

## **Implementación de la Realidad Aumentada a través de dispositivos móviles en el diseño de estrategias didácticas para la Biología, Química y Física en la enseñanza secundaria**

Marco Vinicio López Gamboa  
Universidad de Costa Rica  
marcovinicio.lopez@ucr.ac.cr

**Línea temática:** STEM y didáctica de las ciencias naturales

**Modalidad:** Comunicación oral (modalidad 1)

### **Resumen**

El uso de dispositivos móviles en la educación siempre ha dado de que hablar ya que estos dispositivos son asociados con el ocio y entretenimiento. A pesar de que en los últimos años se demostrado su utilidad como recursos didácticos y el surgimiento del “aprendizaje móvil” o “*m-learning*”; docentes, funcionarios administrativos y padres de familias siguen escépticos de la utilización de este tipo de dispositivos en el contexto de clase.

El presente artículo expone la versatilidad que tienen los dispositivos móviles como herramientas para los procesos de enseñanza y aprendizaje, utilizando como recurso principal apps basadas en Realidad Aumentada, mostrando tres estrategias didácticas para la enseñanza de la Biología, Química y Física en la enseñanza secundaria obligatoria de Costa Rica.

**Palabras clave:** realidad aumentada, makers, markerless, overlays y dispositivos móviles

### **Objetivos**

- Integrar el uso de dispositivos móviles en el contexto de clase a través del uso de app enfocadas en realidad aumentada.
- Mostrar herramientas de realidad aumentada que puedan usarse en la enseñanza de la Biología, Química y Física.
- Compartir estrategias didácticas para la enseñanza de la Biología, Química y Física. enfocadas en el uso de la realidad aumentada.

### **Marco Teórico**

En la actualidad el uso de los dispositivos móviles en el aula ha sido un tema de debate, sobre si es conveniente o no su uso el salón de clases, ya que estos dispositivos son más asociados con el entretenimiento y ocio que, como herramientas para gestionar aprendizajes, Solano (2013) agrega:

*“No obstante se ve, el teléfono celular como un instrumento de ocio, de distracción y de comunicación, el cual se puede convertir en una herramienta de trabajo, pero antes, se debe luchar con los Reglamentos y Normativas Internas de los centros que prohíben su uso en clase y vivir, a veces, un contrasentido”.*

Complementando lo anterior, se tiene al “aprendizaje móvil” o “*m-learning*” que como plantea Basantes, Naranjo, Gallegos y Benítez (2017) al citar a Ramírez (2009), este aprendizaje se interpreta como una oportunidad más para seguir aprendiendo con dispositivos móviles, generalmente en un marco de referencia educativo diferente al de un salón de clase y un profesor, Ramírez (2009) destaca:

*“La motivación para aprender juega un rol fundamental en cualquier campo de estudio; y el uso de los dispositivos móviles, bien concebido es una contribución importante a la motivación por el aprendizaje en los nuevos tiempos”.*

Con lo anterior, no cabe duda que los dispositivos móviles, pueden ser un recurso didáctico importante en el desarrollo no solo de clases de Ciencias Naturales, sino, de cualquier otra asignatura. Asimismo, con la llegada de la pandemia asociada al COVID-19, se han vuelto en un recurso fundamental en los procesos de enseñanza y aprendizaje, siempre y cuando se aplique con una buena gestión y análisis de contexto, es decir, no usar celulares o tablet’s solo porque sí, se deben seleccionar y estudiar que contenidos se van a desarrollar y/o complementar con el uso de estas herramientas, las apps a utilizar, así como también, considerar detalles técnicos como los siguientes:

- Sistemas operativos (Android o iOS).
- Si son gratuitas o no (preferiblemente que sean gratuitas).
- Si requieren o no de conexión a internet.
- La cantidad de dispositivos móviles con lo que cuenta la institución o si la mayoría de los estudiantes tienen.

Sobre todo, en la última, para evitar que uso de estos dispositivos se convierta algo discriminatorio o que limite el aprendizaje equitativo de los dicentes, si se contará con pocos aparatos móviles o fueran pocos los estudiantes que tuvieran celulares, lo ideal es pensar en actividades grupales, para así además fomentar habilidades del siglo XXI que están muy ligadas a la educación STEM/STEAM, como lo son:

- Trabajo en equipo.
- Comunicación.
- Manejo de información.
- Alfabetización digital.
- Entre otras.

