



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

#

Medida de la eficacia de las simulaciones
digitales Como facilitadores del
aprendizaje de Física y Química en 2º de
Bachillerato.

Presentado por: Cristóbal Moisés Pavón Coronel
Línea de investigación: Recursos Educativos digitales
Directora: Luisana Rodríguez Ramírez
Ciudad: Huelva
Fecha: 15 de Mayo de 2014

Resumen

Con el objetivo de descubrir la utilidad como agente facilitador y estimulador de aprendizaje de las simulaciones informáticas con finalidad didáctica, en este trabajo se ha realizado un estudio de campo seleccionando una muestra de alumnos e investigando, a través de la realización de cuestionarios, para saber qué tan efectivos y motivadores son dentro del aula en un curso de 2ºBCH para las asignaturas de física y química. Llevando a cabo una metodología en la que, por un lado se han seleccionado dos muestras, tomando una de ellas de control y por otro lado a una misma muestra se ha sometido al método pretest-postest para la exposición a las simulaciones, se ha puesto a la luz que dicha exposición consigue un mayor ratio de resultados favorables a las cuestiones planteadas a través de los conceptos evaluados en los cuestionarios. Además, con estos cuestionarios, se ha reclamado la opinión de los alumnos acerca del uso de estas herramientas, confirmando el factor estimulante de estas herramientas en el aula. Todo ello aun cuando la metodología tradicional queda presente en las aulas hoy en día gracias a la masificación de las aulas, la extensión excesiva del currículo y el gran número de dificultades de comprensión de conceptos y fenómenos descritos. Para terminar, y con vistas a una finalidad práctica, se ha realizado un estudio de la viabilidad de las simulaciones en la metodología por descubrimiento para ser utilizadas en el aula como estrategias de enseñanzas más activas y participativas. Para ello se ha descrito un procedimiento de introducción de estas simulaciones en el aula diseñando una sesión didáctica.

Palabras clave:

Simuladores, herramientas digitales didácticas, facilitadores de aprendizaje, estimuladores de aprendizaje, eficacia de los simuladores

Abstract

With the aim of discovering the usefulness as a facilitator and stimulator of learning of computer simulations with didactic purpose, in this work has been carried out a field study by selecting a sample of students and researching through the realization of how effective questionnaires and motivators are inside the classroom in a course of 2ºBCH for the subjects of physics and chemistry. Carrying out a methodology in which two samples have been selected by taking one of them of control and on the other side for the same sample subjected to the method pretest and posttest for the exposure to the simulations, has been put to the light that such exposure achieved a greater ratio of favorable outcomes to the issues raised through the concepts evaluated in the questionnaires. In addition, with these questionnaires has been called for the views of students about the use of these tools, this confirming the stimulating factor of these tools in the classroom when the traditional methodology remains present in the classrooms today thanks to overcrowding in the classrooms, the excessive extension of the curriculum and the large number of difficulties in understanding of concepts and phenomena described. In conclusion, and with a view to a practical purpose, it has been carried out a study of the feasibility of the simulations in the methodology by discovery to be used in the classroom and strategies of teaching more active and participatory. This has been described a procedure for the introduction of these simulations in the classroom by designing a learning session.

Keywords:

Simulators, digital tools didactic, facilitators of learning, learning stimulators, effectiveness of the simulators

Índice de contenidos

1	INTRODUCCIÓN.....	6
1.1	Introducción teórica.....	6
1.2	Justificación del trabajo y su título.....	7
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
2.1	Objetivos que se pretenden alcanzar	9
2.2	Hipótesis Planteadas.....	9
2.3	Breve Justificación de la Metodología Utilizada.....	10
2.4	Breve Justificación de la Bibliografía.....	10
3	MARCO TEÓRICO.....	11
3.1	Dificultades de aprendizaje para las asignaturas de ciencias en segundo de Bachillerato.....	11
3.2	Las herramientas digitales en el aula.....	12
3.3	Metodologías didácticas más acordes con las simulaciones.....	13
3.4	Tipologías y características actuales de las simulaciones.....	14
3.5	Las simulaciones como agentes motivacionales en el aula.....	16
3.6	Competencia digital del docente en el uso de las simulaciones.....	17
4	MATERIAL Y MÉTODO	18
4.1	Población y características de la muestra.....	18
4.2	Instrumentos para la toma de datos.....	20
4.3	Método de análisis de los resultados obtenidos.....	21
4.4	Variables estudiadas a través de los cuestionarios.....	23
4.5	Tratamiento estadístico de los datos obtenido.....	24
5	RESULTADOS Y DISCUSIONES	25
5.1	Resultados obtenidos a través de los cuestionarios.....	25
5.2	Discusiones acerca de los resultados obtenidos en los cuestionarios.....	30
5.2.1	Cuestionario QI-P1 para grupos A (control) y B, referidos.....	30
5.2.2	Análisis de los resultados del Cuestionario QII-P1 grupo A para el método Pretest-Postest.....	31

5.2.3	Análisis de los resultados de los Cuestionarios QI-P2 y QII-P2 referidos al grado de satisfacción con la exposición de las simulaciones.....	32
6	PROPUESTA PRÁCTICA.....	34
6.1	Introducción.....	34
6.2	Propuesta de simulación para el aprendizaje por descubrimiento	35
6.3	Los Laboratorios Virtuales: una propuesta práctica para el aprendizaje por descubrimiento en el aula.....	37
7	CONCLUSIONES	40
8	LIMITACIONES Y LINEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURA.....	41
8.1	Limitaciones	41
8.2	Líneas de investigación futura.....	42
9	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
10	ANEXOS.....	48
10.1	Anexo I: Cuestionario I: grupo 2ºA para asignatura de física.....	48
10.2	Anexo II Cuestionario II : grupo 2ºA y 2ºB para asignatura de Química.....	50
10.3	Anexo IV: Simulador Inducción electromagnética	51

Índice de Tablas

Tabla 1: Características de los grupos de alumnos donde se toman las muestras. Elaboración propia.....	19
Tabla 2: Características académicas de la muestra de alumnos. Elaboración propia.	19
Tabla 3: Contenidos a evaluar en los cuestionarios durante el estudio de campo. Elaboración propia.....	20
Tabla 4: Cuestionarios para la recogida de datos en las muestras de alumnos. Elaboración propia.....	21
Tabla 5: Variables analizadas en el estudio de campo. Elaboración propia.....	23
Tabla 6: Datos recogidos a través del cuestionario Q-I Para el grupo 2ºB en la asignatura de química. Elaboración Propia.....	25

