múltiples representaciones de la historia. Ciencia Educativa 36 (2), 117-136.
- Rigo, D (2014) Aprender y Enseñar a través de imágenes. Desafío educativo ASRI. Arte y Sociedad.Revista de Investigación n° 6
- Rodríguez Palermo, M. L; Marrero Acosta, J. y Moreira, M. A. (2002) Modelos Mentales versus esquemas de células. Investigación em Ensino de Ciências, vol 7, n° 1.Porto Alegre.
- Rossetti, D (2016) Ellas.2° ed.Buenos Aires.Planeta.Cap.1.P.46
- Rumelhart, D.E. y Norman, D. A. (1981) Procesos Analogicos en el aprendizaje.En Anderson,J.R.(Ed) Habilidades cognitivas y su adquisición. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sanchez Benitez (2009) Estrategias de enseñanza y aprendizaje.Suplementos Marcos ELE, n° 8,pp. 1885-2211
- Senner, W. M. (1992) Los orígenes de la escritura. México.Siglo XXI Editores.

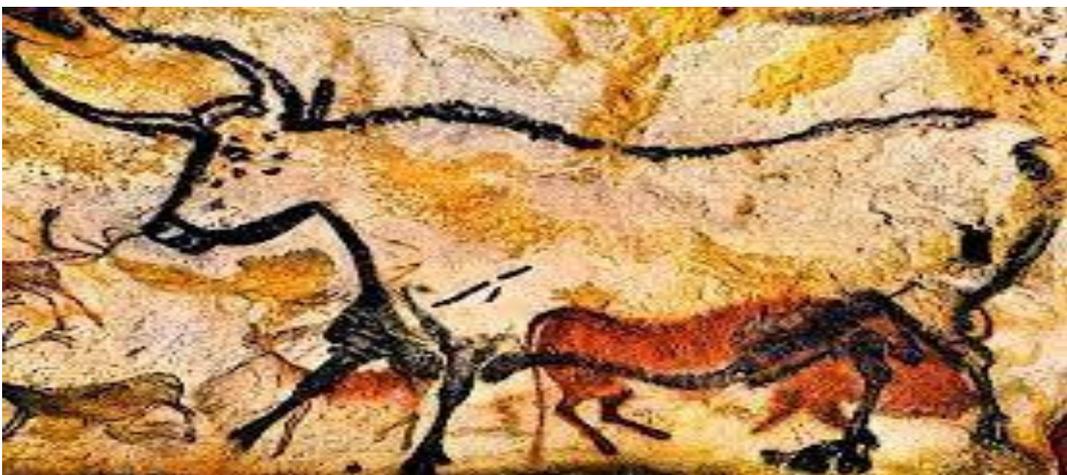
Torres de la Llosa, L. (1962) La Enseñanza de las Ciencias Biológicas. Montevideo.
Barreiro y Ramos.

Tsafir, J. y Ohry, A. (2001) Necesidad de normalización en ilustración científica. Revista Eureka, 13 160-175

Van Meter, P. y Garner, J. (2005) La promesa y la práctica del dibujo generado por el alumno. Revisión y síntesis de la lectura. Revisión de Psicología Educativa, 17 (4), 285-325

ANEXOS

Anexo A. Figura 1. Pinturas rupestres. Arte del Paleolítico superior realizado sobre rocas en las paredes de cuevas.

