

Uso de simuladores como recurso educativo para facilitar la enseñanza y aprendizaje de las Leyes de Newton¹. Análisis descriptivo preliminar.

BENTIVENGA, Marcelo/ISFDT N°56 - marceloben2@outlook.com

GIORGINI, Diana/FAUBA - giorgini@agro.uba.ar

BOMBELLI, Enrique/FAUBA - bombelli@agro.uba.ar

Eje: 5. Construcción de conocimientos y saberes. Tipo de trabajo: ponencia

a

Palabras clave: Enseñanza, aprendizaje, TIC, simuladores, Leyes de Newton.

> Resumen

El estudio de las Leyes de Newton suele presentar dificultades, debido al grado de abstracción que las mismas presentan, lo cual puede muchas veces conducir a la adquisición de conceptos erróneos. Con el fin de facilitar, tanto su enseñanza como aprendizaje, se pensó en la incorporación de tecnología, tal que esta última pueda contrarrestar el mencionado grado de abstracción que dichas Leyes presentan, a través de la observación y manipulación de simulaciones por computadora. Para llevar a cabo el ensayo, se conformaron dos grupos de estudiantes, cada uno de los cuales fue sometido a un prueba evaluativa con y sin uso de simulador. Las calificaciones obtenidas fueron sometidas a tres pruebas estadísticas: dos de tipo descriptiva y la restante inferencial. Los resultados obtenidos mostraron una mejora de las calificaciones obtenidas mediante el uso de simulador, así como la existencia de diferencias significativas entre el uso de un método y otro, a favor del que incorporó simulaciones en la prueba evaluativa.

> Introducción

¹ Este trabajo forma parte de la tesina de grado, actualmente en desarrollo, para optar al título de Lic. en enseñanza de la Física, Facultad Regional Avellaneda, Universidad Tecnológica Nacional.

Las simulaciones controladas por computadora presentan un entorno interactivo y visual que, en teoría, promueve la participación y favorece la interpretación de contenidos conceptuales. Asimismo, impulsa la exploración de conceptos y refuerza el desarrollo de competencias para la investigación.

En el caso particular de las Leyes de Newton, debido al grado de abstracción que estas presentan, es posible que los estudiantes adquieran conceptos erróneos durante su estudio. Así pues, la puesta en funcionamiento de una serie de actividades basadas en la simulación, podría ser la clave para determinar si los estudiantes son capaces de apropiarse de las bases conceptuales que sustentan la temática, sin cometer los mencionados errores.

El método para llevar a cabo la propuesta, incluye la presentación de actividades que fomenten la observación y manipulación de una simulación por computadora, tanto para realizar las actividades propuestas, como contrastar los conceptos previos existentes.

› ***Definición y delimitación del problema***

El proceso de enseñanza y aprendizaje de los distintos conceptos que trata la Física, tales como: fuerza, inercia, aceleración y masa, requieren de un alto grado de abstracción. Asimismo, su estudio proporciona una red de conocimientos imprescindibles para solucionar problemas tanto cualitativos como cuantitativos, a través de la observación de fenómenos (Johnson et al., 2007).

No obstante, constituye un gran reto, lograr que los estudiantes interpreten los conceptos de la mecánica clásica. De hecho, numerosos estudios dan cuenta de los inconvenientes que se suscitan en dicha interpretación (McDermott, 1993), tanto respecto de las Leyes propiamente dichas, como de sus conceptos derivados, masa inercial y gravitacional (Sánchez Alonso, 1996). Otras investigaciones evidencian serios problemas en el entendimiento de la dinámica de Newton, referida a la conceptualización de la fuerza (Carrascosa y Gil, 1992). Bravo y Pesa (2005), también encontraron problemas de interpretación respecto a la asociación de la energía con la fuerza.