Con los dispositivos móviles se puede hacer uso de lo que se conoce como “laboratorios virtuales”, ya que trae muchas ventajas como:

- Ahorro en espacio físico y en instrumental de laboratorio, reactivos, etc.
- Disponibilidad de recursos académico 24/7.
- Preparación previa por medio de estos, para luego utilizar instrumentación real.
- Entre otras.

Un laboratorio virtual como mencionan Sanz y Martínez (2005) es una simulación de la realidad (es decir, de un experimento de laboratorio) usando los patrones descubiertos por la ciencia. Y una excelente herramienta son las simulaciones PhET que se pueden utilizar desde dispositivos móviles tanto en sistemas operativos Android como iOS, es decir es una app multiplataforma, y están a un bajo precio, como dato curioso en Android hay una versión gratuita, en este artículo no se comentará el detalle de porque es gratuita, se deja la libre elección del lector a utilizar cualquiera de las tres opciones mencionadas, o bien, se puede hacer uso de a estas desde su página web “<https://phet.colorado.edu/es/>” a través de los dispositivos móviles y/o computadoras.

En cuanto a la Realidad Aumentada (RA), Ruiz (2013) la define como una tecnología derivada de la realidad virtual que, a diferencia de ésta, no consiste en generar un entorno virtual separado de la realidad, sino que se caracteriza por insertar objetos o gráficos virtuales en un entorno real. Aquí el individuo no que inmerso en un mundo virtual, sino que mejora “aumenta” el espacio que le rodea con elementos generados por ordenador que complementan la realidad. Además, Cascales (2015) resalta que hay varias formas de reconocimiento de elementos de RA que son las siguientes:

- **Markers:** son unas imágenes en blanco y negro, generalmente cuadradas, con dibujos sencillos y asimétricos.
- **Markerless:** representa una evolución de los marcadores y puede ser válido cualquier dibujo o fotografía para activar la aplicación de RA.
- **Natural feature tracking:** consiste en reconocer determinados objetos, realizando el análisis de la imagen e identificando puntos en una secuencia.

Y una manera de visualizar la RA es por medio de dispositivos portátiles o de mano como lo resalta Ruiz (2013):

*“...Handheld Displays (HD)” constan de una cámara integrada capaz de capturar imágenes de vídeo en tiempo real del entorno circundante a las que se le superponen las imágenes o gráficos virtuales antes de ser mostradas en la pantalla, en este grupo se incluyen a las tablets, ipads, ultrabooks y por supuesto a los smartphones.*

Las actividades didácticas que se van a exponer más adelante se basarán sobre todo en las formas de reconocimiento tipo “markers” y “markerless”, visualizadas por medio del “Handheld Displays” y los productos que se van a observar reciben el nombre de “overlays” que son objetos superpuestos a los objetos reales.

La incorporación de este tipo de herramientas digitales en el contexto educativo, esta también vinculado, con el Conocimiento Tecnológico Didáctico del Contenido (CTDC), que se relaciona con integración de la tecnología con los respectivos conocimientos del contenido y de la didáctica (Mishra & Koehler, 2006). De ahí que, los profesores desarrollan no solo un saber del área de la disciplina que enseñan, sino, de los recursos tecnológicos, que buscan y seleccionan, para implementar en sus clases. Asimismo, potenciando su alfabetización digital como la de sus estudiantes, por medio del uso de recursos digitales de este tipo. Además, fundamentarse en el conectivismo de Siemens (2005), bajo el principio de que el aprendizaje puede residir en dispositivos no humanos, en este caso, a través del uso de apps de RA.

## Estrategias didácticas propuestas

A continuación, se van a presentar tres estrategias didácticas en el contexto de enseñanza secundaria obligatoria de Costa Rica, cuyos contenidos están basados en los programas de estudio del Ministerio de Educación Pública, utilizando apps de Realidad Aumentada (RA).