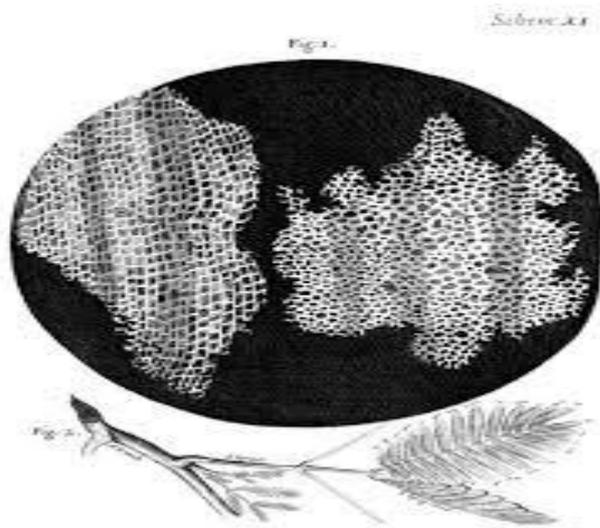




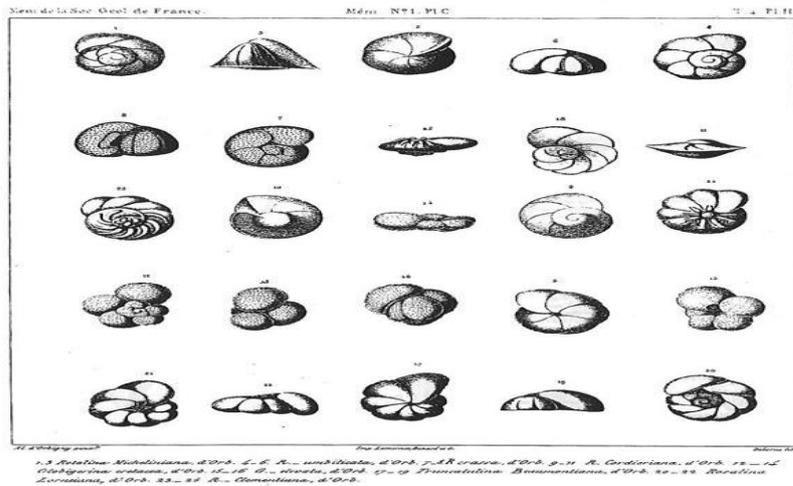
Anexo B. Figura 2. Estudio de los músculos del hombro elaborado por da Vinci entre los años 1510 y 1511. Imágenes digitales en 3D y escáneres de resonancias magnéticas realizados con las últimas tecnologías, muestran un asombrosa exactitud con los dibujos que el artista, científico/inventor, hizo de la anatomía humana (Leonardo da Vinci-Royal Collection Trust .Her Majesty Queen Elizabeth II 2013)



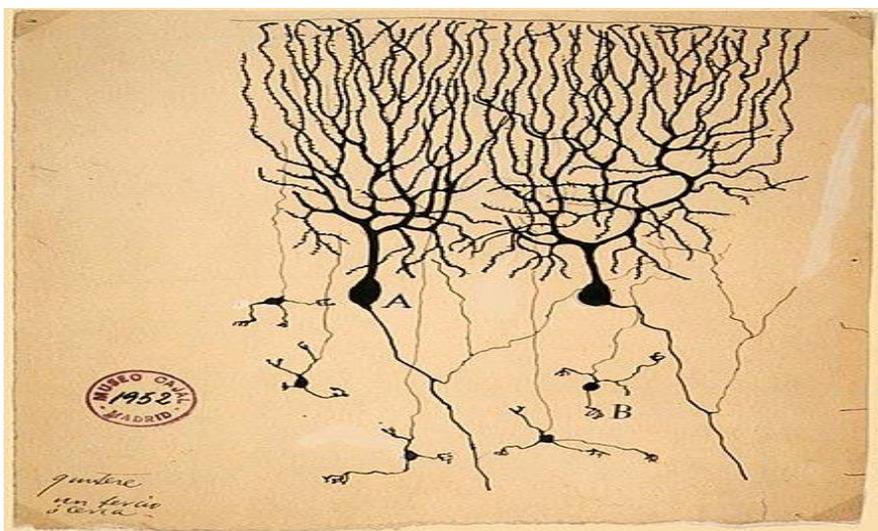
Anexo C. Figura 3 Dibujo de la célula de Hooke. Dibujo en el que se representan las celdillas del corcho, primera identificación de célula.



Anexo D. Figura 4 Dibujos de foraminíferos realizados por d'Orbigny. Pionero en el estudio de microorganismos. Este autor hizo importantes aportes sobre morfología, distribución y excelentes dibujos de microorganismos.