En el Diseño Curricular para la Educación Secundaria con Orientación en Ciencias Naturales (2011)², se comenta que el estudio de la ciencia en general, demanda un conjunto de saberes que jamás podrán ser abordados por completo, por esta razón, el docente debe favorecer la correcta interpretación de los fenómenos estudiados, con el fin de accionar sobre el entorno y así poder modificarlo de acuerdo a sus necesidades. Ello requiere de capacidades que el estudiante debe adquirir a partir del aprendizaje que genera el docente, por medio de distintas estrategias de enseñanza. De manera tal, en el diseño curricular, un claro objetivo es entonces, lograr un protagonismo central en el estudiante, para dar lugar a la

² Diseño Curricular de Física Clásica y Moderna para ES 6, 2011.

vinculación entre los conceptos estudiados y el entorno que lo rodea. Lo antes mencionado, no supone que el concepto haya sido incorporado, pero sí es posible lograr que el alumno se exprese momentáneamente con sus modos particulares hasta lograr la utilización de un vocabulario propio de la Física.

Los conocimientos previos juegan un rol importante en la incorporación de nuevos conceptos en la estructura cognitiva (Ausubel, 1983). Asimismo, afirma que los conceptos asimilados o aprendidos se entienden, o sea que son sinónimos. Entonces remarca, que el significado de entender es aprender, pero, en el aprendizaje, se debe partir de conceptos que el alumno haya adquirido con anterioridad para lograr su asimilación dentro de su estructura cognitiva. No obstante, Pozo y Gómez Crespo (1998), sostienen que el entendimiento y apropiación de los ejes temáticos centrales de la ciencia, es una tarea ardua para los educandos, y por lo tanto, son necesarias estrategias especiales. Sin embargo, el principal problema es la dificultad para modificar las concepciones alternativas, que son ideas muy distintas a las científicas, por ejemplo, el alumno puede pensar que en el vacío o dentro de un satélite no hay gravedad (Carrascosa, 2005). El alumnado ya sabe que aquellos objetos que no tienen una superficie que los soporte van a caer, es un conocimiento que se adquiere desde los primeros años de vida (Carey y Spelke, 1994). Pero, no es lo mismo conocer lo que sucede en ciertas condiciones de la vida diaria, que darle significado, o sea, para interpretar un dato es necesario relacionarlo dentro de una estructura de significados tal que argumenten la causa del fenómeno y sus consecuencias (Pozo y Gómez, 1998). Responder a preguntas como: ¿Por qué un cuerpo cae con la misma aceleración que un cuerpo más ligero si ambos están en caída libre? es pretender que el alumno entienda una estructura de conceptos (Pozo, 1992) para interpretar, en este caso, las leyes que son gobernadas por la ciencia. En otras palabras, se necesita relacionar conceptos con conocimientos anteriores lo cual se logra de forma gradual y con más herramientas cognitivas (Alonso Tapia, 1995).

Diferentes autores vinculados con la enseñanza de las ciencias, como Daza y otros (2009), sostienen que las nuevas tecnologías como los simuladores educativos en línea, favorecen la incorporación de conceptos, posibilitando la interpretación de fenómenos difíciles de observar a simple vista, de manera tal que, el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) podrían mejorar la interpretación de fenómenos, más aún por medio del uso de simuladores. Además, se propicia el aprendizaje de procedimientos y el desarrollo de destrezas intelectuales (Pontes, 2005).

Bajo este marco, es posible plantearse preguntas como: ¿Se puede facilitar la comprensión de conceptos de las Leyes de Newton integrando los simuladores al proceso de enseñanza y aprendizaje? Al utilizar TIC, ¿mejora el aprendizaje de las Leyes de Newton? ¿Qué características adopta el estudiante al trabajar con simulaciones en un aula de clases?

A través de las respuestas a estos interrogantes, se pueden aportar estrategias pedagógicas significativas al proceso de enseñanza y aprendizaje, en la transposición de conocimientos y contenidos en el área de la Física, específicamente aquellos relacionados con las Leyes de Newton.

>

Antecedentes e importancia del problema

Son varios los estudios que afirman y evidencian problemas en la interpretación de conceptos referentes a las Leyes de Newton. El inconveniente consiste, tal como se ha mencionado, en la abstracción que se requiere para el estudio de dichos conceptos y sus interrelaciones.