Para estas actividades se van a requerir los siguientes elementos:

- Dispositivos móviles (smartphones y/o tablet's).
- App de escáner de códigos QR (se encuentran gratuitas tanto en Android como iOS) que usará en la actividad de Física.
- Conexión a internet en el caso de la simulación PhET que usará en la actividad de Física.
- App Quiver para actividad de Biología (se encuentra gratuita tanto en Android como iOS). Los marcadores para utilizar se pueden descargar en: <http://www.quivervision.com/coloring-packs/#education-starter-pack>
- App RappChemistry para actividad de Química (se encuentra gratuita y que está disponible solo en Android). Los marcadores para utilizar se pueden descargar en: [https://www.academia.edu/37504700/Qu%C3%A9\\_es\\_RApp\\_Chemistry](https://www.academia.edu/37504700/Qu%C3%A9_es_RApp_Chemistry)

Se recomienda que las estrategias se desarrollen de forma grupal con un máximo de 3 estudiantes, pueden ser individuales, eso queda en función del contexto del grupo e institución en el que se vayan a desarrollar.

La primera estrategia didáctica es fundamentada en un contenido de Biología como lo es la célula animal y vegetal como se detalla en la tabla 1, se utilizará el app Quiver, utilizando la forma de reconocimiento tipo “markerless”.

Tabla 1

*Extracto de contenido de Ciencias, sección de Biología para el nivel de séptimo de año*

Nivel	Eje temático	Criterio de evaluación
Séptimo año de la Educación General Básica.	I. Los seres vivos en entornos saludables, como resultado de la interacción de aspectos biofísicos, sociocultural es y ambientales.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Describir las características generales de la célula que la distinguen como la unidad estructural, funcional y reproductiva de los seres vivos.</li> <li>2. Explicar la diferenciación de las células procariontas, eucariotas, animal y vegetal y la relación con el aprovechamiento de los recursos disponibles en su entorno.</li> <li>3. Aprender la organización y el trabajo en conjunto de los componentes de las células eucariotas, para el manejo correcto de los residuos, que se producen al utilizar los recursos de su entorno.</li> </ol>

*Fuente:* Ministerio de Educación Pública. (2017).

La estrategia didáctica se expone en la siguiente figura:

**Visualizando a la célula animal y vegetal**

**Objetivos:**

- Visualizar las partes de la célula animal y vegetal a través de un modelo 3D.
- Reconocer las diferentes organelas celulares tanto de la célula animal como de la vegetal.

**Equipo:**

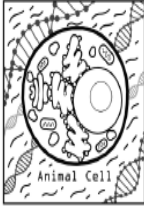
1 dispositivo móvil (smartphone o Tablet).

Lápices y/o crayones de colores.

**Procedimiento:**

**Célula animal**

1. Proceda a colorear las partes de la célula de la figura adjunta, seleccione los colores en función de lo estudiado en clase y lo expuesto en libros de texto.



*Animal Cell*

Figura 1. Marcador de la célula animal para activar la RA.

El profesor le dará una hoja con la figura 1 impresa más grande.


2. Utilice la APP Quiver instalada en su dispositivo móvil para escanear la figura 1 previamente coloreada.
3. Cuando le aparezca el objeto de RA (célula animal en 3D) proceda a contestar la trivia que se genera. Y proceda a llenar la siguiente tabla:

#	Aciertos (pone una X)	Fallos (pone una X)	Parte de la célula evaluada (escriba el nombre de la parte)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

4. Proceda a realizar un cuadro con las características de las organelas mostradas en la trivia.

*Célula vegetal*

5. Proceda a repetir los pasos 1 a 4 con el marcador de la figura 2:



*Plant Cell*

Figura 2. Marcador de la célula vegetal para activar la RA.

El profesor le dará una hoja con la figura 2 impresa más grande. Deberá llenar la tabla siguiente:

#	Aciertos (pone una X)	Fallos (pone una X)	Parte de la célula evaluada (escriba el nombre de la parte)
1			
2			
3			
4			
5			
6			

6. Basado en lo obtenido en las tablas 1 y 2, proceda a realizar un cuadro comparativo entre las dos células estudiadas, para posteriormente hacer una puesta en común con el resto de la clase.

Figura 1. Estrategia didáctica para desarrollar un contenido de Biología en la asignatura en Ciencias de séptimo año.

En la figura 2 se puede apreciar la forma en que los estudiantes utilizarán el dispositivo móvil, escaneando los marcadores dados con el dispositivo móvil y posteriormente realizando los pasos propuestos en la estrategia asignada expuesta en la figura anterior.

