



**I Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las
Ciencias Experimentales**

DESAFÍOS DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA HOY

Formar sujetos competentes para un mundo en permanente
transformación

**RECURSOS AUDIOVISUALES Y CONCEPCIONES
ALTERNATIVAS: UN ESTUDIO DE CASO EN LA
ENSEÑANZA DEL SISTEMA CIRCULATORIO HUMANO**

Alfonso Aguilar

U.N. Comahue
Argentina

Andrés Raviolo

U.N. Río Negro – U.N. Comahue

Paula Ramírez

U.N. Comahue
Argentina

ABSTRACT

This work is part of a broader investigation that studies how to teach and learn the Human Circulatory System (SCH) using videos and animations in the middle education level, under the premise that the resources get relevance according to the classroom context and to the teacher's intervention and contribution. We designed and edited twelve resources to address the main issues related to the SCH. This audio-visual material was provided to teachers to be used in their classes. This paper presents a study case that analyzes the performance of one of the teachers, paying special attention to: how he addressed the difficulties and alternative conceptions, the exploitation of the resource used, what ideas strengthens or lets pass up and which ones are detected and worked out. Finally, suggestions are addressed to take into account when tackling the SCH, in order to optimize the use of audiovisual resources.

RESUMEN

El presente trabajo se enmarca dentro de una investigación más amplia que estudia cómo se enseña y aprende el Sistema Circulatorio Humano (SCH) con la utilización de videos y animaciones en el nivel de educación medio, bajo la premisa de que los recursos cobran relevancia en función del contexto áulico y las intervenciones y aportes del docente. Se editaron y diseñaron un total de doce recursos que en su conjunto abordan los principales temas relacionados al SCH. El material se suministró a docentes para que lo utilizaran en sus clases. En este trabajo se presenta un estudio de caso que analiza el desempeño de uno de los docentes, prestando especial atención en: cómo abordó las dificultades de comprensión y las concepciones alternativas, el aprovechamiento del recurso utilizado, qué ideas refuerza o deja pasar y cuáles se detectan y trabajan. Al final se presentan sugerencias a tener en cuenta al abordar el SCH, con el fin de optimizar la utilización de recursos audiovisuales.

Palabras claves: TIC - Videos y animaciones - Sistema Circulatorio Humano -Concepciones alternativas

Keys words: TIC - Videos and animations - Human Circulatory System - Alternative conceptions

Palavras-chave: TIC - vídeos e animações - Sistema Circulatório Humano - Concepções Alternativas

INTRODUCCIÓN

Desde una postura constructivista del aprendizaje y de la enseñanza, el conocimiento se construye y reconstruye a cada momento, tanto personal como socialmente. Desde esta perspectiva se espera que el alumno sea partícipe de la construcción de sus propios saberes siendo sumamente importante el contexto social y áulico en el que se desarrolla. Esta construcción del conocimiento se ve facilitada por la acción del docente y por los recursos didácticos empleados, donde las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) constituyen herramientas estratégicas esenciales en este proceso de enseñanza y

aprendizaje, tal como se expresa en el Nuevo Diseño Curricular de Nivel Medio regional (Provincia de Río Negro, 2008).

Con respecto a las TIC en el ámbito educativo a nivel nacional, el Plan de Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias (2008) asume como una de las principales líneas de acción el equipamiento de las escuelas con materiales audiovisuales. Como complemento a esta línea de acción se suman otras como el equipamiento de salas de informática en diferentes establecimientos educativos y la implementación del Plan Conectar Igualdad, con la entrega de netbooks a los estudiantes. A nivel regional, el Nuevo Diseño Curricular afirma que es necesario el *“Fortalecimiento del uso de las nuevas tecnologías. El sentido es que el alumno logre mayores niveles de competencia en el manejo de las nuevas tecnologías de la comunicación y de la información. Se las considera como un recurso didáctico estratégico para la formación de los alumnos y para los docentes en el aula”*.

Como se aprecia en las innovaciones educativas actuales existe una tendencia a la inclusión de TIC como estrategia de la mejora educativa. Algunos docentes utilizan frecuentemente recursos audiovisuales como videos y animaciones para dinamizar la clase y acercar los contenidos a los alumnos. Sin embargo, la utilización de estos recursos pierde sentido si dejan de ser una herramienta para pasar a ser el objeto de enseñanza y de aprendizaje. Los recursos audiovisuales no son un fin en sí mismo, sino una herramienta útil, aunque no única, para la enseñanza de diversas ciencias. Asimismo, su utilización sin un encuadre pedagógico adecuado puede llevar a ser concebida como una actividad meramente anecdótica, que atrae desde la espectacularidad del recurso quedando en un segundo plano los contenidos que en él se trabajan. Acordando con Gil (1997) las tecnologías utilizadas en la educación podrían tener una perspectiva negativa, si se trabaja sin un enfoque pedagógico adecuado y sin un software educativo de calidad.