A lo largo de la historia, diferentes investigadores demostraron las dificultades en el estudio de diferentes conceptos que presentan las Leyes de Newton. En especial, Sánchez Alonso (1996), estudió los problemas para conceptualizar la masa gravitatoria, la masa inercial y la masa como la cantidad de materia que presenta un cuerpo. El autor manifestó que, para la apropiación de los conceptos, se debe presentar un grupo de actividades donde esté presente la predicción, el análisis y la corroboración de resultados, con el objetivo de ir construyendo e interiorizando conceptos. Otras investigaciones evidencian serios problemas al analizar la Dinámica de Newton, al querer valorar a la fuerza como causante del movimiento, o sea, siempre la fuerza tiene la misma dirección que el movimiento, y si el objeto analizado está en reposo, no existe fuerza alguna (Carrascosa y Gil, 1992). Además, estos autores, determinaron que los objetos en movimiento deben tener fuerzas, es decir, si el cuerpo está animado de movimiento en línea recta con velocidad constante, la fuerza aplicada también será constante. A su vez, si diferentes objetos caen, el de mayor masa tendrá mayor rapidez en cualquier circunstancia. Llegó a las mismas conclusiones McDermott (1993). Por si esto fuera poco, Bravo y Pesa (2005), al evaluar a los estudiantes con actividades de observación, seguido de predicción e interpretación de fenómenos, hallaron que los estudiantes asociaban a la fuerza con el momento lineal y la energía, por lo que concluyeron que no lograron detallar y organizar el concepto a partir de datos y actividades que involucran la observación.

Otro inconveniente importante abordado por García Barneto y Gil Martín (2006), es la abstracción de los procesos matemáticos subyacentes a los fenómenos físicos. Pudieron evidenciar que, en un ámbito de aprendizaje constructivista mediado con simulaciones interactivas, se vio favorecida la interpretación de fenómenos físicos, pero sin la intervención de las ecuaciones implicadas o modelos físicos asociados. Así, el proceso de aprendizaje mediado por la tecnología de la simulación, favoreció la interpretación de fenómenos, siendo factible culminar dicho proceso con la incorporación de las ecuaciones, pero no durante la enseñanza.

Numerosos estudios realizados como el de Carrascosa y Gil (1992) sobre las concepciones alternativas, o los desarrollados por Pozo y Gómez Crespo, (1998), sostienen que los alumnos tienen dificultades al conceptualizar a la fuerza como un atributo del cuerpo que está presente, o sea, si se mueve, la intensidad de la fuerza se incrementa o reduce de acuerdo a las variaciones de la rapidez. Bajo esta idea, el valor de la fuerza es directamente proporcional a la rapidez. Del mismo modo, si el cuerpo no se mueve, no actúan

fuerzas; los cuerpos se detienen por sí solos; cuando hay varias fuerzas aplicadas al objeto analizado se toma en cuenta la fuerza de mayor intensidad, que supuestamente, debe tener el mismo sentido que la velocidad y, las otras fuerzas, disminuyen su incidencia; los astronautas flotan dentro del satélite porque no hay fuerza de atracción gravitatoria (es frecuente encontrar como solución, al dibujar la fuerza que ejerce la tierra sobre un objeto que está apoyado en una mesa, un vector en el propio objeto dirigido hacia arriba, debiendo estar aplicada en la Tierra y no en el objeto).

Las TIC, pueden ser descritas como un conjunto de recursos, procesos y técnicas empleadas en un tipo de herramientas que pueden almacenar y transmitir información a gran velocidad, además de procesarla en formato digital (García Valcárcel y González, 2011). Del mismo modo, presentan propiedades relevantes que las diferencian, tales como la rapidez o inmediatez, la participación que brinda entre usuarios, la intangibilidad y la intensidad de procesamiento que brinda (Cabero Almenara, 2005).

Por consiguiente, se puede considerar a las TIC como herramientas que favorecen y alimentan los procesos de adquisición de conocimiento (López García, 2004). Hay estudios planteados desde la perspectiva constructivista como el de Kofman (2004), que propone la relevancia de incorporar TIC en la educación, dado que fomenta el crecimiento de ambientes beneficiados por dichas tecnologías y, según Capuano (2011), refuerza contextos adecuados para el aprendizaje de las ciencias.