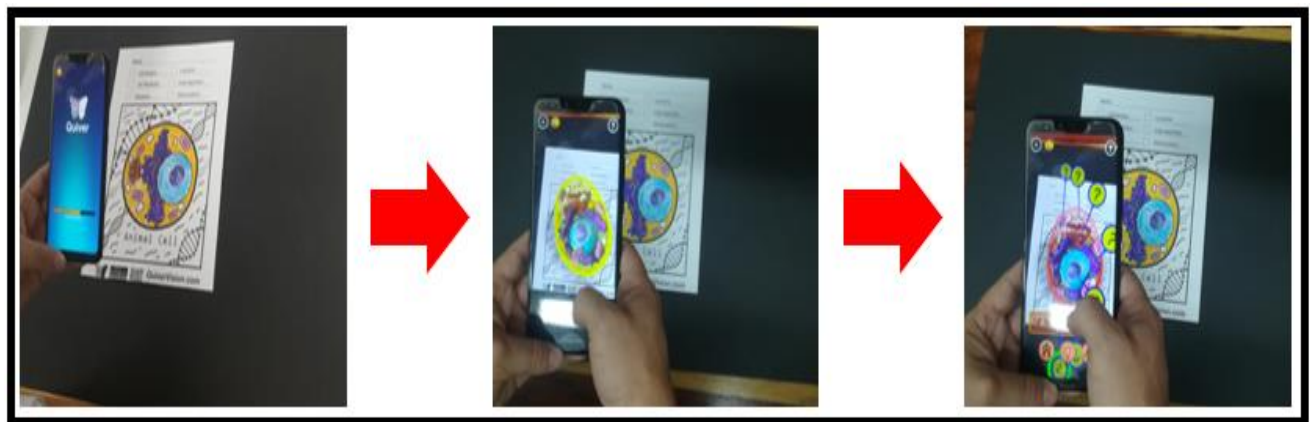


Figura 2. Forma en la que los estudiantes visualizarían la RA y desarrollarían las actividades propuestas en la estrategia didáctica de Biología.

Como se observa en la figura 2, el “overlay” que le va a aparecer a los estudiantes es un modelo tridimensional de la célula, en este caso del tipo animal, con los colores que haya utilizado en la actividad solicitada en la figura 1, además de una trivia sobre algunas de las organelas celulares.

La segunda estrategia didáctica para desarrollar en para contenido de Química como lo es la configuración electrónica como se expone con más detalle en la tabla 2, se utilizará el app RappChemistry, utilizando el tipo de reconocimiento “markerless”.

Tabla 2

*Extracto de contenido de Química para el nivel de décimo de año*

Nivel	Eje temático	Criterio de evaluación
Décimo año de la Educación Diversificada.	I. Los seres vivos en entornos saludables, como resultado de la interacción de aspectos biofísicos, socioculturales y ambientales.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Explicar mediante procesos gráficos la organización de los átomos en sus diferentes niveles, grupos, familias y capas.</li> <li>2. Practicar gráficamente las configuraciones electrónicas bajo el sistema <math>nl^x</math> reconociendo el electrón diferenciante y de valencia, por flechas, de acuerdo al comportamiento individual de cada elemento y sus posibles anomalías, así como la representación de compuestos por medio de las estructuras de Lewis.</li> <li>3. Valorar la importancia del efecto positivo o negativo de las propiedades periódicas en nuestras acciones hacia la materia que nos rodea.</li> </ol>

*Fuente:* Ministerio de Educación Pública. (2017).

La estrategia didáctica se expone en la figura adjunta:

**Configuración electrónica y modelos tridimensionales de átomos**

**Objetivos:**

- > Interpretar los datos dados por la tabla periódica de los elementos.
- > Escribir las configuraciones electrónicas de ciertos elementos.
- > Visualizar el modelo tridimensional de los átomos.

**Equipo:**

1 dispositivo móvil (smartphone o Tablet).

**Procedimiento:**

*Uso de la tabla periódica de los elementos*

1. Complete la siguiente el siguiente cuadro utilizando la tabla periódica de los elementos:

Cuadro 1

*Datos representativos de algunos elementos de la tabla periódica*

Elemento	Símbolo	Z	A	# p+	#e-	#n°
Boro		5			5	
			197			118
	Po			84		126
			207	82		
	C		12			

2. Escriba la configuración electrónica normal y abreviada de los elementos usados en el cuadro 1.

3. Utilice la APP RappChemistry instalada en su dispositivo móvil para escanear los marcadores similares al de la figura 1 que representan a los elementos del cuadro 1.