Comprender aspectos fisiológicos y anatómicos del Cuerpo Humano resulta, en ocasiones, una tarea ardua para estudiantes de nivel medio. Un ejemplo es el Sistema Circulatorio, tanto por el grado de abstracción de algunas estructuras y procesos imposibles de ser observados, como así también por la compleja interacción con otros sistemas de órganos (con diferentes niveles de análisis) y procesos que afectan a todo el organismo (López-Manjón et. al, 2007). Tal como lo afirman estos

autores, la comprensión del Sistema Circulatorio Humano (SCH) es más compleja de lo que profesores e investigadores creen. Por ello, analizando la bibliografía, se pueden encontrar varias propuestas para abordar esta temática: utilización de corazones en laboratorios (Lee, 2004), utilización de análogos concretos (Lee, 2001; Haugwitz y Sandmann, 2010), de simuladores (De Costa, 2003), entre otros. Para el alumno, comprender estos aspectos correctamente implicaría conocer su cuerpo, entenderlo como una estructura integrada, y aprender a cuidarlo mejor; para el docente, esto constituye un objetivo educativo prioritario.

El presente trabajo se enmarca dentro de una investigación más amplia que estudia cómo se enseña y aprende el SCH con la utilización de videos y animaciones en el nivel de educación medio, bajo la premisa de que los recursos cobran relevancia en función del contexto áulico y las intervenciones y aportes del docente.

Concepciones alternativas

En la actualidad, existe cierto consenso entre los educadores en que los alumnos traen consigo una serie de ideas previas referidas a las temáticas que se abordan en las clases. Estas ideas muchas veces discrepan con las científicamente aceptadas. Estas concepciones son denominadas como “concepciones alternativas” (Arnaudín y Mintzes, 1985), “conceptos erróneos” (Fischer, 1985; Tekkaya, 2002; Peláez *et. al.*, 2005; Yip, 2008 y otros), “teorías ingenuas” (Mintzes, 1984), entre otros. Por su parte, la enseñanza puede modificar parcialmente esas ideas, reforzarlas o generar nuevas concepciones alternativas. Por ello constituye un objetivo de la enseñanza de las ciencias favorecer que el conocimiento progrese desde las concepciones alternativas o ingenuas hasta las concepciones científicamente adecuadas. Esta evolución de las concepciones de los alumnos puede consistir en la toma de conciencia de la coexistencia de distintas ideas o explicaciones de un mismo fenómeno, que pueden activarse según el contexto en que se solicita, por ejemplo, el escolar o el cotidiano.

En el marco de esta investigación y en relación al SCH, se ha realizado una revisión bibliográfica exhaustiva de los artículos sobre dificultades y concepciones alternativas. Se llevó adelante una búsqueda, análisis y traducción de artículos presentes en revistas (*Science Education, Journal of Research in Science Teaching, School Science and Mathematics,*

Enseñanza de las Ciencias, International Journal of Science Education, Journal of Biology Education, entre otras), capítulos de libros solicitado a los autores y relevamientos de trabajos presentados en Congresos (Aguilar y Raviolo, 2010).

METODOLOGÍA

Diseño

La investigación se llevó a cabo en cursos de tercer año de escuelas secundarias, públicas y privadas, de San Carlos de Bariloche. El diseño tiene una faceta experimental que incluyó el análisis de diferentes propuestas con el uso de TIC para la enseñanza de la unidad “Sistema Circulatorio Humano”. La recolección de datos se realizó a partir de observaciones de clase, entrevistas a docentes y cuestionarios escritos: test de actitudes, cuestionario conceptual y autoevaluación de los alumnos.

En este trabajo se presenta un estudio de caso que analiza el desempeño de uno de los docentes, prestando especial atención en: cómo abordó las dificultades y concepciones alternativas, el aprovechamiento del recurso utilizado, qué ideas refuerza o deja pasar y cuáles se detectan y trabajan. El curso analizado pertenece a un 3° año de nivel medio de una escuela pública conformado por 29 alumnos/as. En la entrevista con la docente a cargo, ésta afirma que dicho curso tiene un buen rendimiento en la materia Biología y que los estudiantes suelen ser bastante autónomos en el trabajo. La docente a cargo es una profesora con una experiencia mayor a los 20 años de antigüedad en la materia Biología que suele trabajar con videos de manera esporádica, como complemento a sus clases expositivas.

