



ARTÍCULO



María del Carmen Corella Gutiérrez
Universidad Técnica Nacional, Costa Rica
mcorella@utn.ac.cr
<https://orcid.org/0000-0003-3518-9221> 



Joseph David Rojas Solís
Universidad Técnica Nacional, Costa Rica
jdrojas@utn.ac.cr
<https://orcid.org/0000-0002-0420-3919> 

Análisis de la viabilidad del uso de herramientas tecnológicas para enseñanza de las Ciencias Básicas en la Universidad Técnica Nacional, Sede Regional de San Carlos

Analysis of the viability of the use of technological tools for teaching Basic Sciences at the Universidad Técnica Nacional, San Carlos Regional Office

Resumen

El artículo tiene como objetivo exponer la experiencia y los datos obtenidos al utilizar algunas herramientas tecnológicas, con especial énfasis en aplicaciones de Realidad Aumentada (AR), realizando un contraste respecto a la forma

ARTÍCULO

tradicional en cómo se han desarrollado prácticas de laboratorio en la Universidad Técnica Nacional Sede Regional de San Carlos, en el campo de las Ciencias Básicas.

Además, se mostrarán datos como la diferencia en las notas obtenidas, según un examen corto aplicado tanto al grupo de control como al grupo experimental, asimismo, información acerca de las aplicaciones empleadas, y la perspectiva que tuvieron los estudiantes al utilizar este tipo de tecnología.

Palabras claves: Ciencias, Biología, Física, enseñanza, tecnología, Realidad Aumentada.

Abstract

The following article aims to expose the experience and the information collected using some technological tools, with special emphasis on Augmented Reality applications, (RA), contrasting with the traditional way to carry out laboratory practices in the field of Basic Sciences of the Universidad Técnica Nacional, Regional Headquarters of San Carlos.

This article will show the difference in the score obtained according to a short exam applied to the control group versus the experimental group, besides providing information about de Apps used and students' perspective about work with these technologies.

Keywords: Science, Biology, Physics, teaching, technology, Augmented Reality.

Introducción:

La revolución 4.0 ha traído consigo una incontable variedad de avances tecnológicos en todas las áreas, como consecuencia positiva el acceso a estas

ARTÍCULO

tecnologías se hace cada vez más fácil de alcanzar, en el ámbito de la educación cada día son más las instituciones que se suman al uso de diversas herramientas tecnológicas para apoyar o desarrollar todos sus procesos, la situación actual de la pandemia generada por el Covid 19 ha fortalecido la idea que debemos apoyarnos en estos recursos.

El uso de las Apps desde un dispositivo móvil, como lo son los teléfonos inteligentes y las tabletas electrónicas, puede ser de gran utilidad en el proceso de la enseñanza y el aprendizaje, ya que su uso se puede realizar tanto en el salón de clase como en sus respectivos hogares o lugares donde se encuentren, ayudando a una mejor asimilación de los conceptos y ejercicios prácticos.

Por consiguiente, el objetivo de este artículo basado en una investigación es exponer los resultados y experiencia obtenida durante distintos cuatrimestres desde el 2019, en las materias de laboratorio de Biología y Física II en la Universidad Técnica Nacional, Sede Regional de San Carlos. También, la oferta de estos dos cursos se ha beneficiado en la situación actual, puesto que estas aplicaciones resultan de gran ayuda para el aprendizaje remoto.

En virtud de lo anterior, se presentarán las bases teóricas, metodología aplicada, explicación de las aplicaciones utilizadas, los resultados y la experiencia obtenida, así como las conclusiones alcanzadas. Ahora bien, este es un avance de la investigación, puesto que se deben seguir recopilando resultados, además seguir ampliando el uso de herramientas tecnológicas en otras prácticas de laboratorios.

ARTÍCULO

Reflexión

En los últimos años, el desarrollo de la ciencia y la tecnología, han permitido que se transforme el modo de percibir el mundo. Dándole a la enseñanza de las Ciencias Naturales un rol fundamental en la adquisición de las capacidades investigativas. Lo anterior, sin dejar de lado que la enseñanza de las Ciencias Naturales (Biología, Química y Física), evoluciona con el proceso de desarrollo y maduración de los estudiantes, dotándolos de herramientas necesarias para poder operar en la realidad, conociéndola y transformándola (Tacc, 2010).