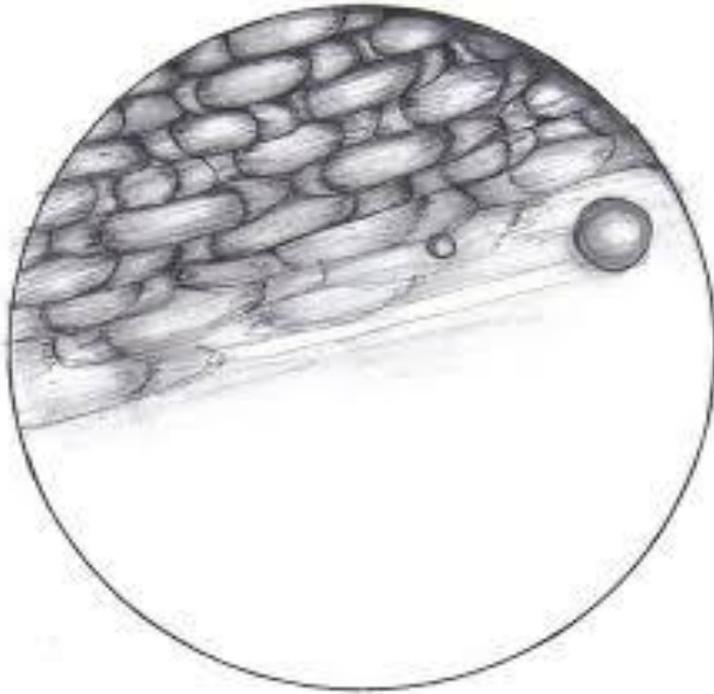
Anexo E. Figura 5. Dibujo de neurona de cerebelo realizado por Ramón y Cajal. A través de este dibujo el investigador ilustra un tipo de neurona las células de Purkinje, impregnada en el método de Golgi



Anexo F. Figura 6. Fotografía de abeja en microscopio óptico

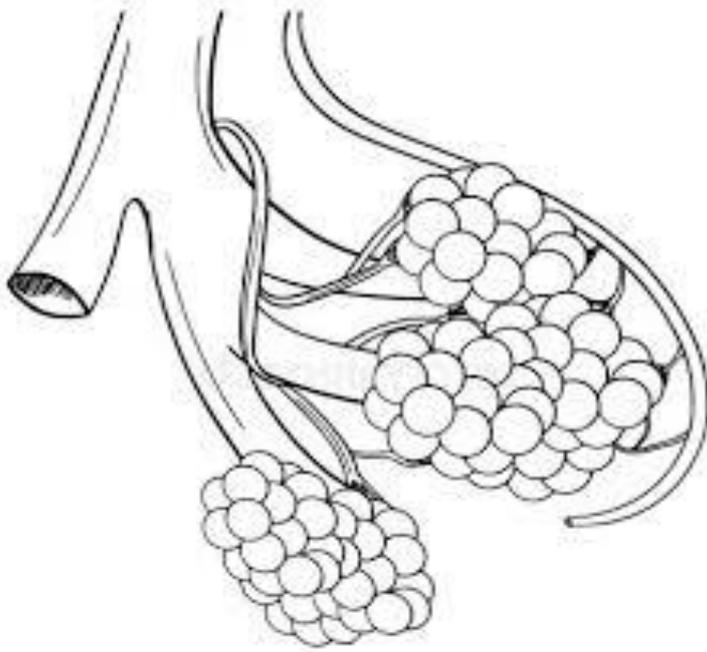


Anexo G. Figura 7. Dibujo de observación microscópica fresca. El material observado fue un preparado fresco de cutícula de cebolla, el dibujo reúne características señaladas como necesarias el trazo firme.

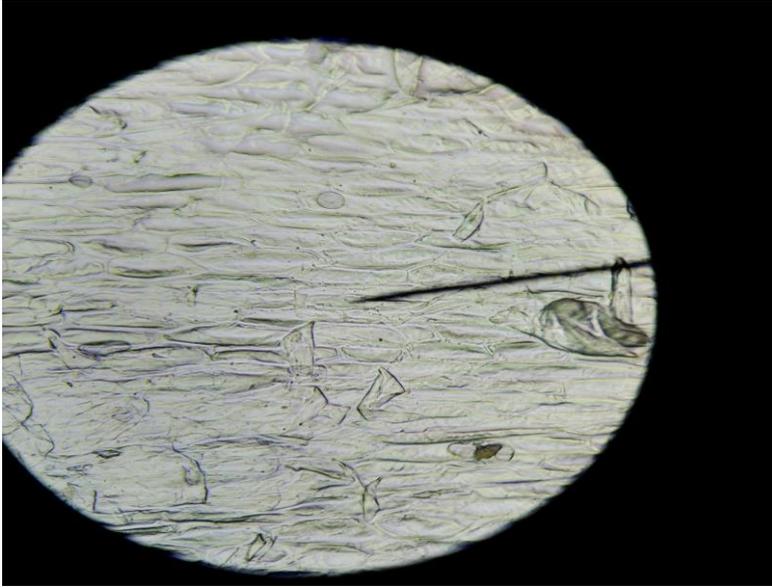


Anexo H. Figura 8. Dibujo esquemático de los sacos alveolares. Más que una representación fiel de la realidad observable a través de un microscopio se dibuja la estructura tridimensional de tres sacos alveolares pulmonares realizado por un estudiante