Los recursos audiovisuales

Se analizaron diferentes libros de nivel medio y diseños curriculares provinciales con el fin de determinar los principales temas a abordar en relación al Sistema Circulatorio Humano. A partir de allí se buscaron recursos audiovisuales en Internet que: i) sean de fácil acceso y de descarga gratuita, ii) sean auto-explicativos, a través de audios, rótulos, etc. y, iii) estén en idioma español, o en su defecto, que el idioma no actúe como un obstáculo para la comprensión. Los recursos audiovisuales se analizaron teniendo en cuenta el tipo de formato del

recurso, los aspectos destacados, si se utilizan analogías o metáforas, los niveles de representación utilizados, y las concepciones alternativas que se refuerzan y las que se podrían superar. En la Tabla 1 se resume parte del análisis realizado.

Algunos de los videos fueron editados e incluso se diseñó una animación con Power-Point, resultando un total de doce recursos que en conjunto abordan: i) las características generales del SCH, ii) el recorrido de la sangre por el cuerpo, iii) los componentes principales de la sangre y del SCH, iv) el colesterol y su importancia, v) el corazón, vi) el intercambio de gases a nivel celular, vii) la relación entre SCH y Sistema Digestivo, y, viii) la historia del concepto de la circulación sanguínea.

La propuesta consiste en la utilización de los videos y animaciones, como recurso complementario en la enseñanza de la temática. Para ello se realizaron reuniones previas con los docentes y se les entregó un CD con los doce recursos. La consigna consistía en que el docente debía utilizar al menos una vez cada archivo, en el transcurso del tratamiento de la temática sobre el SCH. Para ello tuvieron a disposición una computadora, un proyector y un sistema de audio acorde, durante sus clases.

RESULTADOS

a) **Planificación e implementación de la propuesta docente**

La unidad planificada por la docente tuvo una duración de 6 encuentros. Inició la temática relacionando el Sistema Circulatorio con el Digestivo, tema abordado con anterioridad. Luego trabajó las principales características del SCH y el recorrido de la sangre por el cuerpo. Posteriormente se centró en los principales vasos sanguíneos, para proseguir con el intercambio de sustancias a nivel celular. Luego se detuvo en explicar la estructura y función del corazón, relacionándolo con lo trabajado hasta el momento, para finalizar explicando todo lo relacionado a la sangre (estructura, función, entre otros). La unidad estuvo planificada en torno a una guía de actividades elaborada previamente por la docente, que los alumnos debían completar mayormente al observar los videos y animaciones. El principal objetivo de la guía era brindar un marco de referencia y trabajo a los alumnos, para que éstos no desviarán su atención durante la proyección de los distintos recursos. Asimismo, y en palabras de la propia docente, la guía servía *“para que vieran realmente si habían podido captar lo que transmitía el video y lo podían volcar como un análisis de lo que habían visto”*. Analizando la misma se encontraron 25 preguntas o actividades, que pueden desglosarse de la siguiente forma:

- 20 preguntas cerradas: *“¿Por qué tipo de vasos circula la sangre? ¿Son todos iguales?”*
- 1 pregunta abierta: *“¿Qué le aconsejarías a una persona que presenta un análisis de sangre con valores altos de colesterol ‘malo’?”*
- 3 actividades de completar en un esquema ya presentado: *“Ubica los tejidos musculares que forman la pared del corazón”*. *“Nombra las válvulas, cavidades y grandes vasos...”*
- 1 actividad de completar un cuadro: *“Realiza un cuadro, ubicando: componentes líquidos y sólidos de la sangre y la función de cada uno de ellos”*.

La metodología de trabajo se mantuvo constante durante los encuentros; el video o animación se pasaba una primera vez sin interrupción. Luego se repetía una o dos veces más, en función de la

demanda de los alumnos. En estas instancias la docente detenía el video e iba explicando, acotando y aclarando ideas como para que los alumnos pudieran responder las preguntas de la guía. Al final, la “puesta en común” consistía en solicitar a distintos alumnos la lectura de su respuesta a alguna pregunta, donde el docente asentía, aclaraba o corregía las mismas.

b) Recursos audiovisuales y abordaje de concepciones alternativas

A fin de organizar estos resultados se detallará, para cada recurso audiovisual utilizado por la docente, los aspectos más destacados en relación a las concepciones alternativas y a las dificultades sobre la comprensión del SCH.