Con una adecuada enseñanza de las Ciencias Básicas tenemos la oportunidad de aportar a la alfabetización científica, que implica “dar sentido al mundo que nos rodea” (Pozo y Gómez, pp6 1998). Esto implica que no es un aprendizaje para algún tipo de evaluación, sino que favorece las maneras de pensar, para que todos participen con éxito del mundo cotidiano (Ravanal Moreno, López-Cortés et al., 2018). Si a lo anterior le sumamos algún esfuerzo para disminuir la brecha digital, entendida como un sistema complejo y multidimensional, que sufre procesos de evolución y adaptación en su conceptualización, estaríamos trabajando al menos dos competencias indispensables para el mundo laboral del siglo XXI (Sepúlveda López y Ramírez Castañeda, 2018).

Tradicionalmente, la enseñanza de la Biología, así como de otras ciencias básicas, se ha apoyado en laboratorios prácticos, como una estrategia para mejorar la comprensión de los planteamientos científicos, facilitar la construcción del conocimiento y generar actitudes positivas hacia la ciencia en general (Amórtegui, Gavidia Catalán et al., 2016). Sin embargo, la falta de equipo y el costo de ciertos reactivos dificulta el desarrollo adecuado de todas las prácticas de laboratorio.

ARTÍCULO

En este sentido, los sistemas educativos universitarios están buscando e incorporando alternativas y propuestas para la enseñanza, utilizando internet y nuevas herramientas que acerquen a los estudiantes de una forma sencilla, lúdica y pertinente a los contenidos curriculares. Siendo de esta manera la Realidad Aumentada (RA), una de las herramientas con mayor aceptación en la actualidad (Cabero-Almenara, Vázquez-Cano *et al.*, 2018).

La RA facilita la creación de contenidos que se pueden mostrar a los estudiantes, con características de interactividad y tridimensionalidad, también permite la visualización de elementos del mundo real combinados o aumentados con elementos desde una computadora. Además, mediante su uso perciben mejorar en el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como las competencias tecnológicas tanto de alumnos como de docentes (Blas Padilla, Vázquez-Cano *et al.*, 2019).

Estas tendencias no dejan de representar un reto para las universidades, como lo es la adquisición de equipo e internet de calidad, así como la reestructuración de algunas mallas curriculares, alrededor de las competencias profesionales necesarias para la actualidad.

Para la siguiente investigación se reunió la académica de Ciencias Básicas, con un Asistente de Laboratorio de Informática, de la Sede Regional de San Carlos de la UTN, con la finalidad de buscar ideas innovadoras que se pudieran implementar en el uso de las prácticas de laboratorio del área de Ciencias Básicas, aprovechando una serie de recursos que la universidad poseía como los son las tabletas electrónicas, para tratar de solventar algunas deficiencias de reactivos y equipo que existe en el área.

ARTÍCULO

Así, como primer paso, se definió comenzar con la asignatura de Laboratorio de Biología, específicamente, en las prácticas que corresponden al experimento de Organelas y División Mitótica y Meiótica. Estas prácticas fueron elegidas, porque no se cuentan con los reactivos y equipos necesarios para obtener y observar los resultados deseados, según el Manual de Laboratorio de Biología, aprobado por la Universidad Técnica Nacional.

Una de las razones por las que se eligió el Laboratorio de Biología, es porque se abrieron dos grupos similares de esta asignatura, lo cual permite tratar uno de los grupos como control y aplicar la estrategia didáctica en el otro. Cabe destacar que para evaluar los resultados a los dos grupos se les ejecutó el mismo quiz al final de la clase, utilizando la aplicación llamada Socrative.

Posteriormente, se realizó una búsqueda y prueba de diferentes aplicaciones que se pudieran utilizar en los laboratorios mencionados. Las aplicaciones seleccionadas para el desarrollo de las prácticas del Laboratorio de Biología fueron Quiver y División Mitótica en 3D, ambas de Realidad Aumentada.

En el caso de los laboratorios de Física se conversó con uno de los docentes para utilizar tecnología en algunas prácticas, que él considerara que fuese necesario, en este caso se determinó que en el tema de la Ley de Ohm, circuitos en serie y circuitos en paralelo, se podrían utilizar aplicaciones por medio de las tabletas electrónicas para acompañar el aprendizaje de los estudiantes, posterior a una búsqueda y descarte, se decidió utilizar la App llamada Electroid, en su versión gratuita, ya que puede ser empleada tanto para consultar información como de apoyo para resolver problemas prácticos.

ARTÍCULO

Desde el 2018 se procuró que la Subárea de Ciencias Básicas, esté apegada al Modelo Educativo de la Universidad Técnica Nacional de Costa Rica, el cual (Universidad Técnica Nacional, 2016), lo cual da prioridad a la necesidad de plantear estrategias y prácticas pedagógicas centradas en el aprendizaje, así como una gestión de formación en la que las habilidades sociales se complementan con las destrezas y conocimientos específicos.