Zornoza Martínez (2006), sostiene que el alumno construye el conocimiento interactuando con la tecnología. Asimismo, interactuar con la simulación, para varios autores como Cabero, Castaño y Cebreiro (2003), impulsa el aprendizaje, facilita al alumno el entendimiento de los variados temas involucrados y estimula el interés, entre tantos otros.

Alzugaray y Carreri (2010), crearon actividades en base al simulador, para que los estudiantes asimilen las relaciones entre el marco teórico y las expresiones físicas o matemáticas con énfasis en los modelos. No obstante, en el trabajo de los autores se comenta que la enseñanza debe estar direccionada de tal manera que el alumno sea capaz de promover su propio aprendizaje, con un alto grado de autonomía. Sin embargo, la complejidad radica en presentar actividades pensadas para lograr que el estudiante tenga un desempeño y actividad cognitiva relevantes. Por lo tanto, las acciones deben responder a consignas claras con el conocimiento pleno de los atributos del simulador para no entorpecer el estudio de la propuesta, y además, escoger el simulador más conveniente para cada caso específico (Bohigas, 2003).

Villarreal Fernández (2010), sostienen que, a causa de las distintas capacidades acerca de entender, razonar, saber, y resolver problemas, es necesario enseñar la tercera Ley de Newton desde diferentes miradas y herramientas para que la diversidad de alumnos que se presenta en el aula aprenda.

En el aprendizaje de la física, es importante realizar actividades donde el estudiante pueda predecir, observar y contrastar su percepción con la observación (Pozo y Gómez, 1998) y para generar nuevos

aprendizajes, estas actividades deben promover el análisis de los modelos involucrados (Pozo y Monereo, 1999).

› **Marco teórico**

En el plano constructivista, la adquisición del conocimiento se construye activamente (Díaz, 2002). Este conocimiento no es una copia exacta de la realidad, más bien es una construcción que integra las ideas previas con el nuevo saber y la relación con el entorno (Carretero, 1993). Asimismo, a través de un enfoque constructivista, es posible integrar las TIC en el proceso de enseñanza y de aprendizaje (García y Gil, 2006).

El aprendizaje debe ser entendido como una modificación de la conducta de cualquier ser viviente, resultado de una interacción previa que fue practicada. En otras palabras, si la conducta presenta cambios relevantes, es posible que haya aprendizaje (Domjam, 2009). Para saber si se trata de aprendizaje, es necesario observar el proceso debido a múltiples causas. Para ello, existen herramientas de detección.

En los Institutos de Formación Docente, el trabajo del formador, requiere salirse de una perspectiva conductista, que trata al “saber” como un conocimiento que se puede apropiarse con entrenamiento específico, sino al contrario, hay que profundizar en la tarea de innovación, investigación y formación permanentes, según sostiene Gil Pérez (1991). Teniendo en cuenta estas ideas, las actividades deben remitirse a modificar elementos ya existentes, con el fin de mejorarlos o renovarlos, o sea, crear algo nuevo que se salga de la monotonía y que permita la construcción del nuevo saber activamente.

En documentos que recupera la UNESCO (2004), se concluye, luego de años de estudio, que la idea de aprendizaje hace referencia a una participación cognitiva relevante en el proceso de transición de una serie de conocimientos, técnicas y habilidades. Los alumnos son los protagonistas y constructores del conocimiento, al unir las concepciones que tienen con los conocimientos construidos en clase. Sin embargo, el cerebro humano puede adquirir el conocimiento naturalmente a diferentes ritmos y maneras, ya que cada ser humano observa y procesa la información de forma particular. Esto es importante tenerlo en cuenta a la hora de diseñar las actividades, por la diversidad de características que puede presentar cada alumno. Además, en el libro publicado por la UNESCO, se deja en claro que las ideas del aprendizaje están fundamentalmente relacionadas con un trabajo cognitivo relevante y una fuerte participación en la construcción del conocimiento, por lo tanto, el aprendizaje es un proceso dinámico y no inactivo.