Animación Absorción nutrientes a nivel intestinal

Al iniciar la unidad sobre el SCH, la docente muestra la animación sobre la absorción de nutrientes a nivel intestinal, relacionando así el Sistema Digestivo con el Circulatorio. Durante la interacción con los alumnos, se fomenta la idea de que las venas llevan un tipo de sangre u otro. Que los componentes que están en una, necesariamente no están en la otra. No se habla de proporciones. Seguramente esto ocurre por una falta de cuidado al momento de usar las palabras (cosas que se omiten y no se previenen)

Alumno (A): y ¿por qué no se oxigenan esas venas?

Docente (D): ya van a ver porque.... Salen de las células, por lo tanto si sale de las células, ¿qué traen?

A: anhídrido carbónico.

D: no traen nutrientes, traen desechos. Los nutrientes tienen que pasar por el corazón para después llevarlos a las células.

Video Sistema Circulatorio general 1

La docente aprovecha esta instancia para aclarar una concepción bastante frecuente en relación al color de la sangre.

D: bueno... ya que estamos, antes de pasar a la otra, ahí les mostraba la circulación en general, la función del corazón, y esto de... vieron que ahí en la circulación cuando mostraban todo el cuerpo, es roja, en realidad no es que tengamos sangre azul en una parte y sangre roja en otra... se

usan esos colores para identificar cuando la sangre es rica en oxígeno y cuando la sangre es rica en dióxido de carbono... eh.... Hay otro video sobre el corazón que van a ver bien las partes, así que por eso no se hagan problema (nadie habla, están todos en silencio escuchando)....

En este video se presentan algunas analogías (SCH-Tren; Corazón-Motor), las cuales son pasadas por alto y no se trabajan en profundidad, al igual que la idea del corazón como fuente de sentimientos y emociones.

Animación Intercambio a nivel celular

La docente aprovecha para aclarar que existe intercambio de gases a dos niveles. A nivel celular y a nivel pulmonar. Sin embargo deja implícita una idea bastante difundida, seguramente por descuido al momento de usar ciertas palabras; habla de “sangre que entra y que sale” dejando la impresión de que la sangre abandona el torrente sanguíneo al momento del intercambio a nivel celular (lo que se omite, no se prevé).

D: chicos... a ver que les explico un poquitito de esta...esperen un poquitito. Acá, fíjense que dice intercambio celular... lo que les está mostrando son células, sangre, células, sangre que entra y que sale... después hay una parecida, que la van a ver tanto en fotos así como la circulación en general, donde hay un corazón real... que es parecida, pero a nivel de los alveolos pulmonares, si... cuando la sangre junta del aire inspirado el oxígeno. No se confundan porque es parecida si...

Una idea frecuente es que la sangre luego de pasar por los diferentes tejidos retorna directamente a los pulmones. La docente se encarga de aclarar que antes pasa por el corazón.

D: ¿A dónde va a ir a dejar el dióxido, por lógica? ¿A donde tendría que ir?

A: a los pulmones...

D: a los pulmones... pero previamente pasa por el corazón... ¿para qué? ¿Por qué tiene que pasar por el corazón?

A: para que lo impulse...

D: para que lo impulse... para que tenga fuerzas, sino no llega.. está bien... Lo pasamos la última vez.

Al trabajar esta animación, la docente refuerza la idea correcta de que el intercambio a nivel celular se da a través del espacio intersticial. Además aprovecha para aclarar que en este proceso se ven implicados fenómenos como la velocidad y la presión a ambos lados de los capilares

D: [...] Bien... pasemos a la otra... ahí les está mostrando como entra a los capilares... dice, la presión... hablamos de dos componentes físicos, la presión y la velocidad... la presión ejercida sobre los capilares hace que el plasma fluya del espacio intersticial... ¿qué es el espacio intersticial?

A: no tengo ni idea...

D: es el espacio entre las células... el plasma que está ahí fluye por difusión ... difusión ya saben lo que es... llevando consigo gases y otros componentes nutritivos... varias proteínas, dado su tamaño, no pueden atravesar las paredes de los capilares, quedando en el torrente sanguíneo...

Animación recorrido de la sangre por el cuerpo

Aprovecha este video para remarcar que la velocidad de la sangre durante todo su trayecto no es igual. Remarca además la importancia de las válvulas en las venas. Aunque no hace mención a que pasa con los vasos que van hacia la cabeza, donde las venas, en vez de “subir” hacia el corazón, “bajan”.

D: (pone en movimiento la simulación) Fíjense como cuando vuelve le cuesta subir. Por eso, vieron que vimos que las venas tienen válvulas, para que la sangre no vuelva, es porque después cuanto más abajo está, más le cuesta subir... ¿entienden?