Esto tomando en cuenta que la Subárea alberga ciencias como Biología, Física y Química con sus respectivos laboratorios, en donde la innovación es indispensable para la formación de las ingenierías que oferta esta universidad, y un eje transversal en el modelo educativo institucional.

Los resultados que se han obtenido han sido prometedores en el primer experimento realizado para la asignatura CB-002, Laboratorio de Biología General se pueden observar las diferencias entre el promedio del examen corto ejecutado, tanto para los que realizaron el laboratorio de la forma tradicional, como en los que se utilizó la RA de acuerdo con la gráfica N.º 1.

De esta forma, el promedio del examen corto en el grupo con RA tiene 11,4 puntos por encima, del promedio del grupo tradicional, es decir, el primer grupo y de 15,8 para el segundo. Vale la pena ratificar, que se aplicó exactamente el mismo examen corto en los 3 grupos, al final del laboratorio, utilizando la misma herramienta y concediendo el mismo tiempo para la ejecución.

ARTÍCULO

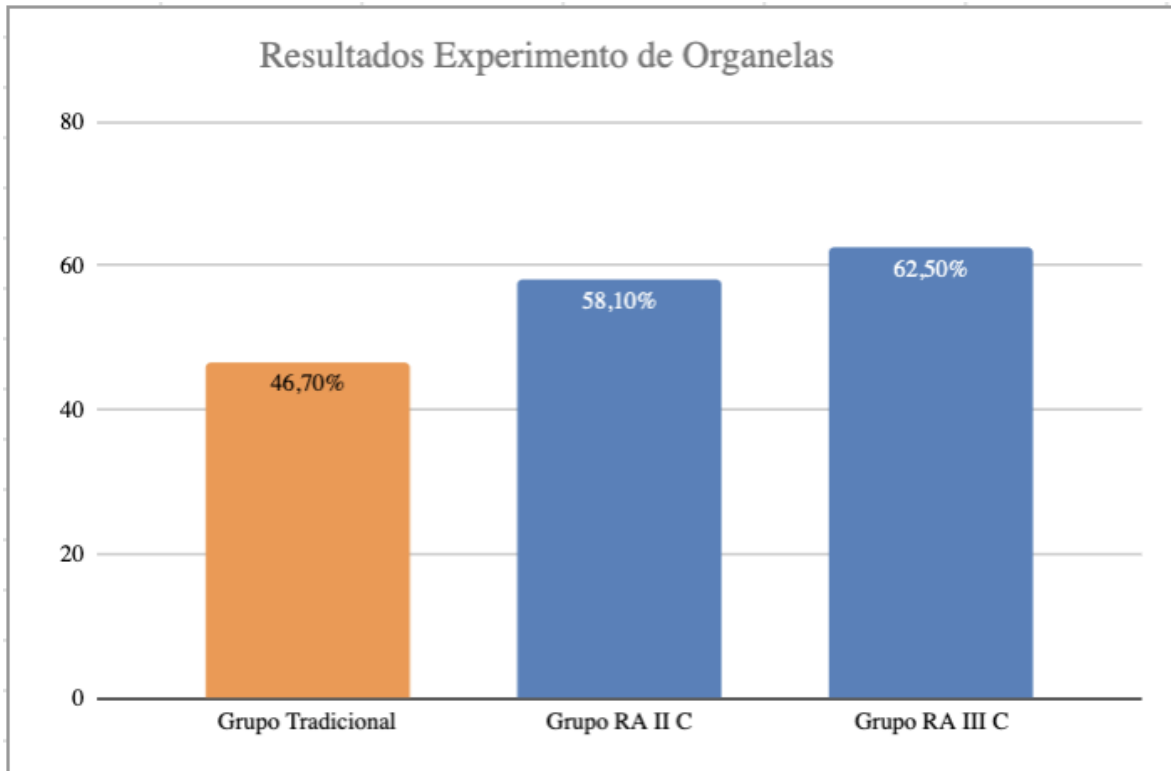


Figura 1. Gráfico comparativo de resultados entre 1 grupo realizando la práctica de laboratorio de Organelas de forma tradicional y 2 grupos realizando la práctica utilizando RA. Fuente: elaboración propia, 2020.

En cuanto al experimento 2, donde también se les aplicó a los 3 grupos la misma prueba corta al final, con 10 preguntas, la diferencia entre el grupo experimental y el grupo control fue de 31,1 puntos y la diferencia entre el grupo de control y segundo grupo en utilizar RA fue de 41,6 puntos, presentando el promedio mayor los grupos que utilizaron RA, tal y como se ilustra en la gráfica 2.