Figura 1. Código de la simulación PhET para trabajar en el laboratorio. El profesor le dará los marcadores en hojas más grandes.

4. Compare los valores expuestos en la realidad aumentada con los datos del cuadro 1 y corrijalos los del cuadro 1 de ser el caso.

Figura 3. Estrategia didáctica para desarrollar un contenido de Química en décimo año.

Como se aprecia en la figura 4, los estudiantes al momento de escanear los marcadores podrán visualizar el modelo tridimensional del átomo dado, además del número atómico (Z), número másico (A), configuración electrónica de Lewis abreviada, así como los electrones por nivel, correspondiendo los anteriores a los “overlays” que según el ángulo con se escanee se pueden visualizar únicamente el modelo tridimensional. Esta información será utilizada para revisar las actividades propuestas en la estrategia planteada en la figura 3.

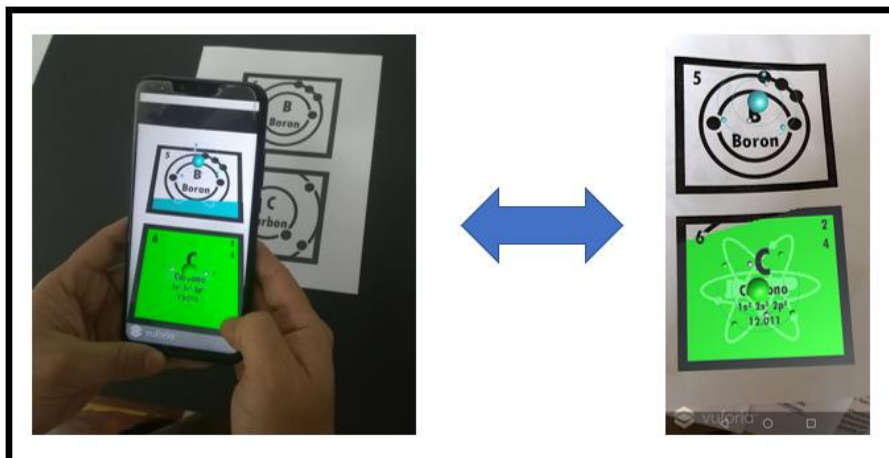


Figura 4. Forma en la que los estudiantes visualizarían la RA y desarrollarían las actividades propuestas en la estrategia didáctica de Química.

La última estrategia didáctica para mostrar es en Física, básicamente con la “Ley de Ohm” como se detalla en la tabla 3, se va a usar la forma de reconocimiento tipo “markers”, por medio de cualquier escáner de códigos QR.

Tabla 3

*Extracto de contenido de Física para el nivel de undécimo de año*

Nivel	Eje temático	Criterio de evaluación
Undécimo año de la Educación Diversificada.	I. Los seres vivos en entornos saludables, como resultado de la interacción de aspectos biofísicos, socioculturales y ambientales.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analizar las características de la corriente eléctrica y la Ley de Ohm en los circuitos serie y paralelo.</li> <li>2. Utilizar la corriente eléctrica y la Ley de Ohm en la solución de problemas en circuitos serie y paralelo y mixtos.</li> <li>3. Reconocer que la corriente eléctrica y la Ley de Ohm son fundamentales en la tecnología moderna.</li> </ol>

*Fuente:* Ministerio de Educación Pública. (2017).

A continuación, la figura 5, muestran las instrucciones del laboratorio virtual a realizar por medio de un dispositivo móvil:

Laboratorio virtual de Ley de Ohm

En la simulación "Kit de Construcción de Circuitos: CD-Laboratorio Virtual de PhET", ver código QR:




Figura 1. Código de la simulación PhET para trabajar en el laboratorio.

Objetivos:

- Demostrar la ley de Ohm.
- Conocer el comportamiento físico y matemático de los circuitos serie y paralelo.

Equipo:

1 dispositivo móvil (smartphone o Tablet).

Procedimiento:

Ley de Ohm

1. Arme en la simulación el siguiente circuito:

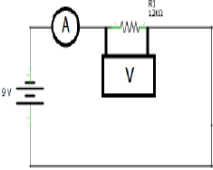


Figura 2. Circuito simple de resistencia.