Esta animación genera algunas confusiones que la docente no ha trabajado, quizás por falta de tiempo (lo trabajaron muy sobre el final de la clase), como por ejemplo que los pulmones no se encuentran más arriba que el corazón, que la sangre no recorre un órgano por vez, que el glóbulo rojo no es redondo y que el corazón, en realidad, bombea sangre en dos direcciones al mismo tiempo, por lo que se lo considera como una bomba doble.

D: se puede detener... (ahora hacia la alumna) siempre te conviene salir del corazón... ves... le hacés un recorrido... ¿dónde vuelve?

A: Al corazón...

D: bien... ¿dónde va?

A: al cerebro

A: no! Al pulmón

D: pulmones... y vuelve al corazón... chicos... a ver... ahí se describen dos circuitos... miren... (explicando con la simulación) el circuito menor, que es... corazón, pulmón, pulmón, corazón... ahí tienen el circuito menor... es el recorrido más pequeño... después del corazón.. ¿sangre de qué tipo es esta?

Circulación de sangre por el corazón

La docente aprovecha esta simulación para explicar que el llenado de las cámaras se produce, tanto por relajación de la misma, como por la contracción de la otra. Además aclara que no todas las cámaras tienen el mismo tamaño

D: y ahí decimos que hay diástole auricular... entonces sístole, contracción... diástole, relajación....cuando estas están en diástole, éstas están en sístole... ¿qué hacen cuando entran en sístole?

A: sale sangre...

D: bien, impulsa la sangre... ¿cuando están en diástole, que están recibiendo?

A: sangre...

D: está recibiendo la sangre que está viniendo de los vasos o de las aurículas... ¿estamos? A ver.. ahí, dejámelo ahí.. ahí tenemos... diástole de los ventrículos.. ¿quiénes están en sístole? Las aurículas. Se cierran para...

A: pero ahí no están cerradas...

D: están... si, ven que se abren las válvulas para dejar pasar...

A: igual, ahora vas a ver que hace. SSSSHHHHAAAA.... Y saca la sangre

A: yo pensé que eran circulitos chiquititos...

D: los ventrículos... los ventrículos siempre son más grandes... ven ahí sale la sangre. Ahora se va a achicar eso... primero se agranda para recibir la totalidad de la sangre y luego viene la contracción para que salga...

La docente no remarca, en su explicación, que al mismo tiempo se está bombeando sangre oxigenada y carboxigenada, hacia los pulmones y hacia todo el cuerpo. Trabajar esto ayudaría a entender al corazón, no como una bomba simple, sino como dos bombas que actúan de modo simultáneo y coordinado.

Video sistema circulatorio general 2

Aprovecha este video para mostrar y afirmar que el corazón, al igual que cualquier otro órgano, se encuentra irrigado de sangre. Sin embargo, por un descuido en la utilización de la terminología, hace mención a que el corazón “consume sangre” (tal cual lo expresa el video). Esto suele ser una concepción bastante recurrente entre los alumnos.

D: en los alvéolos pulmonares, muy bien... en los alvéolos pulmonares, bien.... ¿Alguna otra duda? ¿Qué órgano consume más?

A: el cerebro y el corazón

D: bien...

Animación anatomía del corazón

En esta animación se ve claramente que el corazón presenta cuatro cámaras. Aunque al trabajarlo, la docente no hace mención a que los ventrículos son más grandes que las aurículas. Seguramente porque ya había hecho esta aclaración al trabajar el recorrido de la sangre por el corazón.

D: ¿cuántas válvulas tenemos?

Todos: 4

D: bien... (Los alumnos siguen completando su guía)

Animación componentes sanguíneos

La docente aprovecha la animación para resaltar las formas de los distintos componentes sanguíneos, aunque al hablar de los glóbulos rojos, no profundiza su explicación de la relación entre forma y función.

D: estos son los más grandes dentro de la sangre, los glóbulos blancos. Los glóbulos rojos... fíjense que forma rara de células... se ven como discos bicóncavos... quiere decir que las dos caras son cóncavas... bien... que tiene mucho que ver con la función que cumplen... ¿estamos?

Video colesterol-afecciones relacionadas

El video es aprovechado para resaltar que no todo el colesterol es malo, sino que existen los llamados “colesterol bueno” y “colesterol malo”. Aunque al trabajarlo la docente no profundiza demasiado en la explicación.

D: ¿qué es el colesterol?

Todos: no...

A: yo no llegué a poner

D: bueno... cuál es el colesterol bueno y el malo...