El aprendizaje debe ser concebido como la transformación del individuo por la interacción con el medio. En términos de Piaget (UNESCO, 2004), el alumno, al afrontar un desafío desconocido, es posible que

adquiera un nuevo conocimiento que se añade al anterior, pero para que esto sea posible, las actividades deben ofrecer una participación activa del alumnado. Otro efecto importante que se observó en el aprendizaje activo, fue un marcado aumento de ideas más complejas y una vasta interpretación de lo que se esté analizando.

McDermot (2011), destaca en sus estudios vinculados a conceptos de cinemática y dinámica, que el alumno debe construir el conocimiento desde lo que sabe, considerándolo un actor principal en la construcción de dicho conocimiento. Una de las tantas estrategias que se mencionan para que el alumno pueda apropiarse de conceptos, es la interpretación de gráficos que muestra una computadora. En cuanto a los ejercicios típicos del área de la física, la autora sostiene que resolver problemas cuantitativos no garantiza el entendimiento del tema estudiado, siendo relevantes las preguntas cualitativas y explicaciones orales de los fenómenos físicos estudiados, ya que requiere un alcance intelectual superior. Es por ello, que el modelo físico o lenguaje matemático debe volcarse al aprendizaje luego de haber trabajado ampliamente en problemas cualitativos, relacionando los conceptos estudiados. Finalmente, para que los alumnos tengan la oportunidad de transitar por mejores espacios de estudio “se debería brindar la oportunidad a los profesores de aprender no solo el contenido, sino también la manera de enseñarlo”.

› **Objetivo**

Analizar la incidencia del uso de simuladores en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las Leyes de Newton, como recurso estratégico para mejorar el desempeño académico.

› **Marco metodológico**

Este estudio se centró en la asignatura Física I, que se cursa en el primer año de las carreras de Profesorado en Física, Química, Biología y Matemática, en el Instituto de Formación Docente 56 y 114 de la Provincia de Buenos Aires. En dicha asignatura se imparten conocimientos generales y específicos de Física, con énfasis en las Leyes de Newton, dado que revisten importancia para su formación como futuros docentes. La investigación comenzó durante el segundo semestre de 2017, previendo su repetición en el mismo período de 2018. Se trabajó durante un mes completo (3 horas semanales de clases presenciales).

Descripción de los grupos de estudio

Con los estudiantes que cursaron la asignatura se constituyeron dos grupos de estudio identificados como A y B. El primero operó como testigo o control (sin uso de simulador) y el segundo conformó el grupo experimental (Kuehl, 2000). La cantidad de individuos (n) de cada grupo no resultó inferior a 50 por cada comisión. Las comisiones estuvieron constituidas por estudiantes cuyas edades estaban comprendidas entre los 19 y 24 años.

Descripción de los instrumentos de toma de datos

Se administró por igual a todos los estudiantes (con y sin uso de simulador) un cuestionario basado en una prueba evaluativa de conocimientos sobre las Leyes de Newton (con atribución de puntajes escala 1-10, 10 para el mejor rendimiento y 1 para el más bajo).

Análisis estadístico

Se trabajó con una variable cuantitativa continua, que se midió en dos circunstancias, con simulador (CS) y sin simulador (SS). Lo que se pretendió establecer con este tipo de análisis, es constatar si existieron diferencias significativas en los resultados obtenidos a través de la calificación, al utilizar dos métodos diferentes (CS, SS) para resolver la prueba evaluativa.

La primera prueba descriptiva, consistió en un análisis descriptivo en el que se compararon los estadísticos pertinentes para cada método utilizado (media, error típico, mediana, moda, desviación estándar, varianza de la muestra, curtosis, coeficiente de asimetría, rango, mínimo, máximo, suma, cuenta y coeficiente de variación).

La segunda prueba descriptiva, radicó en la construcción de un histograma de frecuencias absolutas para cada método utilizado, a partir de cada uno de los cuales fue posible realizar una primera comparación descriptiva entre ambos métodos.