Otro hallazgo en la segunda ocasión en la que se utilizó RA, que vale la pena destacar, fue que los estudiantes mostraron mucha más confianza a la hora de utilizar las tabletas e ingresar a la aplicación para realizar todas las actividades programadas.

ARTÍCULO

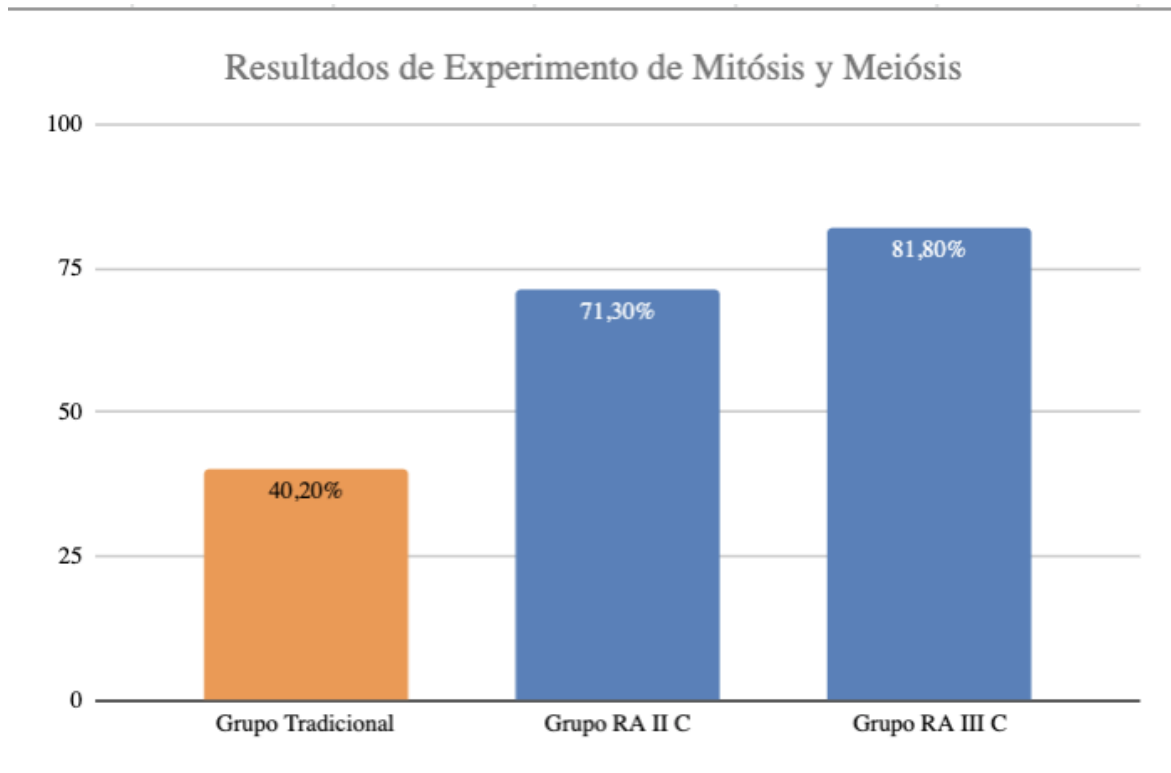


Figura 2. Gráfico comparativo de resultados entre 1 grupo realizando la práctica de laboratorio de Mitosis y Meiosis de forma tradicional y 2 grupos realizando la práctica utilizando RA. Fuente: elaboración propia, 2020.

En la encuesta de opinión, sobre la utilización de RA, aplicada a los estudiantes que tuvieron la oportunidad de manipularla, se obtuvo un 100 % de satisfacción en cuanto a su uso. Igualmente, el 100 % de los encuestados manifestaron que les pareció que la tecnología era de fácil manipulación y accesible.

En cuanto a su opinión sobre el aporte de la herramienta, consideraron que mejoraba la comprensión de los conceptos vistos en clase, también, la totalidad de la muestra encuestada asegura que sí era útil para este fin y que les gustaría que fuera utilizada en otras asignaturas y laboratorios.

Por otra parte, solamente el 17,6 % de los encuestados, manifestó que han tenido algún tipo de acercamiento con las herramientas empleadas con fines académicos, lo que se expresa en el gráfico 3, ya que para el 82,4 % de la

ARTÍCULO

muestra, representó un primer acercamiento a la Realidad Aumentada. Esto, nos da una idea del tipo de población estudiantil que atiende la UTN, Sede de San Carlos y su vínculo con este tipo de herramientas y tecnologías.