Tabla 7: Datos recogidos a través del cuestionario Q-I Para el grupo 2ºA en la asignatura de física. Elaboración Propia	25
Tabla 8: Datos recogidos a través del cuestionario Q-II Para el grupo 2ºA en la asignatura de física (Pretest): Elaboración Propia.....	25
Tabla 9: Datos recogidos a través del cuestionario Q-II Para el grupo 2ºA en la asignatura de física (Postest): Elaboración Propia	26
Tabla 10: Datos de variaciones porcentuales para ambos cuestionarios; previos y posteriores a las exposiciones con la simulación. Elaboración Propia.	27
Tabla 11: Datos obtenidos a través del cuestionario QI-p2 para pedir la opinión del alumnado sobre la utilidad de las simulaciones: grupo B. Elaboración Propia.....	27
Tabla 12: Datos obtenidos a través del cuestionario QI-p2 para pedir la opinión del alumnado sobre la utilidad de las simulaciones: grupo A. Elaboración Propia.....	28
Tabla 13: Diagrama de barras para las frecuencias absolutas para P6-P10. Elaboración Propia.....	29
Tabla 14: ventajas y desventajas de las simulaciones en el aprendizaje por descubrimiento. Elaboración propia	37
Tabla 15: diseño de sesión con simulaciones para desarrollar la metodología de aprendizaje por descubrimiento en el aula. Elaboración propia.....	39

1 INTRODUCCIÓN

1.1 *Introducción teórica*

Desde la entrada en vigor de la LOMCE (9 diciembre 2013), y concretizando a través de su nuevo artículo 111 bis con respecto a la LOE (2 mayo 2006), se ha puesto en evidencia que los procesos educativos de enseñanza y aprendizaje están cada vez más inmersos en una cultura digital, y no solo del docente sino también del alumno. Todas las nuevas tendencias educativas están de un modo u otro sumergidas en las aplicaciones de las nuevas tecnologías de la información y comunicación, TIC. Todo esto conduce a nuevas reflexiones acerca del papel del docente con respecto a las metodologías y estrategias didácticas que están a su disposición para dar respuesta a las necesidades educativas de los alumnos dentro del aula.

Tal como señala Cabrero (2006), todo este advenimiento digital no significa que el profesor será o esté siendo reemplazado por las tecnologías como ya ocurrió en la época del desarrollo industrial, sino que este tendrá que cambiar su rol en el aula cambiando sus metodologías, estrategias y actividades. Las TIC serán las herramientas utilizadas por los docentes para sumergirse en este mundo digital que le abrirá nuevas posibilidades de mejora conduciéndole a realizar procesos innovadores y novedosos, (Daza et al, , 2009). El precio a pagar, según Botero (2011), será la necesidad de una formación adecuada, actualizada y permanente que permita al docente usar software y programas informáticos que le permita un desarrollo, no solo en la competencia digital del docente, tal como señala la LOMCE (9 diciembre 2013), sino en habilidades didácticas vinculadas con el uso de las TIC dentro del aula.

Una de las herramientas más utilizadas por los docentes en la actualidad son los simuladores didácticos, considerados como herramientas cognitivas, según Jonassen (1996), ya que utilizan la capacidad del ordenador para amplificar, extender o enriquecer la cognición humana a través de la observación. Los simuladores tienen la capacidad de despertar destrezas relativas a los procesos de aprendizaje y que a su vez el propio alumno aprovechará para autorregular otras. Estas herramientas didácticas son utilizadas en la actualidad para trabajar la motivación en el aula por un lado y para desarrollar la capacidad de aprender a observar por otro, de manera que sean significativos los conocimientos que queremos que adquieran. Con esto queda claro que el uso de estas herramientas puede fortalecer la habilidad de la observación de la realidad, hecho que concuerda con una de las finalidades de mayor peso en las asignaturas de ciencias en educación secundaria.

Con este trabajo se pretende investigar sobre la eficacia de estas simulaciones estudiando su viabilidad como herramientas didácticas a utilizar en el aula. Se pretende saber si los alumnos pertenecientes a una determinada muestra desarrollan esa capacidad de observación a través de procesos virtuales representados en ellos. Concretamente se va a enfocar el estudio hacia las materias de Física y Química de segundo curso de bachillerato, como fuente de conceptos y procedimientos a adquirir por los alumnos con estos simuladores. Mediante una serie de cuestionarios se evaluará de forma estadística la eficacia de los mismos como agente facilitador y estimulante del aprendizaje.

1.2 Justificación del trabajo y su título.

Este trabajo surge a través de una motivación personal producida por la labor durante varios años como profesor de ciencias para las asignaturas de Física y Química,

la cual despertó la necesidad de investigar sobre distintas formas de transferir de forma efectiva, desde el punto de vista del aprendizaje, algunos de los conceptos que planteaban bastante dificultad en las enseñanzas de las materias anteriormente señaladas.

Por otro lado, la realidad de hoy en día en el aula está condicionada por varios factores. En primer lugar la masificación de las aulas como consecuencia de las incertidumbres económicas de las administraciones. En segundo lugar la excesiva extensión del currículo para las materias de física y química en el último curso de bachillerato. Y por último el elevado número de fenómenos y conceptos con enormes dificultades de comprensión para el curso en el que se encuentran inmersos.

Todos estos factores abren la necesidad de recurrir a estrategias y herramientas didácticas que agilicen los procesos de aprendizaje dentro del aula. Las simulaciones informáticas aparecen en el aula como elementos didácticos ideales y diseñados exclusivamente para tal fin y se concretizan para un concepto o fenómeno a estudiar. Se quiere probar si tienen realmente utilidad para transferir conocimientos de forma masificada, ratio medio de 25 alumnos por aula, en el último curso de Bachillerato en aquellos conceptos o procedimientos que presentan mayor dificultad para el alumno.

Puesto que el uso de simulaciones dentro del aula se está haciendo cada vez más extendido y fluido gracias a su versatilidad didáctica, se puede plantear la pregunta de ¿qué tan efectivos y motivadores son para un curso de segundo de bachillerato inmerso en las materias de química y física?. Es decir, interesa saber si son realmente eficientes para una transferencia de conocimientos de forma masificada en el aula y si sirven para desarrollar la capacidad de los alumnos para aprender a observar y a expresarse así como para que sean significativos los conceptos que se pretende que aprendan. Con el desarrollo de este trabajo se intentará dar respuesta a las cuestiones anteriormente planteadas.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema que concierne a este trabajo nace de la necesidad de recurrir a herramientas digitales para afrontar dificultades de comprensión, las cuales plantean para el alumnado algunos conceptos o fenómenos descritos que están incluidos en los contenidos del currículo de segundo de bachillerato para las asignaturas de Física y química. Los docentes necesitan saber si estas herramientas presentan esa utilidad que les caracteriza y en base a ello decidirse por utilizar la estrategia didáctica idónea para afrontar las dificultades del currículo.