A: HDL y LDL (todos discuten entre ellos)

CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

Una de las primeras reflexiones que surgen al analizar la metodología utilizada por la docente es en relación a la guía de actividades planteada. La utilización de los recursos audiovisuales para completar una guía escrita podría estar subvalorando y desaprovechando su potencial, desde lo estético hasta lo didáctico, reduciéndolo en varios aspectos: i) al convertir la imagen a pocas palabras (la docente aclara a sus alumnos: *“Lean lo que puse arriba... breve y concisa la respuesta... cortitas como siempre les hago yo, respuestas cortitas”*), ii) al pasar de lo integrado a sus partes, de los procesos a los componentes, iii) al pasar de lo dinámico y tridimensional de los recursos, a lo estático y bidimensional del papel, iv) al reducir a un lenguaje textual “cerrado”, un lenguaje rico en analogías y metáforas. En este caso particular, las actividades tienden a descomponer el proceso en sus partes, sin una integración posterior, apuntando a un conocimiento atomizado.

En una segunda línea de análisis, se aprecia que un aspecto central en la estrategia docente para llevar a buen término el debate, y la unidad en general, es su Conocimiento Pedagógico del Contenido (Shulman, 1986), conformado por su conocimiento sobre las dificultades y concepciones alternativas de los alumnos sobre el tema, sus recursos didácticos y experiencia docente reflexiva. Este conocimiento le permitirá aprovechar las oportunidades didácticas que se van presentando, podrá detectar en las respuestas de los alumnos las

concepciones erróneas y estará atento a lo que se omite o no se previene en los videos y animaciones.

En este trabajo se observa cómo la docente fue aprovechando los diferentes recursos para aclarar varias de las concepciones que suelen ser recurrentes en la temática abordada. En algunos casos puntuales, algunas concepciones se veían reforzadas, no por un error conceptual del docente, sino por una desatención al momento del empleo de las palabras. Ésta suele ser una fuente muy frecuente de concepciones alternativas para los alumnos, llevando a una reflexión que merece ser tenida en cuenta. Cabe preguntarse qué es lo que alumnos interpretan cuando el docente utiliza tal o cual término (inclusive ciertas metáforas o analogías). También es importante tener la mirada atenta y reflexiva en relación al vocabulario conceptual utilizado, dado que las representaciones que ellos elaboran no siempre son las mismas representaciones que los docentes poseen.

Respecto a la comprensión de las imágenes y animaciones utilizadas en el aula, se debería tener en cuenta que muchas son representaciones esquemáticas, simplificadas con cierta intencionalidad y con el eje puesto en unos pocos aspectos a destacar. Muchas veces resultan absurdas fuera del contexto en el que se están utilizando, sin un bagaje conceptual previo. En ocasiones, el docente puede “observar más allá de la simulación” desde un punto de vista conceptual y comprender las simplificaciones realizadas. Pero no trabajar esto con los alumnos, puede llevar a considerar como realidad-verdad algo que es representación-interpretación. En este sentido es necesario realizar una reflexión sobre el uso de estos recursos e imágenes: con qué función se presenta, qué muestra, cómo cumple ese objetivo, qué simplificaciones presenta, qué aspectos son erróneos, qué se puede aprender de ella, cuáles son sus limitaciones. Es indispensable “hablar la imagen”. Asimismo, otra estrategia útil podría ser plantear actividades entre la primera y segunda reproducción del video o animación, como ser, buscar en el libro de texto lo que en la película se dijo; explorar en libros los contenidos que no se comprendieron en el video; analizar las imágenes que se ofrecen en el libro y relacionarlas con lo observado.

En palabras de la propia docente durante la entrevista final, ella afirma que la utilización de videos y animaciones *“...me agilizó porque si estoy sola en el aula explicando, tardo mucho más con circulatorio... o sea que*