2. Compruebe por medio de la ley de Ohm:

$$V = IR \quad (1)$$

Complete la siguiente tabla:

Tabla 1

Valores de resistencia en la simulación y de forma analítica con la ecuación (1)

Variable	Simulación	Ley de Ohm (teórico)
R (Ω)	120	120
V (V)		9
I (A)		

3. Proceda a llenar la tabla 2, para ello utilice la resistencia de 120 Ω y variando el voltaje de la fuente (representada por la batería en la simulación) de 1 V a 10 V, de 1 en 1 (representada por una batería en la simulación). Además, realice una gráfica de voltaje (eje y) en función de la corriente (eje x)

Tabla 2

Valores de corriente, voltaje y demás para ser graficados y procesados matemáticamente por mínimos cuadrados.

	$x_i$	$y_i$	$x_i y_i$	$x_i^2$	$y_i^2$
Suma					
Promedio					

4. Por medio del método de mínimos cuadrados, obtenga la ecuación de la recta de mejor ajuste y luego en la gráfica en el plano anterior.

m	b	r

y = \_\_\_\_\_

¿Qué significa la ecuación?

Figura 5. Estrategia didáctica para desarrollar un contenido de Física en undécimo año.

La figura 6 muestra cómo se observaría la práctica del laboratorio virtual, comienza haciendo escaneando el código QR que estando conectado a internet suministrará la dirección web (esta sería el overlay) de la simulación "CD-Laboratorio Virtual de PhET", donde desarrollarán las actividades planteadas en la figura 5, como tomar valores de corriente y voltaje en un circuito en corriente directa (CD), que van a armar en la simulación.

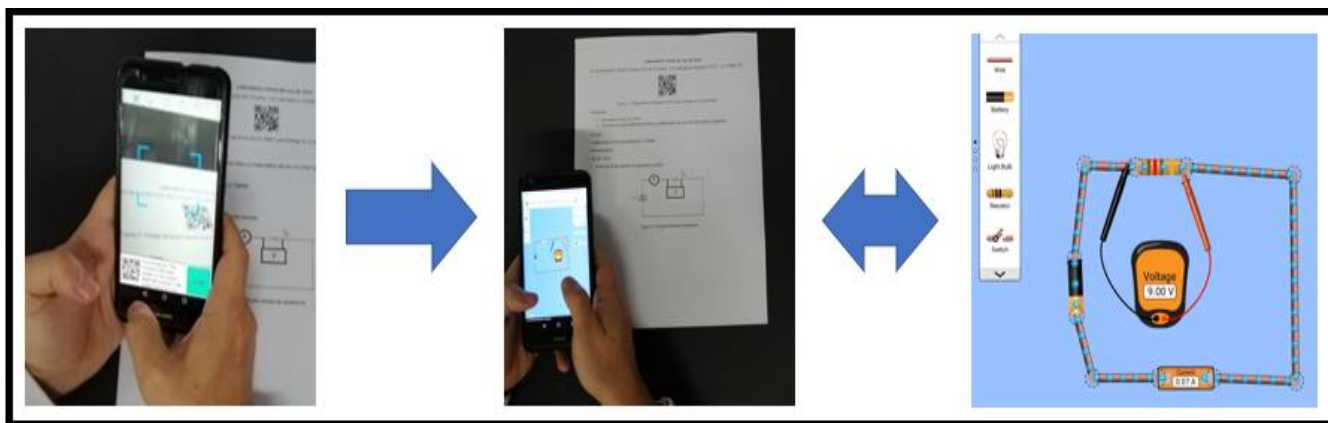


Figura 6. Forma en la que los estudiantes visualizarían la RA y desarrollarían el laboratorio virtual en la estrategia didáctica de Física.



En esta simulación los estudiantes dispondrán de resistencias que pueden variar desde  $0 \Omega$  hasta  $120 \Omega$ , baterías que pueden usar como fuentes de poder que pueden variar desde  $0 \text{ V}$  hasta  $120 \text{ V}$  en DC, los amperímetros que requieran, interruptores, cables para hacer uniones, bombillas y por su puesto el típico voltímetro, como detalle curioso solo permite hacer uso de uno de estos instrumentos.