Por ello este trabajo se elabora para tratar de dar respuesta a la problemática que se le plantea al docente cuando ha de decantarse por la utilización de estas herramientas en un entorno de aprendizaje caracterizado por una excesiva extensión del currículo, masificación de las aulas y dificultades en la comprensión de algunos fenómenos descritos en las materias de ciencias para un curso de segundo de bachillerato.

2.1 Objetivos

En el presente trabajo fin de máster se pretende alcanzar los siguientes objetivos.

Objetivo General:

- » Probar la eficacia del uso de simuladores en el aula como herramienta didáctica para facilitar el aprendizaje de las materias de Física y Química en grupos de alumnos de segundo curso de bachillerato.

Objetivos específicos:

- » Medir el grado de valoración que hacen los alumnos acerca del uso de simuladores en el aula como alternativa a la enseñanza tradicional.
- » Verificar las diferencias entre el uso de simuladores y la enseñanza tradicional en el aula con respecto a la comprensión de los contenidos utilizando cuestionarios pretest y postest en distintas muestras de alumnos.
- » Conocer el efecto motivacional que ejerce el uso de simuladores en el aula, para ello se buscará la opinión de los alumnos mediante una serie de ítems en un cuestionario.

2.2 Hipótesis Planteadas

En base a los objetivos que se han planteado para la realización de este trabajo, se formulan las siguientes hipótesis:

- ✓ El uso de simuladores en el aula permite que los alumnos tengan una mejor percepción de los fenómenos que se describen y en consecuencia aumenta su capacidad para resolver cuestiones teóricas sobre las mismas.
- ✓ El uso de simuladores en el aula actúa como agente motivador haciendo que el alumno sea más receptivo al aprendizaje en las materias con mayor dificultad de comprensión para ellos

2.3 Breve Justificación de la Metodología Utilizada.

Se va a trabajar con una serie de actividades encaminadas a comprobar que el uso de simuladores hará aumentar la eficacia en la comprensión de un fenómeno físico o químico, comprobando para ello que el alumno responde en mayor proporción de forma adecuada a distintas cuestiones teóricas relacionadas con el fenómeno descrito. Por tanto se utilizará la metodología cuantitativa y será de tipo cuasiexperimental ya que no se ejercerá ninguna influencia sobre otras variables que influyan directa o indirectamente sobre la conducta que estamos observando en el alumno y además, se aplica a grupos de alumnos ya formados en el aula.

En el diseño experimental se va a trabajar con dos grupos de alumnos de segundo curso de bachillerato para la asignatura de química y un grupo de física. Con uno de los grupos de química se trabajará como muestra de control, es decir se expondrán a metodologías en ausencia de herramientas digitales y limitándose a una mera síntesis expositiva del fenómeno por parte del profesor. El otro grupo de química será el grupo experimental con el cual se trabajarán los simuladores como estrategia didáctica. Para el grupo de física se basará en el método pretest-postest., se aplicará una evaluación previa a la explicación del fenómeno con el simulador (pretest) y luego otra con posterioridad a la utilización del simulador (postest). En ambos casos se ha realizado previamente una síntesis expositiva previa del fenómeno por parte del profesor en el aula.

2.4 Breve Justificación de la Bibliografía.

Con objeto de sustanciar el estudio de campo que se quiere hacer en el aula se hace necesario documentarse acerca de toda la temática que concierne al binomio simulador-aula: antecedentes, contextos teóricos y prácticos. Con ello se quiere establecer el marco teórico que sustente todas las argumentaciones teóricas y prácticas en las que se apoya todo este trabajo.

Dado que la finalidad que se pretende está referida a la utilidad didáctica de una herramienta basada en las TIC, el primer paso será esclarecer cuál es la situación actual de las herramientas digitales en el aula y su viabilidad, por ello un primer enfoque de búsqueda bibliográfica se centrará en esta temática.

Por otro lado cabe plantearse indagar en las razones por las que se ha de recurrir a este tipo de herramientas, es decir cuáles son las causas por las que los alumnos muestran dificultades a la hora de construir nuevos conocimientos a través de la observación de los fenómenos presentados en las materias de física y química para un curso de segundo de bachillerato. Se hará una revisión acerca de las causas por las que

los alumnos no aprenden ciencia, e indagar sobre las dificultades específicas en el aprendizaje de la química y de la física, tal como lo apuntan Pozo y Gómez (2009).

No se puede ignorar que el docente es quien tiene que seleccionar la herramienta cuando detecta la dificultad en los alumnos por tanto una revisión de su situación actual con respecto al uso de las nuevas herramientas digitales de uso educativo es también interesante para sustentar este estudio.

Estudiar el abanico de posibilidades de los simuladores también dará facilidades a la hora de seleccionarlo en base a su idoneidad. Por ello se hace imprescindible hacer una revisión bibliográfica acerca de la tipología, características, tendencias actuales y cualidades didácticas más atractivas de los simuladores.

Por último, el tipo de metodología que se va a utilizar en el aula puede influir fuertemente en las conductas que se quiere estudiar sobre todo en los aspectos motivacionales y en la participación activa del alumno. Por ello sería interesante hacer una revisión acerca de las distintas metodologías existentes y ver cuál es su mejor adaptabilidad al uso de simuladores en el aula.

Para entablar un marco teórico de calidad que sustente todas las argumentaciones que se realicen se ha consultado diversas fuentes bibliográficas en distintas instituciones: Biblioteca provincial de Huelva y Biblioteca de la Universidad de Huelva. No solo se ha acudido a material impreso sino también a recursos de documentación digital a través de buscadores: Google Académico, Dialnet, TESEO: base de datos de Tesis Doctorales del MEC, Latinindex y OEI: Revistas electrónicas.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Dificultades de aprendizaje para las asignaturas de ciencias en segundo de Bachillerato

Son muchos los autores, entre los que destacan Pozo & Gómez (2009), que no se privan en afirmar que existe una crisis educativa científica donde los continuos cambios y reformas educativas conducen a un continuo fracaso escolar en las asignaturas de ciencias en las aulas de secundaria. Las razones en las que se justifican, son los continuos cambios introducidos en los últimos años en los currículos de ciencias, en el marco general de las Reformas Educativas.