me ayudó que compactara el tiempo...". El escaso tiempo de aula y los programas sobredimensionados suelen ser aspectos que están presentes y atraviesan el desarrollo de una unidad didáctica. Dado que los recursos audiovisuales ayudarían a optimizar la relación entre el tiempo disponible y el contenido a trabajar, se abre la posibilidad de abordar todos aquellos aspectos puntualizados anteriormente. De este modo se podría estar abordando, no sólo la temática desde una perspectiva más integrada, sino también se podría analizar y comprender aspectos y características de los modelos y de los procesos de modelización, abarcando contenidos sobre la Naturaleza de las Ciencias.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A. y Raviolo, A.. (2010). Concepciones alternativas sobre el Sistema Circulatorio: Revisión bibliográfica e implicancias para la Enseñanza. IX Jornadas Nacionales y IV Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. S. M de Tucumán, Argentina.
- Arnaudin, M. y Mintzes, J. J. (1985). Student alternative conceptions of the human circulatory system: a cross-age study. *Science Education*, 69, 5, 721-733.
- De Costa, J. (2003). Simulación de alteraciones del sistema circulatorio. *Prácticas de Fisiopatología Humana - Dpto de Fisiología - Unidad de Fisiología Animal - Facultad de Biología - Universidad de Murcia*. España.
- Fischer, K. M. (1985). A misconceptions in biology: Amino acids and translation. *Journal of Research in Science Teaching*, 22, 1, 53-62.
- Gil, S. (1997). Nuevas tecnologías en la enseñanza de la Física. Oportunidades y desafíos. VI Conferencia Interamericana sobre educación en la Física. 13-15.
- Haugwitz, M. y Sandmann, A. (2010). Collaborative modeling of the vascular system - designing and evaluating a new learning method for secondary students. *Journal of Biological Education*, 44, 3, 136-140.
- Lee, Y. C. (2001). Construction of heart models using simple air pumps. *Journal of Biological Education*, 36, 1, 42-44.
- Lee, Y. C. (2004). There is more to the dissection of a pig's heart. *Journal of Biological Education*, 38, 4, 172-177.
- López-Manjón, A.; Postigo, Y. y León, R. (2007). La naturaleza de las representaciones sobre el sistema Circulatorio. En: J. I. Pozo y Flores, F. (Eds) *Cambio conceptual y representacional en la enseñanza de la ciencia*. Madrid: A. Machado Libros. 155-172 pp.
- Ministerio de Educación de la Nación. (2008). *Plan de Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias*. 22 pp.
- Ministerio de Educación de la Provincia de Río Negro. (2008). *Diseño Curricular para el Nivel Medio*. 504 pp.

Mintzes, J. J. (1984). Naive theories in biology: Children's concepts of the human body. *School Science and Mathematics*, 84, 7, 548-555.

Peláez, N. J.; Boyd, D. D.; Rojas, J. B. y Hoover, M. A. (2005). Prevalence of blood circulation misconceptions among prospective elementary teachers. *Advances Physiology Education*, 29, 172-181.

Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 2, 4-14.

Tekkaya, C. (2002). Misconceptions as barrier to understanding biology. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 259-266.

Yip, D. Y. (2008). *Misconceptions in Biology and Implications for Teaching*. Hong Kong: Manhattan press. 118 pp.

Tabla 1: Análisis de los recursos audiovisuales seleccionados para la investigación.

Recurso Audiovisual	Tipo de Formato	Aspecto que destaca	Concepciones alternativas y dificultades	
			que refuerza	que se pueden sortear
<i>Video Historia del Sistema Circulatorio Humano</i>	Video c/ audio en off en español. Imágenes reales, resonancias magnéticas, tomografías, grabaciones de capilares. Pinturas de época (1600). Con referentes hablando de historia.	El descubrimiento y validación de la circulación de la sangre por el cuerpo. La importancia del corazón en este sistema.	No se aclara que el corazón son dos bombas que actúan de modo simultáneo y coordinado, sino que se presenta como una sola bomba.	Si bien no es el objetivo de este video, la grabaciones de capilares microscópicos se podrían utilizar para mostrar que la sangre a nivel celular no abandona los capilares.
<i>Video Sistema Circulatorio General 1</i>	Video c/ audio en off en español. Grabaciones de capilares, un corazón latiendo, dibujos sobre la anatomía del SCH. Se muestra un tren en funcionamiento.	Varias de las principales funciones del SCH y del corazón.	El corazón como una bomba simple. El corazón como fuente de sentimientos e impresiones.	Si se detectan las concepciones alternativas que refuerza, este video podría utilizarse para trabajarlas.
<i>Animación Recorrido de sangre por el cuerpo</i>	Dibujo esquemático animado. Sólo se hace mención a nombre de órganos en inglés.	Doble circulación sanguínea. Sistema Cerrado. Velocidad sanguínea. Circulación de sangre en corazón. Estructura del corazón.	Sangre roja y azul. Pulmones por arriba del corazón. La sangre recorre un órgano por ciclo. Glóbulo rojo redondo. Bombeo alternado de la parte izquierda y derecha del corazón. El corazón como bomba simple.	Si se detectan las concepciones alternativas que refuerza, esta animación se podría utilizar para trabajarlas. Además se puede registrar que la velocidad a la que viaja el glóbulo rojo no es igual en todos lados, siendo más rápido al salir del corazón y más lento al retornar a él.
<i>Video Sistema Circulatorio General 2</i>	Video c/ audio en off en español. Grabaciones de capilares microscópicos, una operación de corazón, dibujos esquemáticos animados (a nivel macro y microscópico). Animación de glóbulos rojos intercambiando gases a nivel alveolar. Muestra un tren en funcionamiento.	Recorrido de la sangre por el cuerpo. Intercambio a nivel pulmonar. Estructura de vasos sanguíneos.	Sangre roja y azul. El dióxido de carbono es transportado en su totalidad asociado a los glóbulos rojos. El corazón produce y consume sangre.	La sangre vuelve al corazón ayudada por la contracción de los músculos. Los vasos sanguíneos redireccionan el flujo de sangre. El corazón también utiliza sangre. A nivel celular la sangre nunca deja los capilares. Desde los tejidos la sangre retorna al corazón y es