Después de haber observado el preparado en el microscopio. El beneficio educativo de dibujos esquemáticos de este tipo es muy relevante: facilita la enseñanza y el aprendizaje de complejos contenidos de anatomía y fisiología



Anexo I. Figura 9 Micrografía de epidermis de cebolla. Tanto el preparado como la fotografía fueron realizadas por los estudiantes de nivel medio. Se utilizó un microscopio de luz sencilla, y el celular de uno de los estudiantes del grupo. No obstante la sencillez de los dispositivo tecnológicos utilizados, se logró capturar en la micrografía no solo estructuras de la célula vegetal, sino, también la retracción de la membrana. Con esta actividad se pudo relacionar estructura con fisiología celular, modelo teórico explicativo con observación microscópica del mundo real.



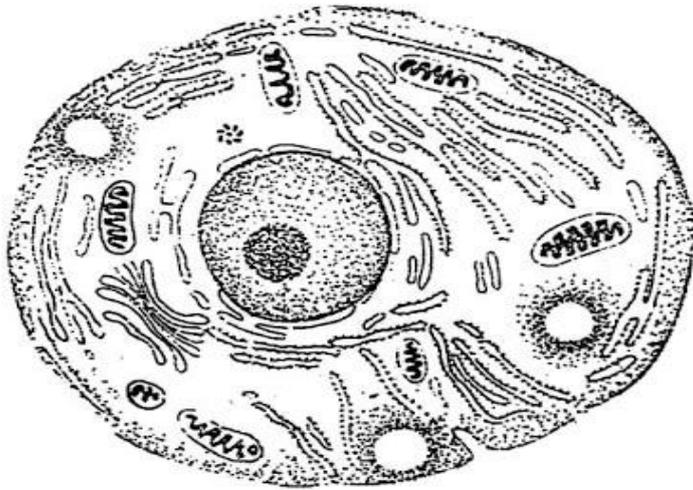
Anexo J. Figuras 10 y 11 Fotografía de disección de encéfalo ovino. Teórico-práctico sobre sistema nervioso central de los humanos, realizado a partir de disección de material natural ovino. Las fotografías tomadas por los estudiantes fueron incorporadas en la presentación de un Power Point.



Anexo K. Figura 12. Fotografía y motivación en las actividades de laboratorio. Tanto en el nivel medio como en el nivel superior, la participación del estudiante observando el material, manipulando y fotografiándose, incrementa su involucramiento y motivación en el trabajo del aula.



Anexo L. Figura 13 Dibujo de una célula eucariota animal que va acompañado de un texto bajo la forma de epígrafe. Fuente: Griffin, R D'1986