Estos cambios han propiciado unos contenidos conceptuales y procedimentales demasiado extensos para impartir su docencia durante un curso lectivo. Los contenidos mínimos para las asignaturas de segundo de bachillerato vienen recogidos el RD

1767/2007 donde aparecen núcleos temáticos en los cuales los alumnos muestran mayor grado de dificultad de comprensión. Dichos núcleos temáticos se inscriben en una orientación de la enseñanza de la física y la química como investigación (Furió, 2001), mostrando un mayor grado de dificultad para el alumno.

Por otro lado, los alumnos se encuentran perdidos dentro del conocimiento científico y ello justifica que los alumnos manifiesten actitudes incompatibles con la ciencia. Es decir, como si el alumno estuviese alejado de la ciencia aunque pase muchas horas como educando en las materias de ciencias y además cuando este se acerca a la ciencia parece no disfrutarla demasiado (Gómez y Crespo, 2009).

El hecho de aprender ciencias requiere usar una serie de modelos y representaciones de la naturaleza apropiados a la realidad. Con mucha frecuencia y sumado al grado de dificultad que antes citábamos, el docente utilice modelos inadecuados que no encuentran las referencias cognitivas en el alumno. Esto hace que en la mayoría de los casos el alumno recurre a un modelo de aprendizaje memorístico que le aporta un escaso conocimiento significativo. Para conseguir un acercamiento del alumno a la realidad científica se tendrá que facilitar que este haga representaciones o modelos más acordes con las concepciones científicas. Así, el docente debe actuar como guía y facilitador poniendo los medios necesarios, por ejemplo las simulaciones, para ayudarle a dar significado a las concepciones que ha de adquirir construyéndola en base a los conocimientos que ya tenía (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001).

La integración de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje es uno de los aspectos específicos que pueden intervenir de forma positiva (Méndez, 2012). Los simuladores son considerados como uno de esos facilitadores proporcionados por el docente en el aula para las asignaturas de ciencias en segundo de bachillerato.

3.2 Las herramientas digitales en el aula.

En los procesos enseñanza-aprendizaje que se producen en el aula, se requieren de muchos recursos didácticos que permitan la adquisición del conocimiento significativo que demanda el aprendizaje de las ciencias en los últimos cursos de secundaria. Existen muchos medios que proporcionan estos recursos didácticos, pero en los últimos años, y debido a la sociedad digital en la que estamos inmersos, toman gran importancia las TIC como fuente de herramientas digitales, entre estas herramientas y objeto de este trabajo están las simulaciones informáticas.

A pesar del enorme esfuerzo que han realizado las instituciones educativas a base de programas de inserción de las TIC en el aula, no termina por cuajar la integración de esta tecnología digital dentro de los centros educativos de forma sustancial. De hecho, autores como Adell (2006) señalan que el papel de las nuevas tecnologías no es relevante, por el momento, dentro de los centros y las instituciones educativas se han mostrado muy reacias a modificar sus quehaceres del día a día en el aula para introducir las posibles novedades que le permitan progresar y adaptarse a las nuevas demandas pedagógicas y didácticas. En consecuencia, se están desaprovechando todas las facilidades que le pueden ofrecer. Y cuando se habla de facilidades, no solo se refiere a hacer lo que se hacía antes pero con el ordenador, ni acceder a más información que la que puede proporcionar los libros de textos, sino modificar todo el modelo de enseñanza desde un punto de vista global: sistemas organizativos, adaptaciones curriculares, descentralización de funciones, autonomía, recursos, gestión del tiempo, etc. (Barroso Osuna 2004).

Dentro de este cambio de concepción global que puede introducir las TIC y siguiendo las ideas de Bartolomé (2006), se propicia una nueva visión acerca de la forma de transferir los conocimientos, una nueva dinámica de aprendizaje. Quizás se hayan dotado de tecnología los centros educativos pero no ha acabado por introducirse como herramienta didáctica que es lo realmente interesante desde el punto de vista de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Watkins (2002) advierte que instalar el hardware y hacer lo que se venía haciendo de forma tradicional no traerá muchas innovaciones al aula pero si con ello se consigue crear nuevos modelos de aprendizaje basados en estas tecnologías se podrían superar muchas de las dificultades que plantean las inquietudes del currículo de secundaria.

La introducción de los simuladores como herramientas didácticas viene de la mano del grado de inclusión de las TIC dentro de las aulas por tanto la capacidad del centro educativo para desarrollar las competencias para adaptarse a las nuevas tecnologías educativas. Por otro lado, la toma de decisión más relevante la tiene el docente ya que este será el factor determinante para la inclusión de los simuladores en el aula.

3.3 Metodologías didácticas más acordes con las simulaciones.

Las condiciones socioeconómicas actuales de nuestra sociedad han hecho emerger la necesidad de masificar las aulas con una media de 19,8 para centros públicos y 25,9 para centros privados en España (OCDE. 2009). Este hecho condiciona de forma clara

las metodologías y estrategias de aprendizaje a desarrollar dentro del aula para este número de alumnos por aula. Este elevado ratio de alumnos es la causa de que en la mayoría de los centros educativos hoy en día se siga apostando por estrategias metodológicas tradicionales.

Las simulaciones informáticas muestran una enorme versatilidad para adaptarse a las distintas metodologías de enseñanza que se llevan a cabo dentro del aula de bachillerato para las asignaturas de ciencias.

Para autores como Perales, Sierra, & Martínez (2007), el uso de la simulación se está extendiendo de forma significativa por toda la cultura científica debido a sus utilidades como modeladores de procesos y fenómenos. Con el objetivo de habituar al alumno de bachillerato a esta cultura del trabajo científico los autores proponen la inclusión de estas herramientas en el aula de bachillerato y así ofrecer la oportunidad de realizar pequeños trabajos de investigación basados en la metodología que lleva su nombre.

Pero, los simuladores no solo tienen interés didáctico como recurso soporte para pequeñas investigaciones sino que plantea una alternativa para casi todas las metodologías que en la actualidad utilizamos en el aula. De hecho, es éste el aspecto que hace que el uso de simuladores sea bastante enriquecedor desde el punto de vista didáctico, incluso para una metodología tradicional, apoyada en el uso de las TIC, los simuladores resultan de gran interés por las razones que se señalaba anteriormente en este trabajo: agente motivacional y fortalecer la capacidad de observación del alumno. Las oportunidades didácticas de estos simuladores abarcan desde la enseñanza individualizada, el alumno puede repetir las directrices de la simulación fuera del aula de forma reiterada hasta adquirir un aprendizaje significativo, hasta la investigación dirigida, pasando por las estrategias expositivas, conflicto cognitivo y contrastación de modelos, (Pozo y Gómez, 2009).