La tercera y última prueba, de tipo inferencial, fue un test de hipótesis de diferencia de medias, considerando dos muestras independientes con igual varianza, teniendo en cuenta que ambas pertenecen a la misma población.

› **Resultados y Conclusiones**

A partir de los resultados obtenidos con la primera prueba estadística, pudo comprobarse que el uso del simulador provocó una mejora de las calificaciones debido principalmente a una Media aritmética superior (5,386) con respecto a la que se obtuvo sin uso del mismo (2,693). Asimismo, contribuye a la

aseveración anterior, la obtención de un Desvío estándar menor (1,615) para el método que utilizó simulador, en relación al que no lo uso (1,797) (Cuadro 1) (Gráfico 1).

A su vez, el Coeficiente de variación correspondiente al método que hizo uso del simulador, mostró un valor inferior al 30%, motivo por el cual puede considerarse a la muestra homogénea y a su Media aritmética representativa de la población (Cuadro 1) (Gráfico 1).

<i>Calificaciones CS</i>		<i>Calificaciones SS</i>	
Media aritmética	5,38689655	Media aritmética	2,69318182
Error típico	0,21215702	Error típico	0,27095863
Mediana	5,775	Mediana	2,525
Moda	6,35	Moda	0
Desvío estándar	1,61573969	Desvío estándar	1,79733624
Varianza de la muestra	2,61061476	Varianza de la muestra	3,23041755
Curtosis	0,5492632	Curtosis	-0,03672577
Coeficiente de asimetría	-0,65162859	Coeficiente de asimetría	0,53800775
Rango	7,8	Rango	7,5
Mínimo	1	Mínimo	0
Máximo	8,8	Máximo	7,5
Suma	312,44	Suma	118,5
Cuenta	58	Cuenta	44
Coeficiente de variación (%)	29,9938876	Coeficiente de variación (%)	66,7365354

Cuadro 1: Estadísticos descriptivos para las calificaciones obtenidas con (CS) y sin (SS) simulador.

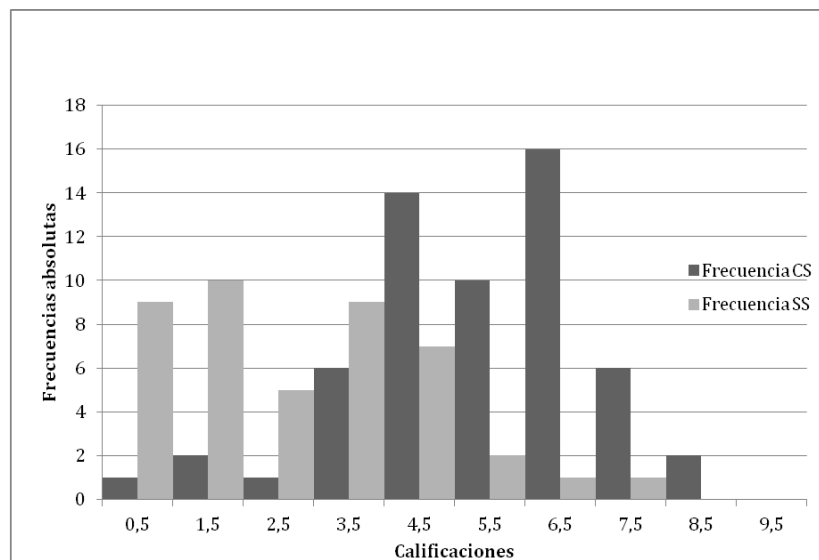


Gráfico 1: Histograma de frecuencias absolutas para las calificaciones obtenidas con (CS) y sin (SS) simulador.

Para llevar a cabo la tercera prueba estadística fue necesario plantear una Hipótesis nula (H_0), la cual indica que la diferencia entre las Medias aritméticas poblacionales de ambos métodos es igual a cero ($\mu_{CS}-\mu_{SS}=0$), y un Nivel de significancia (α) de 1%.

De los resultados obtenidos se obtuvo un Valor P de $3,0058E^{-12}$ ($P=3,0058E^{-12}$), el cual permite rechazar la Hipótesis nula (H_0), pudiendo afirmarse, con tan solo un error del 1% (α), que existen diferencias significativas entre ambos métodos utilizados para evaluar a los estudiantes (CS y SS) (Cuadro 2).