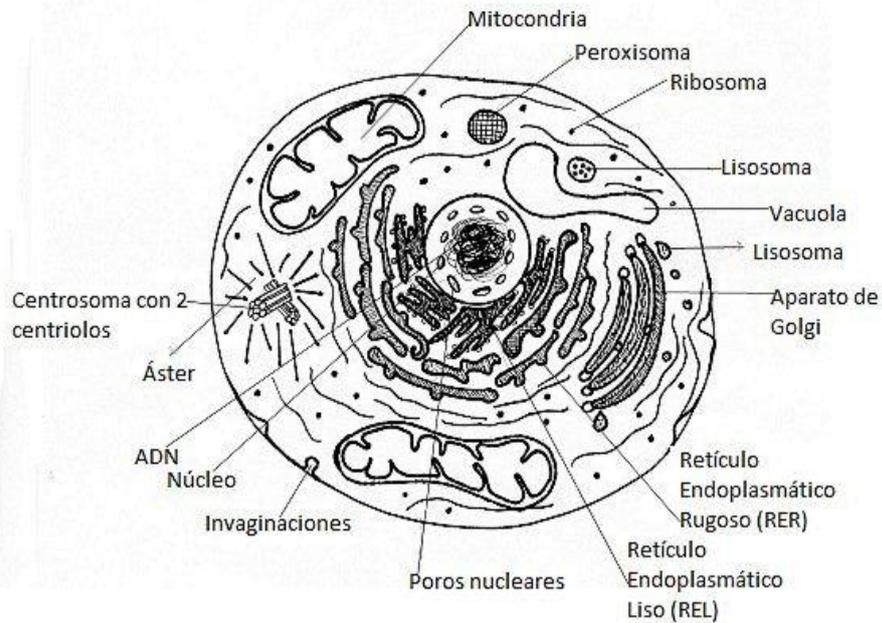


Anexo M. Figura 14 Fotografía de células de epitelio bucal humano que va acompañado de un texto escrito bajo la forma de epígrafe

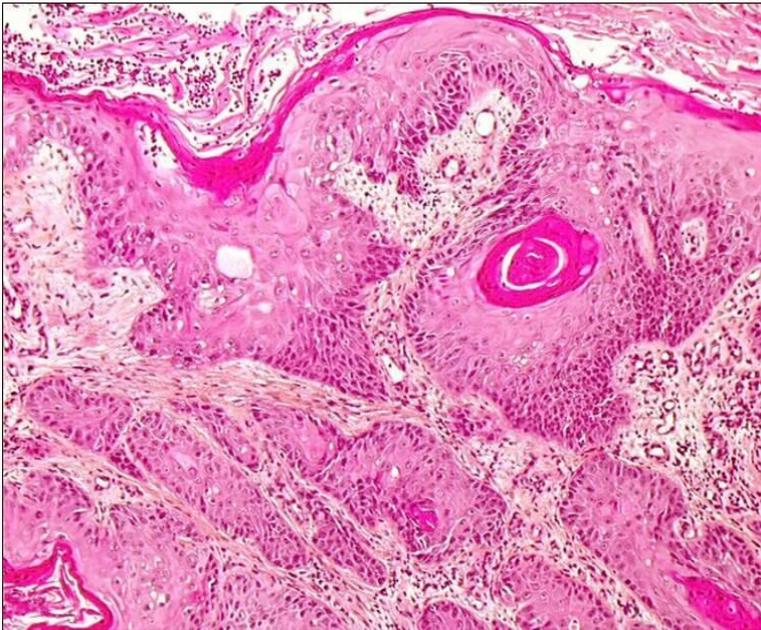


Anexo N. Figura 15. *Dibujo de una célula eucariota animal que va acompañado de un texto escrito bajo la forma de referencias. Fuente: Griffin, R. D. 1986. The Biology Coloring Book. New York: Harper Collins Publishers.*

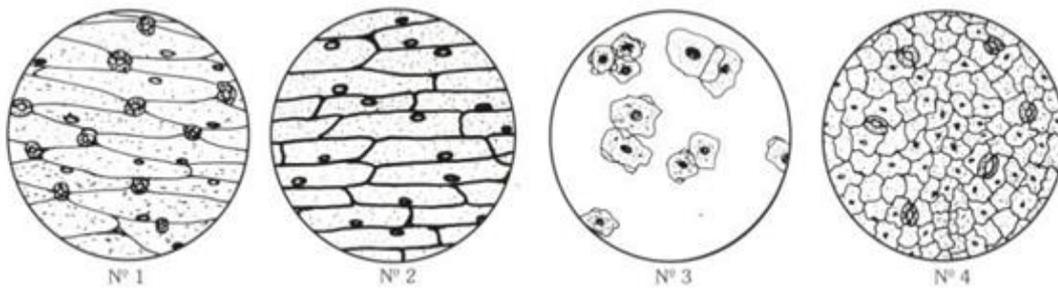
Célula eucariota animal



Anexo O. Figura 16 Células poligonales de cáncer de cuello uterino humano *Fotografía que va acompañada de un texto escrito bajo la forma de epígrafe. Fuente: Garavaglia, M. 2015. Guía de Actividades de Ciencias Naturales, 2. La Plata: Enacción casa editora (en preparación)*



Anexo P. Figura 17. Dibujos de células de diferentes tipos de tejido que van acompañados de un texto escrito bajo la forma de epígrafe. Fuente: <https://lanika.wikispaces.com/observación> del epitelio bucal, consultada el 30 de agosto del 2015



Anexo Q. Figura 18. Esquema de las distintas inteligencias múltiples