3.4 Tipologías y características actuales de las simulaciones

Según Giacosa, Giorgi y Concari (2009) los simuladores son visualizaciones gráficas de un proceso, situación o hecho observable reproducidas a través de editores gráficos informáticos, los cuales permiten establecer relaciones paramétricas entre las variables actuantes sobre dicho proceso. Los applets provienen del término application-let y están diseñados para poder ser incrustados en un servidor web y ser utilizado directamente. Incluso en algunos casos los autores dan autorización para descargarlos y

utilizarlos en los equipos informáticos personales (open source) lo cual representa una enorme ventaja con respecto a su uso en el aula.

Se distinguen dos tipos de simulaciones: cualitativos y cuantitativos. Los cualitativos simplemente reproducen de forma pictórica el fenómeno físico mientras que los cuantitativos permiten además modificar las variables independientes que intervienen en el proceso y así obtener resultados numéricos de las variables dependientes del proceso físico representado. Lo más característico de ambos es que permiten visualizar y explorar la simulación dentro de unos rangos de validez, (Bohigas, Jaen y Novell, 2003).

Para Giacosa, et al. (2009) las ventajas más significativas de del uso de las simulaciones en el aula son:

- Dan la oportunidad de reproducir fenómenos físicos y/o químicos difícilmente observables en la realidad o incluso en el laboratorio.
- Se trata de un valor añadido al mostrar el fenómeno observado mediante la animación.
- Permite modificar las variables independientes que influyen sobre el proceso.
- Aumenta el interés y la predisposición para el aprendizaje del alumno.
- Facilita la adquisición de contenidos conceptuales y procedimentales.
- Permite la elaboración de estrategias para la resolución de problemas
- Ofrece herramientas para registrar e interpretar información relevante relacionada con el fenómeno
- Gracias a la amplia variedad de datos que ofrece, permite validar las leyes físicas involucradas de forma cualitativa o cuantitativa.
- Sirve como medio de integración de los modelos teóricos con la experimentación.

A pesar de lo atractivo de todas estas características, hay que advertir que:

- Se requiere que el alumno tenga unos conocimientos científicos previos que le permita interpretar con éxito el fenómeno.
- Requiere un sacrificio de tiempo y estudio de viabilidad didáctica por parte del docente así como su competencia digital para el manejo y puesta en marcha.

- Hay que tener siempre presente que no son sustituciones de la realidad, sino mera simulaciones a la hora de extrapolar las conclusiones pertinentes.

3.5 Las simulaciones como agentes motivacionales en el aula.

Los autores cerezo y Casanova (2004) afirman que la motivación escolar es un factor muy a tener en cuenta debido a que puede llegar a tener una incidencia considerable dentro de los procesos de aprendizaje.

El poseer los conocimientos previos necesarios y las aptitudes en el aula no es suficiente para que el alumno sea conducido a través de sus procesos de aprendizajes de forma efectiva. Se hace necesario entonces una fuerza impulsora que oriente las actividades del alumno hacia la consecución de unos objetivos (Entwistle, 1988).

Según Alonso y Pardo (1990) las personas, por su naturaleza humana, buscan dar justificaciones a los fenómenos naturales que le rodean lo cual constituye una fuente de motivación ya que al encontrar dicha justificación dan por cumplida su curiosidad y le ayuda a controlar y comprender esos fenómenos. La introducción de las TIC en el aula, y con ellas las simulaciones, actúan como facilitadores de esta justificación, por tanto podrían considerarse como agentes motivadores.

Para Ruthven, Hennessy y Deanes (2005) el uso de las TIC dentro del aula produce una satisfacción del educando y además este lo percibe como algo importante ya que la interacción con estas tecnologías le permiten, en determinadas situaciones, descubrir fenómenos nuevos o tener una observación diferente de la realidad así como manipular y producir cambios en el entorno. Por otro lado las simulaciones constituyen ensayos de la realidad donde no existe el riesgo y permite cierto grado de autonomía en las manipulaciones y control de variables. Todo esto desemboca en el hecho de que se pueda considerar el uso de herramientas digitales, en este caso los simuladores dentro del aula, como un agente verdaderamente motivador.

Pero no se trata de un simple artilugio lúdico para usar en el aula, para que el uso de estas tecnologías implique un verdadero grado de motivación se requiere que estas herramientas queden integradas en las programaciones y se utilicen como fuente de novedades y acelere los procesos de aprendizaje. Las pautas docentes serán determinantes para realizar un aprendizaje con motivación, es el propio docente el que ha de despertar la curiosidad en el alumno y luego apoyarse en los simuladores para llevarla a cabo. Todo debe estar perfectamente estructurado e integrado en una

programación de aula que conduzca al alumno a un verdadero aprendizaje. El simple hecho de proyectar una simulación no resultará motivador a no ser que se mantenga despierto el interés y la curiosidad y todo dependerá de la actitud del docente en el aula.

Muchas veces este interés recae en la propia concienciación de que es verdaderamente útil sí permite una mejor comprensión de los contenidos que los propios alumnos categorizan como difíciles, Marchisio (2003).

3.6 Competencia digital del docente en el uso de las simulaciones.

La era digital a la que se aludía al principio ha dejado obsoleto el concepto de profesor como única fuente de información para el alumno, ahora la cantidad de información es abusiva y debe ser seleccionada tanto por el profesor como por el alumno. No solo la información debe ser tamizada sino también las nuevas formas de aprendizaje, destrezas en la selección, tratamiento y búsqueda de la información.

Tal como señala Adell (1997), el profesor ahora ha de pasar de ser un simple suministrador de conocimientos a ser un facilitador y guía de aprendizaje en la nueva época de competencias digitales. Según Amar (2006), el docente más que mostrar la información al alumno debe enseñar a seleccionar la información que proporcione un conocimiento de calidad, es decir se ha de pasar de la cantidad a la calidad.

Para desarrollar nuevas formas de aprendizaje que den respuestas positivas a las dificultades que se les plantea a los alumnos en las asignaturas de física y química en los últimos cursos de bachillerato se dispone de muchos recursos en internet, entre ellos las simulaciones. Pero los profesores requieren ser críticos en la selección de estos recursos puesto que han de buscar la idoneidad del recurso frente a la dificultad que se le plantea (Marques Graells, 2007).