En caso de no tener conexión a internet, se puede hacer uso de las diversas simulaciones que ofrece este sitio, si previamente se descarga o instala el app de PhET ya sea en Android o iOS.

### **Apreciaciones finales**

La RA es un recurso muy útil para potenciar los procesos de enseñanza y aprendizaje, en este caso particular en la enseñanza de Biología, Química y Física, ya que permite tanto a los docentes como a los estudiantes acceder a recursos solo limitados por la imaginación, como el hecho de pasar una representación de la célula en dos dimensiones a una en tres dimensiones, así como poder realizar prácticas de laboratorio en un contexto virtual, cuando la institución educativa carece de equipos físicos o dispone en menor medida de estos ya sea por espacio físico o distribución horaria.

Los dispositivos móviles entiéndase smartphones (celulares) y/o tablet's son recursos que además de servir como medios de comunicación y de ser etiquetados como instrumentos de entretenimiento y ocio, son más recursos sumamente útiles para implementar las TIC en educación.

El uso de apps educativas facilita la implementación de estrategias didácticas activas en los procesos de enseñanza y aprendizaje, que sin duda alguna en los contextos de enseñanza actuales por el COVID-19, como *e-learning*, *m-learning* y *b-learning* se convierten en herramientas cotidianas y prácticas tanto para docentes y estudiantes.

Previo al momento de aplicar alguna de las estrategias planteadas en este artículo o similares, se deben considerar diversos factores de contexto, como acceso internet, cantidad de dispositivos móviles de la institución o de los estudiantes, sistemas operativos de los mismos, apps a utilizar, instalación previa de las apps y por supuesto disposición y anuencia de los grupos, ya que pueden ser provechosas en unos grupos y en otros no tanto.

Se debe considerar estas actividades y/o similares desde un enfoque en el que los estudiantes sean los actores principales y que el docente sea solamente un guía y facilitador; para así potenciar el trabajo en equipo, trabajo colaborativo y comunicación entre ellos.

Utilizar las apps y herramientas digitales de tal forma que sean medios para interactuar y gestionar el conocimiento, y que no sean transmisores de información.

## **Bibliografía**

- Basantes, A., Naranjo, M., Gallegos, M. y Benítez, N. (2017). Los Dispositivos Móviles en el Proceso de Aprendizaje de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de Ecuador. *Formación Universitaria.* 10(1), 79-88. Recuperado de: <https://bit.ly/2tsor23>
- Cascales, A. (2015). Realidad Aumentada y Educación Infantil: Implementación y Evaluación. (Tesis doctoral). Universidad de Murcia, España. Recuperado de <https://bit.ly/2XYN54B>
- Ministerio de Educación Pública. (2017). Programa de Estudio de Ciencias Tercer Ciclo de Educación General Básica. San José, Costa Rica. Recuperado de <https://bit.ly/2RD5vGY>
- Ministerio de Educación Pública. (2017). Programa de Estudio de Física Educación Diversificada. San José, Costa Rica. Recuperado de <https://bit.ly/2HuXq2u>
- Ministerio de Educación Pública. (2017). Programa de Estudio de Química Educación Diversificada. San José, Costa Rica. Recuperado de <https://bit.ly/37DU8nF>
- Mishra, P. & Koehler, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teacher College Record*, 106(6), 1017-1054. Recuperado de: <https://bit.ly/3tZFNx6>
- Ruiz, T. (2013). *El papel de la realidad aumentada en el ámbito artístico-cultural: la virtualidad al servicio de la exhibición y la difusión.* (Tesis doctoral). Universidad de Granada, España. Recuperado de <https://bit.ly/2EhSj2k>
- Sanz, A. y Martínez, J. (2005). El uso de los laboratorios virtuales en la asignatura de bioquímica como alternativa para la aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación. *Tecnología Química*, 25(1), 5-17. Recuperado de: <https://bit.ly/2O7Qf2B>
- Siemens, G. (2005). Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. *International Journal of Instructional Technology & Distance Learning*, 2(1). Recuperado de: <https://bit.ly/3aC0o2X>
- Solano, R. (2013). *El teléfono celular como herramienta educativa para la enseñanza de la lectoescritura en personas jóvenes y adultas con compromiso cognitivo.* (Tesis de maestría). UNED, Costa Rica. Recuperado de: <https://bit.ly/3aue6mM>