				impulsada hacia los pulmones. No existe la misma cantidad de arterias que de venas.
<i>Animación Anatomía del Corazón</i>	Dibujo esquemático enriquecido con rótulos en español. Se complementa con una fotografía de un corazón de cordero y un pequeño texto introductorio, complemento del dibujo esquemático.	Cámaras y válvulas. Principales arterias y venas relacionadas al corazón. Tejidos cardíacos. Nódulos encargados de los latidos.	La presencia de sangre azul y roja.	El corazón está formado por cuatro cámaras. Las cámaras del corazón no son iguales, siendo los ventrículos más grandes que las aurículas.
<i>Animación latidos del corazón</i>	Animación del corazón enriquecida con audio de latidos	Latidos del corazón.	No presenta	El ruido del corazón es por el cierre de válvulas. Aurículas y ventrículos se contraen en diferentes momentos. El lado izquierdo y derecho del corazón se contraen al mismo tiempo. Corazón como dos bombas que actúan en simultáneo. Los ventrículos más grandes que las aurículas.
<i>Circulación de sangre por el corazón</i>	Dibujo esquemático animado, complementado con texto que indican los nombres de las instancias de contracción y relajación del corazón. La animación presenta unos controles con los cuales el usuario puede detenerla, avanzar o retroceder, entre otros.	Circulación de sangre por el corazón.	La presencia de sangre azul y roja.	Corazón como dos bombas que actúan en simultáneo, bombeando sangre oxigenada y carboxigenada. Los ventrículos más grandes que las aurículas. El llenado del ventrículo ocurre por la contracción auricular y la relajación ventricular.
<i>Video Pulso cardíaco</i>	Video que complementa animación de sangre recorriendo los vasos, dibujo esquemático animado del corazón, grabaciones de personas, diagrama animado de un electrocardiograma. Videos a nivel microscópico de la contracción de un tejido muscular. C/ audio en off en español	Pulso y Ritmo cardíaco. Contracción del corazón. Relación corazón-cerebro.	La presencia de sangre roja y azul	La frecuencia de latidos del corazón están regulados por el cerebro.
<i>Video Componentes Sanguíneos</i>	Animación con audio en off en español, enriquecida por fotos y dibujos.	Principales componentes sanguíneos. Funciones propias del SCH. Proceso de cicatrización.	Por la sangre sólo viajan glóbulos blancos, rojos, plaquetas y proteínas asociadas a la cicatrización (simplificación)	La sangre es un tejido líquido. El componente líquido de la sangre es amarillento. Ayuda a determinar, para la sangre y por ende para el SCH, más de una función.
<i>Video Colesterol - Afecciones</i>	Video formado por varias animaciones diferentes, todas ellas con audio en español en off.	Colesterol. Formación de placa de ateroma. Infarto. Angioplastia y stent.	No presenta	Existen colesterolos "buenos" y "malos".
<i>Absorción nutrientes a nivel intestinal</i>	Animación sin audio. En una parte de la animación aparecen subtítulos en portugués (agente distractor)	Absorción de nutrientes a nivel intestinal - Relación Digestivo-	Existencia de sangre roja y azul.	Relación Sist. Digestivo - Circulatorio. Por el torrente sanguíneo viajan, disueltas en el plasma, vitaminas, grasas y ácidos

		Circulatorio		grasos, entre otros nutrientes.
<i>Intercambio a nivel celular</i>	Animación enriquecida con descripción textual en español.	Intercambio de gases y nutrientes a nivel celular	No se registraron. Aunque no se guarda una relación real entre las células, los capilares y otros vasos. Asimismo, el cambio de color no es tan abrupto	Color de sangre cambia de rojo claro a oscuro. No hay contacto entre capilares y células. A nivel celular, la sangre no abandona los capilares. En el intercambio influyen la velocidad, la presión y la concentración de solutos

Alfonso Aguilar

U.N. Comahue

Argentina

alfonso.a@live.com

Andrés Raviolo

U.N. Río Negro - U.N. Comahue

Argentina

araviolo@bariloche.com.ar

Paula Ramírez

U.N. Comahue

Argentina

paularamirez@bariloche.com.ar