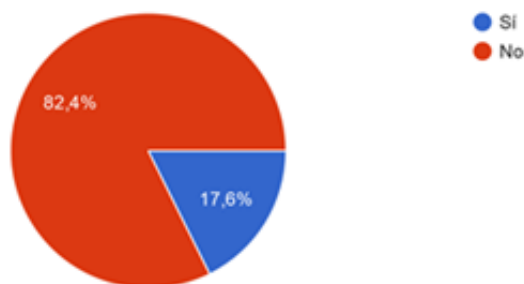


Figura 3. Gráfico de representación de los estudiantes que han tenido algún tipo de experiencia previa utilizando una tecnología similar al RA.

Fuente: elaboración propia, 2020.

A nivel de Física se realizó un acompañamiento para las prácticas del Laboratorio de Circuitos Eléctricos, con el fin de apoyar cálculos de resistencias, voltajes, corrientes en circuitos en serie y paralelos, utilizando la App Electrodroid con las tabletas, también se desarrollaron los experimentos citados anteriormente. Cabe destacar, que no se realizaron cuantificaciones de resultados respecto a exámenes cortos.

Conclusiones

Metodológicamente, se continúa la planificación en mejoras de acuerdo con los primeros hallazgos encontrados, y para la implementación de estas herramientas en los laboratorios de Química, tanto en del I así como en el II, siempre apegados al Modelo Educativo institucional.

ARTÍCULO

Los datos obtenidos, tanto en el primer experimento como el segundo de Biología, reflejan un mejor promedio en el examen corto, por parte de los grupos que utilizaron Realidad Aumentada para reforzar el desarrollo de la clase, esto se debe a los siguientes aspectos:

- Mejorar la comprensión de los temas estudiados, producto del apoyo de una herramienta visual. De esta forma, cualquier aspecto que no se logró con el desarrollo habitual de la práctica, se clarificó con la utilización del RA.
- Desarrollar una experiencia de aprendizaje nueva para la mayoría de los estudiantes, que estuvo enfocada en la herramienta digital, lo cual evitó la distracción de utilizar el celular.

La confianza de los estudiantes para manipular no solo la tecnología de RA, sino el uso de aparatos tecnológicos, como las tabletas electrónicas incrementó notablemente, según la percepción de los autores. Dicha situación propicia la disminución de la brecha digital y empodera a los aprendientes, ambas de particular importancia, al tratarse de personas provenientes de zonas muy rurales.

El nivel de satisfacción entre los estudiantes es alto, a pesar de que para muchos representó su primer acercamiento a una tableta electrónica, pero no se sintieron intimidados, al contrario, están dispuestos a seguir trabajando con herramientas similares. Se visualiza que la resistencia por parte de los estudiantes para la implementación de estas App en las clases llegaría a ser muy baja o hasta nula. A sabiendas de que se debe aumentar la muestra para las pruebas estadísticas, se insta a seguir utilizando herramientas de este tipo en las prácticas de laboratorio, no solamente en la asignatura de Biología General, sino realizar una valoración para ampliarla tanto a Física como a Química. Proceso que fue iniciado en la Sede Regional de San Carlos de la Universidad Técnica Nacional.

ARTÍCULO

Adicionalmente, las nuevas tendencias en diversos ámbitos nos indican que el mundo está cada vez más digitalizado, con más nativos digitales que ingresan a los diferentes sistemas educativos, los cuales deben adaptarse para realizar un cambio paulatino e ir implementando tecnología en los diversos procesos de la educación.

A pesar de que la implementación de dichas herramientas inició mucho antes de la actual pandemia, el conocimiento, manejo y experiencias con ellas resultaron fundamentales en momentos de la virtualidad, ahorrando tiempo y propiciando comodidad a quienes ya las han trabajado.

Dentro del Modelo Educativo de la Universidad Técnica Nacional, también se encuentra el eje transversal de ambiente, en el cual se trabaja con esta herramienta, de tal manera que se reduce el uso de papel en las prácticas de laboratorio, al tiempo que se exploran herramientas para dar color a las distintas estructuras. Además, dichas herramientas pedagógicas, permiten trabajar temas específicos de cada área, sin dejar de lado los ejes transversales de la UTN, presentes en el Modelo Educativo.

Referencias

TACCA, D. (2010). La enseñanza de la Ciencias Naturales en la Educación. *Investigación Educativa*, **14**(26), pp. 139-152.

POZO, J. y GÓMEZ, M. (1998). *Aprender y enseñar Ciencias Básicas: Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. España: Ediciones Morata, pp 6.

RAVANAL MORENO, E, LÓPEZ-CORTÉS, F y RODRÍGUEZ MORENO, L. (2018). Creencias de profesores chilenos de biología sobre la preparación de la

ARTÍCULO

enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, **15**(3), pp. 630101-630116.