	<i>Calificaciones CS</i>	<i>Calificaciones SS</i>
Media aritmética	5,386896552	2,693181818
Varianza	2,610614761	3,230417548
Observaciones	58	44
Varianza agrupada	2,877129959	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	100	
Estadístico t	7,943503865	
P(T<=t) una cola	1,5029E-12	
Valor crítico de t (una cola)	1,660234326	
P(T<=t) dos colas	3,0058E-12	
Valor crítico de t (dos colas)	1,983971519	

Cuadro 2: Prueba de hipótesis para dos muestras suponiendo varianzas iguales.

> **Bibliografía**

Alonso Tapia, J. (1995). Orientaciones educativas. Teoría, evaluación e intervención. Madrid. Síntesis. <https://es.scribd.com/document/315267060/Orientacion-Orientada-pdf>.

Alzugaray, E. y Carreri, A. (2010). El software de Simulación en Física: herramienta para el aprendizaje de contenidos. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Santa Fe (Grupo de Investigación en Enseñanza de la Ingeniería). http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18423/Documento_completo.pdf%3Fsequence%3D1.

Ausubel, D.; Novack, J. y Hanesian, H. (1983). Psicología Educativa, Trillas. México. <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubesp.pdf>.

Bohigas, X. (2003). Applets en la enseñanza de la Física. Enseñanza de las ciencias. pp. 463-472.

Bravo, S. y Pesa, M. (2005). La construcción de representaciones sobre movimiento ondulatorio. Revista de Enseñanza de la Física <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/8113/8986>.

Cabero Almenara, J. (2005). Las TIC y las Universidades: retos, posibilidades y preocupaciones. Revista de la Educación Superior. <http://www.redalyc.org/pdf/604/60413505.pdf>.

Cabero, J.; Castaño, C. y Cabreiro, B. (2003). Las nuevas tecnologías en la actividad universitaria. Revista de medios y educación. <http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n20/n20art/art2008.htm>.

Capuano, V. (2011). El uso de las TIC en la enseñanza de las ciencias naturales. [file:///E:/Dialnet-IUsoDeLasTICEnLaEnsenanzaDeLasCienciasNaturales-4960871%20\(2\).pdf](file:///E:/Dialnet-IUsoDeLasTICEnLaEnsenanzaDeLasCienciasNaturales-4960871%20(2).pdf).

Carey, S. y Spelke, E. (1994) Domain specific Knowledge and Conceptual Change. Mapping the Mind: Domain Specificity in Cognition and Culture. Cambridge. Cambridge University Press.

Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad. Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Vol. 2, N° 2. <http://www.redalyc.org/pdf/920/92020206.pdf>.

Carrascosa, J. y Gil, D. (1992). Concepciones alternativas en mecánica. Enseñanza de las ciencias. <http://www.redalyc.org/pdf/920/92020206.pdf>.

Carretero, M. (1993). Constructivismo y Educación. Zaragoza: Edelvives, pp126.

Daza, E., GrasMartí, A., GrasVelázquez, Á., Guerrero, N., Gurrola, A., Joyce, A. (2009). Experiencias de enseñanza de la Química con el apoyo de las TIC. http://www.montenegroripoll.com/Artigos/revista_mexicana_2009.pdf.

Díaz, B. A. (2002). Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo. Una interpretación constructivista. México. McGraw - Hill. <https://jeffreydiaz.files.wordpress.com/2008/08/estrategias-docentes-para-un-aprendizaje-significativo.pdf>.

Domjam, M. (2009). Principios de Aprendizaje y Conducta. España. <https://books.google.com.gt/books?id=RsP0BDhRjwgC&pg=PA14&dq=definicion+de+aprendiaje&hl=es&sa=X&ei=d9UDFIPTHsAT64YGgDA#v=onepage&q=definicion%20de%20aprendizaje&f=false>.