Los simuladores y applets debido a su versatilidad pueden mostrar esta idoneidad para las dificultades encontradas en secundaria, pero será el docente quien determine esta idoneidad y se decida por su inclusión en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Para encontrar esta idoneidad y hacer una selección correcta se requiere que el profesor adopte e implemente las TIC en su quehacer diario en el aula, es decir que adquiera una competencia en este ámbito y se convierta en el elemento clave, (Pelgrum y Law, 2003). Tal como señalan Ferro, Martínez y Otero (2009) conseguir el recurso ideal cada vez resulta más fácil debido a que los recursos cada vez son más potentes, fiables, rápidos y versátiles por el continuo avance en las tecnologías de software y hardware.

Esto es indicativo de que la tarea de selección del recurso didáctico para el docente es cada vez más fácil una vez adquirida la competencia en el manejo de las TIC.

4 MATERIAL Y MÉTODO

4.1 Población y características de la muestra

Para comenzar el presente estudio se tiene que considerar en primer lugar cuál es la población sobre la que se quiere indagar, es decir el conjunto de individuos sobre el que se quiere estudiar el fenómeno y a partir de esta se elige un subconjunto de individuos sobre el que se realizan las observaciones y se recogen los datos, a este subconjunto se le llama muestra.

La población de este estudio se corresponde con todos los alumnos de segundo de Bachillerato que cursan las asignaturas de Física o Química en Andalucía. Mientras que la muestra seleccionada es una muestra sesgada ya que se ha elegido un centro en concreto para realizar la investigación que se está llevando a cabo. Se ha elegido un centro privado de enseñanza de educación secundaria y bachillerato. La muestra la componen el total de los alumnos que cursan las asignaturas de química y física en segundo curso de bachillerato en un centro de enseñanzas de Bachillerato de la Provincia de Huelva: Colegio Maristas Colón. En la siguiente tabla se recogen las características de estos grupos.

Tabla 1: Características de los grupos de alumnos donde se toman las muestras.
Elaboración propia

Curso	modalidad	asignatura	Horas/semana	Número de Alumnos
2º bachillerato Grupo A	Salud	Química	4	21
2º Bachillerato Grupo B	Tecnológico	Química	4	30
2º Bachillerato Grupo A	Tecnológico	Física	4	21

En cuanto al perfil académico del alumno que integra la muestra de estudio, en la siguiente tabla se reúnen los datos más relevantes referentes a los alumnos integrantes de la muestra elegida.

Tabla 2: Características académicas de la muestra de alumnos. Elaboración propia.

Nivel Educativo	2º Bachillerato modalidad Ciencias
Número de Alumnos	72
Nº alumnos con asignaturas pendientes de 1º curso de Bachillerato	12
Nº alumnos con Física-Química pendientes de 1º curso de Bachillerato	2
Nota media 1º BCH	7,3
Nota Media 1º evaluación en Física y Química	7,8
Nº suspensos 1º evaluación en Física y Química	25
Nota Media 2º evaluación en Física y Química	6,86
Nº suspenso 2ª evaluación en física y Química	21

4.2 Instrumentos para la toma de datos.

Como instrumentos de recogida de datos se han elaborado dos cuestionarios, los cuales constan de dos partes diferenciadas que abordan dos dimensiones de análisis diferentes.

El primer cuestionario está destinado a los alumnos del grupo que cursa la asignatura de física de segundo de Bachillerato y se encuentra en el anexo I. El segundo cuestionario, el cual se adjunta en el anexo II, está dirigido a los alumnos que cursan la asignatura de química de segundo de bachillerato, en este caso se trata de dos grupos, uno corresponde a la modalidad de bachillerato de ciencias de la salud y el otro a la modalidad de bachillerato de tecnológico.

En la primera parte se plantean cinco cuestiones teóricas dimensionadas hacia la medida de la capacidad del alumno para contestar a cuestiones teórico-práctica referidas a unos contenidos concretos del currículo establecido dentro del marco legal a través del Real decreto 1467/2007 de 2 de Noviembre. En la siguiente tabla se detallan los epígrafes de dicho Real Decreto sobre los que se han elaborado las cuestiones teóricas y se ha hecho una exposición de contenidos. Como material de apoyo para la exposición de los conceptos se han utilizado los libros de texto de los autores Díaz, García y Marinas (2011), para la materia de física y Díaz, Maraña y Utrera (2011) para la materia de Química de segundo de bachillerato. Para su realización, y buscando una máxima simplicidad y rapidez, se ha de elegir la única respuesta correcta de entre cuatro alternativas posibles para cada cuestión en la primera parte.

Tabla 3: Contenidos a evaluar en los cuestionarios durante el estudio de campo. Elaboración propia.

Curso	asignatura	Núcleo temático (RD 1467/2007)	Unidad Didáctica Epígrafe (RD 1467/2007)
2ºbachillerato A y B	Química	Ácidos y bases	Concepto de pH. Cálculo y medida del pH en disoluciones acuosas de ácidos y bases. Importancia del pH en la vida cotidiana.
2ºBachillerato A	Física	Interacción Electromagnética	Inducción Electromagnética. Ley de Lenz-Faraday

En una segunda parte se tiene otras cinco preguntas que están dimensionadas en busca de la opinión de los alumnos acerca de la utilidad de los simuladores como elementos didácticos que le facilitan y motivan sus procesos de aprendizaje en el aula.

En la siguiente tabla se recoge las características de los dos cuestionarios diseñados:

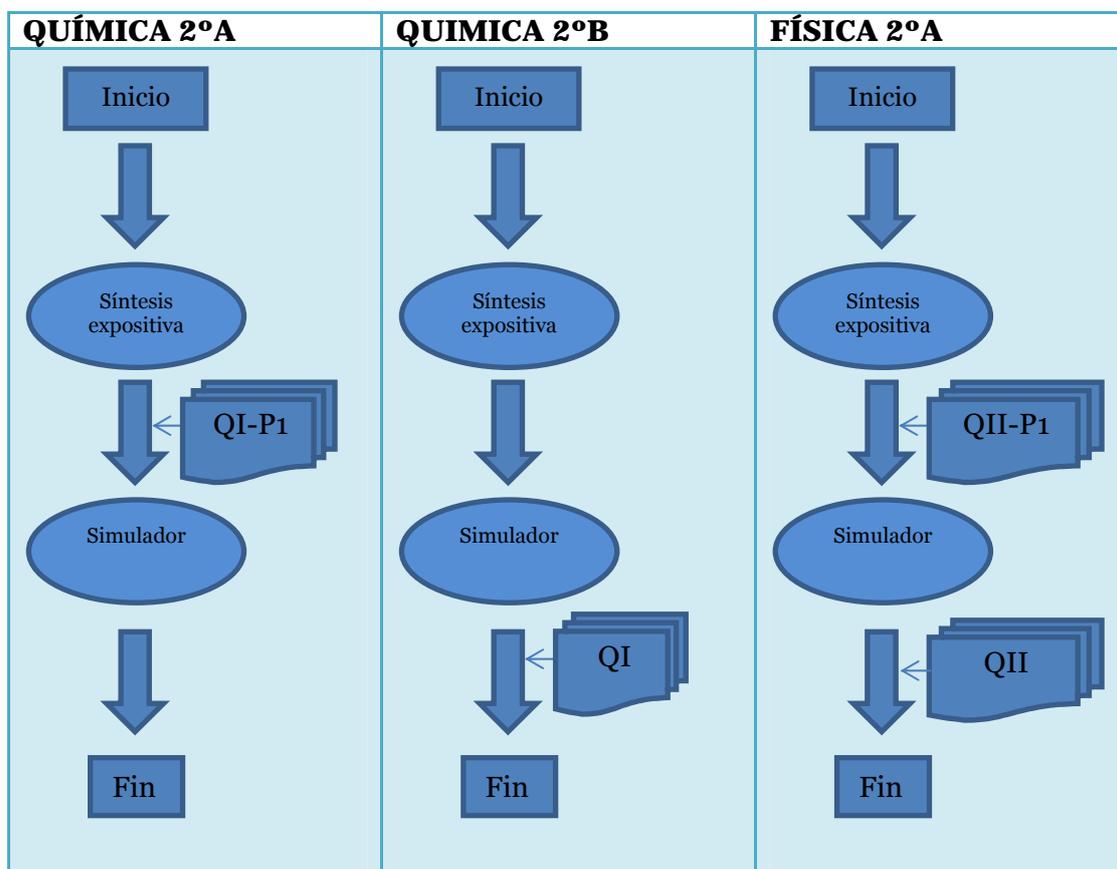
Tabla 4: Cuestionarios para la recogida de datos en las muestras de alumnos. Elaboración propia

Cuestionario	Alumnos	Dimensión/contenido	Anexo
Cuestionario QI	Física 2º	Parte 1(P1): Medida de la capacidad de observación mediante Cuestiones teóricas relativas al contenido detallado en la tabla 3. Parte 2(P2): Opinión del alumnado sobre el uso de simuladores en el aula	I
Cuestionario QII	Química 2º	Parte 1(P1): Medida de la capacidad de observación mediante Cuestiones teóricas relativas al contenido detallado en la tabla 3. Parte 2(P2): Opinión del alumnado sobre el uso de simuladores en el aula	II

Los cuestionarios aquí elaborados fueron diseñados por el autor de este trabajo contando con la colaboración el profesor que imparte las asignaturas de física y química en el centro donde se realizó el estudio. Las preguntas y cuestiones se han diseñado bajo las ideas y estudios de los autores Giacosa, Giorgi y Concari (2009) quienes llevaron a cabo un trabajo de investigación educativa con cuestionarios cuyas características eran muy similares a las del presente estudio. Los cuestionarios han sido elaborados en un lenguaje ameno y acorde a una mejor comodidad para el alumno.

4.3 Método de análisis de los resultados obtenidos

La estrategia que se ha llevado a cabo para el análisis es diferente para cada grupo de alumnos. Un diagrama de procesos donde se reflejan las actuaciones hechas con los grupos se presenta a continuación:

Ilustración 1: Diagrama de flujos para la toma de datos. Elaboración propia.

En la etapa de inicio se hace una breve explicación al alumnado en qué va a consistir dicha investigación y se les invita a participar de forma voluntaria.

En la síntesis expositiva se hace una explicación a modo de introducción detallada de todos los conceptos relacionados con la primera parte del cuestionario correspondiente, de manera que los alumnos obtengan los conocimientos suficientes para contestar correctamente a los cuestionarios.

La simulación siempre se expone a continuación de la síntesis expositiva para que sirva de complemento, ya que se usa como facilitador de aprendizaje. En los anexos III y IV se describen los simuladores utilizados para cada cuestionario. Los conceptos y modelado que describen ambos simuladores se corresponden con los epígrafes descritos en la tabla 3. Después de exponer la simulación el profesor aclaraba las dudas y cuestiones que plantearan los alumnos en referente a su uso e interpretación

La metodología aplicada a los tres grupos permite intercalar los cuestionarios en distintas etapas del proceso con lo que se puede conocer la influencia de los simuladores

haciendo una comparativa entre los distintos grupos y situaciones. Como se señalaba en la justificación de la metodología, para el grupo de física se aplicará el método pretest-postest, se realizará una evaluación previa, a través del cuestionario, a la explicación del fenómeno con el simulador (pretest) y luego otra con posterioridad a la utilización del simulador (postest). Por otro lado para la prueba de química se ha evaluado a uno de los grupos (grupo química 2ºA) previa a la exposición del simulador y al otro grupo (grupo química 2ºB) posterior a la exposición de la simulación para establecer la comparativa.

4.4 Variables estudiadas a través de los cuestionarios.

Las variables que serán estudiadas a través de este estudio de campo se describen en la siguiente tabla:

Tabla 5: Variables analizadas en el estudio de campo. Elaboración propia.

Variable	Estadístico analizado	Descripción
Eficacia de las simulaciones	Variación en las frecuencias absolutas para los aciertos expresadas en $\Delta\%$	Se mide la variación en los porcentajes de aciertos para las cuestiones propuestas en las simulaciones
Efecto motivador de las simulaciones	Frecuencia absoluta expresada en porcentajes para la actitud favorable	A través de una serie de ítems, el alumno debe seleccionar según desee reflejar una actitud positiva o negativa
Valoración de la utilidad de estas herramientas	Frecuencia absoluta expresada en porcentajes para la actitud favorable	A través de una serie de ítems, el alumno debe seleccionar según desee reflejar una actitud positiva o negativa
Valoración del docente ante el uso de las simulaciones	Frecuencia absoluta expresada en porcentajes para la actitud favorable	A través de una serie de ítems, el alumno debe seleccionar según desee reflejar una actitud positiva o negativa

El tratamiento estadístico que se aplicará a los resultados que se obtienen con cada uno de los cuestionarios se describe en detalle a continuación

4.5 Tratamiento estadístico de los datos obtenidos.

A los resultados obtenidos se le han hecho un tratamiento estadístico sencillo con el objeto de establecer las relaciones pertinentes que permitan esclarecer las discusiones adecuadas. Se ha hecho un análisis descriptivo a través de frecuencias y porcentajes resaltando también la respuesta modal.