SEPÚLVEDA LÓPEZ, J. y RAMÍREZ CASTAÑEDA, L. (2018). Brecha digital e inclusión digital: fenómenos socio – tecnológicos. *Revista EIA*, **15**(30).

AMÓRTEGUI, E., GAVIDIA CATALÁN, V. y MAYORAL, O., (2016). *Las prácticas de campo en la enseñanza de la biología y la formación docente: estado actual de conocimiento*. (Número Extraordinario), pp.2.

CABERO-ALMENARA, J., VÁZQUEZ-CANO, E. y LÓPEZ-MENESES, E. (2018). Uso de la Realidad Aumentada como Recurso Didáctico en la Enseñanza Universitaria. *Formación universitaria*, **11**(1), pp. 25-34.

BLAS PADILLA, D., VÁZQUEZ-CANO, E., MORALES CEVALLOS, M.B. y LÓPEZ MENESES, E. (2019). Uso de apps de realidad aumentada en las aulas universitarias. *Campus Virtuales*, **8**(1), pp. 37-48.

Universidad Técnica Nacional. (2016). Modelo Educativo de la Universidad Técnica Nacional de Costa Rica. <https://www.utn.ac.cr/sites/default/files/attachments/Modelo%20Educativo%2C%20aprobado%20por%20CU%20con%20vinculacio%CC%81n%20definitivo%20co pia%281%29.pdf>

Anexos:

Anexo 1. Información referente a la aplicación Quiver.

Es una aplicación creada por la compañía QuiverVision, está enfocada en el desarrollo de aplicaciones de RA y Quiver es su principal producto, el mismo está disponible tanto para iOS y Android, posee una versión gratuita.

Esta App se utilizó en el desarrollo de la práctica de laboratorio referente a organelas, los pasos a seguir fueron:



Figura N.º 1. Logotipo de la App Quiver.

ARTÍCULO

Descargar los PDF que se necesitaban para la práctica del laboratorio, disponibles en el sitio web <http://www.quivervision.com>.

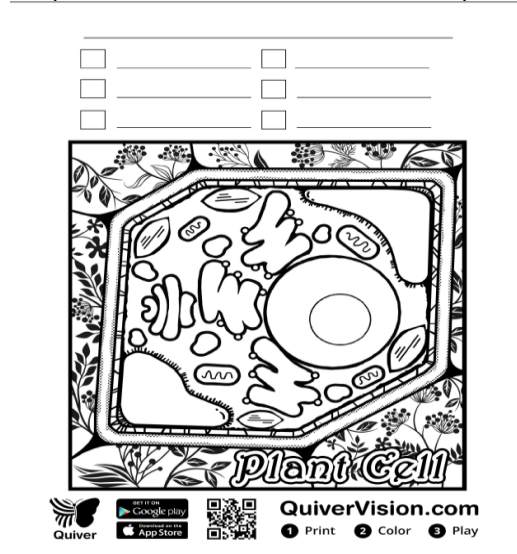


Figura N.º 2 PDF de una célula vegetal.

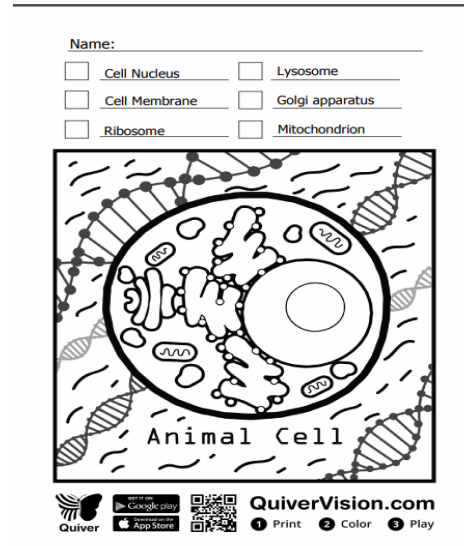


Figura N.º 3 PDF de una célula animal.

Una vez que se tengan impresas los PDF se colorean las plantillas descargadas.



Figura N.º4 PDF coloreado.

Se inicia la APP, seleccionamos la opción de escanear la plantilla y enfocamos la cámara.

ARTÍCULO



Figura N.º5 Interfaz de la App.



Figura N.º6 Estudiantes utilizando la App.



Figura N.º7 Estudiantes utilizando la App.

ARTÍCULO

Anexo 2. Información referente a la aplicación División Mitótica 3D.

Esta App fue utilizada en la práctica de laboratorio correspondiente a Mitosis y Meiosis, es gratuita, disponible para iOS y Android, fue diseñado por un equipo académico del Departamento de Biología de la Universidad de La Serena en Chile, esta aplicación junto con la imagen de RA posee una vista de microscopio, según la fase que se esté observando en ese momento.