García Barneto y Gil Martín, M. (2006). Entornos constructivistas de aprendizaje basados en simulaciones informáticas. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. https://www.researchgate.net/publication/28117162_Entornos_constructivistas_de_aprendizaje_basados_en_simulaciones_informaticas.

García Valcárcel, A. y González, A. (2011). Integración de las TIC en la práctica escolar y selección de recursos en dos áreas clave: Lengua y Matemática. En R. Roig, & C. Laneve (Eds.), La práctica educativa en la Sociedad de la Información. Innovación a través de la investigación. http://www.edutic.ua.es/wp-content/uploads/2012/06/La-practica-educativa_129_144-CAP12.pdf.

Gil Pérez, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? Intento de síntesis de las aportaciones de la investigación didáctica. Enseñanza de las Ciencias. http://educontinua.fcencias.unam.mx/CONTINUA/CURSOS/EnsenanzaExperimental/2008/ArchivosEnviar/Articulos/QueHemosdeSaber_Gilycol.pdf.

Johnson, D.; Johnson, R. y Smith, K. (2007). The State of Cooperative Learning in Postsecondary and Professional Settings. Educational Psychology Review <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.453.1151&rep=rep1&type=pdf>.

Kofman, H. (2004). Integración de las funciones constructivistas y comunicativas de las NTICs en la enseñanza de la física universitaria y capacitación docente. Revista Enseñanza de la Física. https://www.researchgate.net/publication/228745764_ENSEÑANZA_Y_APRENDIZAJE_DE_LA_FISICA_BASICA_EN_LA_EDUCACION_SUPERIOR_CON_LA_MODALIDAD_BLENDED_LEARNING.

Kuehl, R. (2000). Diseño de Experimentos. Principios Estadísticos para el diseño y análisis de investigaciones. Thomson Learning. Segunda Edición. Versión en español. <https://wiartur.files.wordpress.com/2010/04/kuehl-diseno-de-experimentos.pdf>.

López García, J. C. (2004). La integración de las TIC en las ciencias naturales. <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/Editorial19>.

McDermott, L. (1993). Cómo enseñamos y cómo aprenden los estudiantes. ¿Un desajuste? (Primera parte). Revista de enseñanza de la física. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/16123/15954>.

McDermott, L. (2011). Concepciones de los alumnos y resolución de problemas en mecánica. http://icar.univ-lyon2.fr/Equipe2/coast/ressources/ICPE/espagnol/PartC/ICPE_C1_p_1-11.pdf.

Pontes, A. (2005). Aplicaciones de las TIC en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Vol. 2, pp. 2-18. <http://www.redalyc.org/pdf/920/92020102.pdf>.

Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1998). Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Morata. Madrid. <https://drive.google.com/file/d/0BwXQdvUE5aNrUzgzYUt2QTdOdG8/view>.

Pozo, J. y Monereo, C. (1999). El Aprendizaje Estratégico. Actividades de laboratorio en el aprendizaje de la física: ¿un capricho o una necesidad? Madrid. Editorial Santillana, pp 7-13.

Pozo, J., I. (1992). El aprendizaje y la enseñanza de hechos y conceptos. Los contenidos en la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes. Madrid: Santillana. <https://es.scribd.com/document/54093171/15COLL-Cesar-POZO-Ignacio-y-Otros-Las-Actitudes-Conceptualizaciones-y-Su-Inclusion-en-Los-Nuevos-Curriculos>.

Sánchez Alonso, M. (1996). La enseñanza del concepto de masa a partir de un modelo de enseñanza por investigación http://intercentros.edu.gva.es/iesleonardodavinci/Fisica/Articulos/Concepto_de_masa.pdf.

UNESCO, (2004). Las tecnologías de la información y la comunicación en la formación docente. <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129533s.pdf>.

Villarreal Fernández, J. E. (2010). Propuestas de enseñanza de la tercera ley de Newton en básica primaria. <http://casanchi.com/did/terceraln01.pdf>.

Zornoza Martínez, E. (2006). Aprendizaje con simuladores. Aplicación a las Redes de Comunicaciones. Revista de Nuevas Tecnologías y Sociedad, N° 42. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1960039>.