Figura N.º8. Logo de la aplicación División Mitótica 3D.

Debemos descargar la guía de instrucciones correspondiente e imprimir la hoja que contiene las figuras con las cuales se debe de armar el cubo.

http://biologia.userena.cl/images/pdf/DIVISION_CELULAR_MITOTICA_3D.pdf

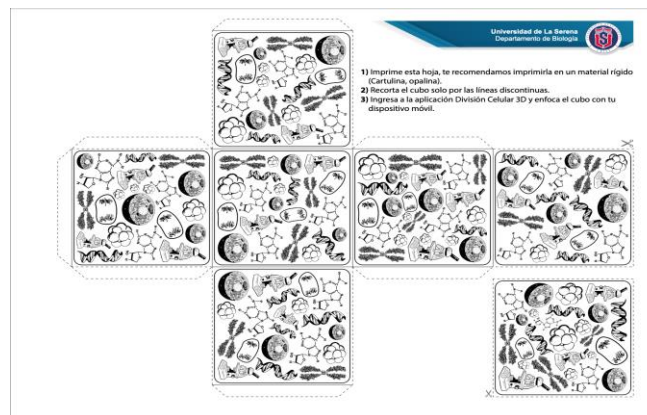


Figura N.º9. PDF de las fases de la célula.

Se recorta con cuidado la figura con la que se debe armar el cubo, la otra figura no forma parte del cubo, pero de igual forma representa un cromosoma.



Figura N.º10. Recorte del PDF de las fases de la célula.

ARTÍCULO

Se arma el cubo.



Figura N.º11. Armado del cubo.

Figura N.º12. Armado del cubo.

Iniciamos la App.



Figura N.º13. Interfaz de la App.

Enfocamos las diferentes caras del cubo, así como la figura adicional.



Figura N.º14. Vista tridimensional de un cromosoma homólogo.

ARTÍCULO



Figura N.º15. Representación de la telofase de la mitosis.

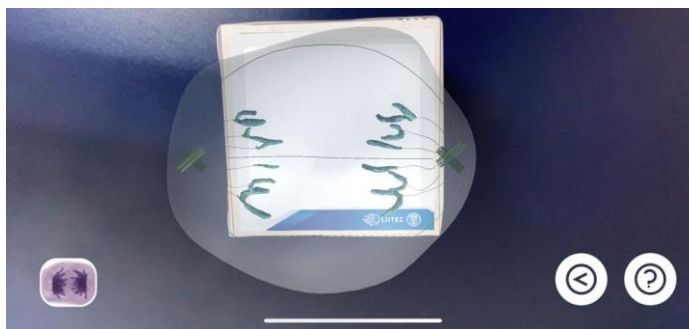


Figura N.º16. Representación de la anafase de la mitosis.

Anexo 3. Información referente a la aplicación ElectroDroid.

Esta aplicación posee dos versiones una de paga, la cual ofrece una serie de características adicionales en comparación a la versión gratuita, además libre de publicidad, está disponible tanto para iOS (solo versión de paga) como para Android.



Figura N.º17. Logotipo de ElectroDroid.

ARTÍCULO

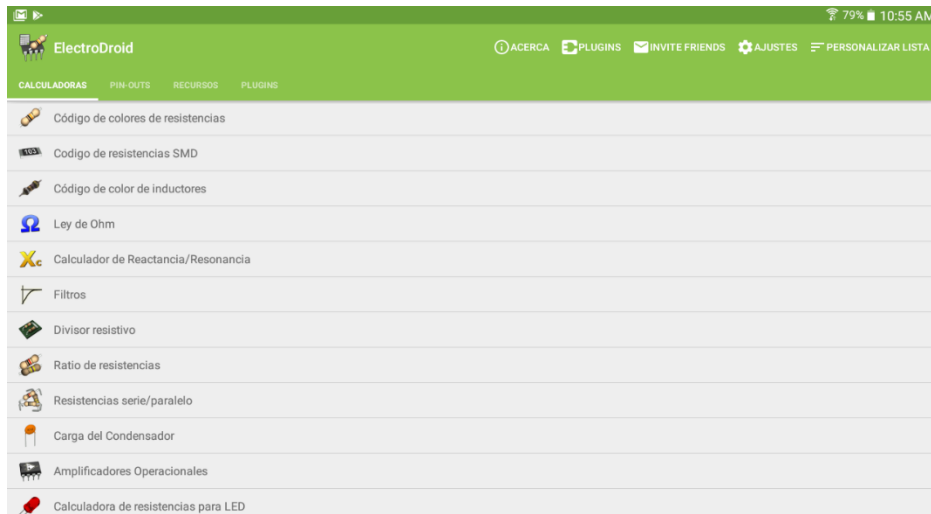


Figura N.º18. Interfaz de ElectroDroid.

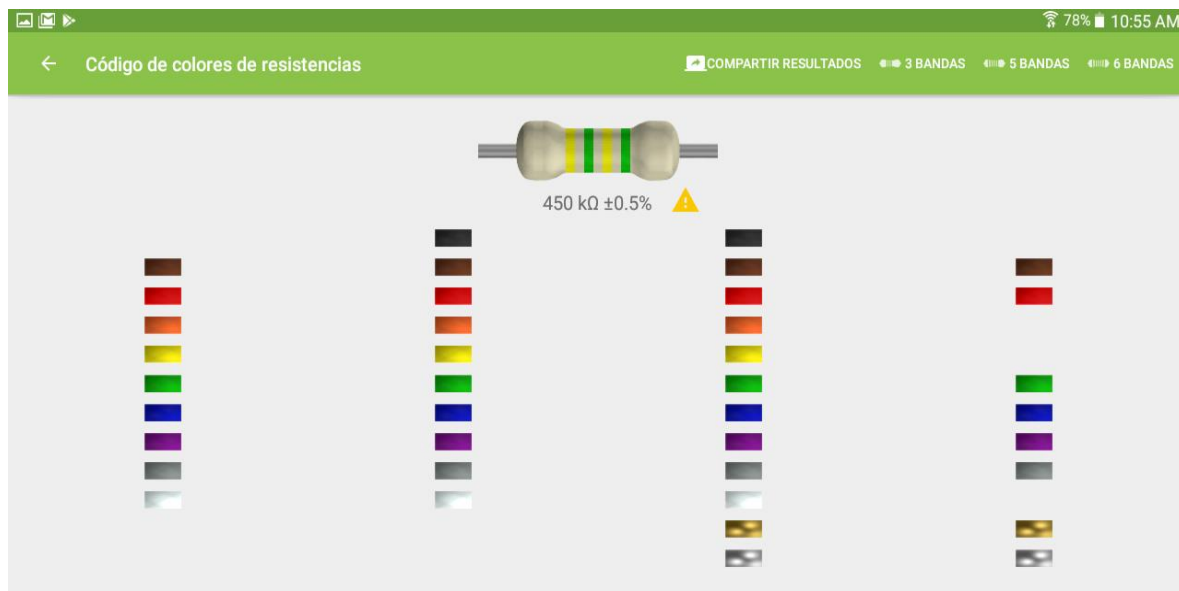


Figura N.º19. Módulo para calcular el valor de resistencias.

ARTÍCULO

The screenshot shows a mobile application interface with a green header. The title is "Resistencias serie/paralelo". On the right, there are links for "f(x) INFORMACIÓN Y FÓRMULAS" and "COMPARTIR RESULTADOS". The main content area has a light gray background with the instruction "Buscar el valor de resistencias estándares y calcular el valor de resistencias en serie y paralelo". Below this, there are input fields: "Introducir el valor deseado" with a value of "R 191.247 Ω", "Usar resistencias del estándar:" with a dropdown menu set to "E24 (5%)", and "Valor más cercano en el estándar:" with a result of "R = 200 Ω (Error=4.58%)". On the left, there is a circuit diagram showing two resistors in series, with values "91 Ω" and "100 Ω" in green boxes. Below the diagram, it says "Total: 191 Ω (Error=-0.13%)". On the right, there is another circuit diagram showing two resistors in parallel, with values "4.37 kΩ" and "200 Ω" in green boxes. Below the diagram, it says "Total: 191.25 Ω (Error=0%)". At the bottom left, there is a "Bloquear valor:" field. At the bottom right, there is a dropdown menu set to "Ninguno".

Figura N.º 20. Módulo para calcular el valor de resistencias en serie y paralelo.

The screenshot shows a mobile application interface with a green header. The title is "Ley de Ohm". On the right, there are links for "f(x) INFORMACIÓN Y FÓRMULAS" and "COMPARTIR RESULTADOS". The main content area has a light gray background. In the center, there is a circuit diagram showing a voltage source "V 12 V", a current "I 1 A", and a resistor "R 12 Ω". Below the diagram, there is a text prompt "La potencia disipada por la resistencia es:" followed by a green box containing "Potencia 12 W". At the bottom, there are input fields: "Usar resistencias del estándar:" with a dropdown menu set to "E6", and "Valor más cercano en el estándar:" with a result of "R = 10 Ω (Error=-16.67%)". To the right of this result is a green button labeled "Asignar este valor".

Figura N.º 21. Módulo para calcular valores de la Ley de Ohm.