En primer lugar se han analizado los datos obtenidos a partir de la primera parte de los cuestionarios QI-p1 y QII-p1 donde se busca el grado de comprensión de los conceptos expuestos a través de los simuladores y la síntesis expositiva de los contenidos a evaluar dentro del cuestionario. Aquí se ha calculado la frecuencia absoluta de cada respuesta y a la respuesta acertada se han calculado su frecuencia absoluta expresada en porcentaje. Se ha indicado también cuál es la respuesta modal y su valor. El resultado más relevante que se busca es la variación porcentual que se produce entre las evaluaciones previas y posteriores a la simulación.

Para la segunda parte el alumno debe seleccionar un ítem de manera que manifieste su posición con la afirmación que se plantea. Dicha manifestación se refleja en respuestas que presentan el siguiente formato:

- Totalmente en desacuerdo*
- En desacuerdo*
- De acuerdo*
- totalmente de acuerdo.*

Donde el alumno debe seleccionar solo una de las opciones propuestas.

Las respuestas son del tipo politómicas para cada ítem con cuatro posibles respuestas: Los ítems favorables hacia la utilización de estas herramientas se han calificado con una puntuación máxima de cuatro puntos para TA y 1 punto para TD. En el caso del ítem P8 al tratarse de una proposición invertida se ha volcado la valoración de 1 a 4 con el objeto de conseguir que una puntuación favorable sea de 3-4 puntos. A través de estos cinco ítems se ha invitado a los alumnos constituyentes de la muestra seleccionada a dar su opinión acerca la viabilidad didáctica de estas herramientas y su posible utilidad en otras áreas o temáticas de las mismas materias. Se ha intentado desvelar el carácter motivador de estos simuladores cuestionando a los alumnos acerca de su atractivo didáctico y facilitador.

5 RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Resultados obtenidos a través de los cuestionarios.

Los resultados obtenidos en cada cuestionario se presentan tabulados a continuación.

En primer lugar se muestran los datos referidos al cuestionario relacionado con las cuestiones teóricas sobre la materia de química para el primer grupo de control, grupo B

Tabla 6: Datos recogidos a través del cuestionario Q-I Para el grupo 2ºB en la asignatura de química. Elaboración Propia

Grupo.Q-2ºB	Cuestionario –QI-P1				N=30 alumnos			
Evaluación posterior a la simulación								
Pregunta	fi				Respuesta correcta	% aciertos	Moda/respuesta	
	a)	b)	c)	d)				
1	4	24	1	1	b	80%	24(b)	
2	3	1	1	25	d	86,7%	26(d)	
3	0	2	26	2	c	86,7%	26 (c)	
4	21	3	4	2	a	70%	21(a)	
5	2	2	19	7	c	63,3%	19 (c)	
Media						77,3%		

En la siguiente tabla se recogen los datos para el cuestionario del grupo A referido a las cuestiones planteadas relacionadas con la materia de química con posterioridad a la simulación:

Tabla 7: Datos recogidos a través del cuestionario Q-I Para el grupo 2ºA en la asignatura de física. Elaboración Propia

Grupo.Q-2ºA	Cuestionario –QI-P1				N= 21alumnos			
Evaluación previa a la simulación								
Pregunta	fi				Respuesta correcta	% aciertos	Moda/respuesta	
	a)	b)	c)	d)				
1	3	16	2	0	b	76,2%	16(b)	
2	2	0	0	19	d	90,5%	19(d)	
3	1	3	17	0	c	80,5%	17(c)	
4	12	1	5	3	a	57,1%	12(a)	
5	1	0	14	6	c	66,7%	14(c)	
Media						74,2%		

En las dos próximas tablas se muestran los resultados obtenidos al aplicar el método pretest-postest en las simulaciones para el grupo A en la materia de físicas:

Tabla 8: Datos recogidos a través del cuestionario Q-II Para el grupo 2ºA en la asignatura de física (Pretest): Elaboración Propia

Grupo.F-2ºA	Cuestionario –QII-P1	N= alumnos 21	Pretest
-------------	----------------------	---------------	---------

Pregunta	fi				Respuesta correcta	% aciertos	Moda/respuesta	
	a)	b)	c)	d)				
1	0	1	0	20	d	95,2%	20(d)	
2	2	14	3	2	b	66,7%	14(b)	
3	5	2	3	10	d	47,6%	12(c)	
4	0	1	1	19	d	90,5%	19(d)	
5	2	12	2	6	a	57,1%	12(b)	
Media							71,42	

Tabla 9: Datos recogidos a través del cuestionario Q-II Para el grupo 2ºA en la asignatura de física (Postest): Elaboración Propia

Grupo.F-2ºA	Cuestionario –QII-P1				N=21 alumnos	Postest		
Pregunta	fi				Respuesta correcta	% aciertos	Moda/respuesta	
	a)	b)	c)	d)				
1	0	1	0	20	d	95,2%	20(d)	
2	2	13	3	3	b	61,9%	13(b)	
3	0	2	1	18	d	85,7%	18(d)	
4	0	1	0	20	d	95,2%	19(d)	
5	0	16	1	4	a	76,2%	16(b)	
Media							82,8%	

Conocidos y agrupados los datos estadísticos, se calcula a continuación las variaciones que se han producido al realizar la primera parte de los cuestionarios donde se evalúa el grado de comprensión de los contenidos. Para cada una de las cuestiones planteadas se calcula la variación en el porcentaje de aciertos y en base a estas variaciones se calcula la variación media para el total de las preguntas obteniéndose los resultados que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 10: Datos de variaciones porcentuales para ambos cuestionarios; previos y posteriores a las exposiciones con la simulación. Elaboración Propia.

Cuestionario QI-P1 grupos A y B			Cuestionario QII-P1 grupo A		
%aciertos Pre-simulación	%aciertos Post-simulación	$\Delta\%$	%aciertos Pretest	%aciertos Pretest	$\Delta\%$
76,2%	80%	3,8%	95,2%	95,2%	0%
90,5%	86,7%	-3,8%	66,7%	61,9%	-4,8%
80,5%	86,7%	6,2%	47,6%	85,7%	38,1%
57,1%	70%	12,9%	90,5%	95,2%	4,7%
66,7%	63,3%	-3,4%	57,1%	76,2%	19,1%
Valores medios					
74,2%	77,3%	3,14%	71,4%	82,8%	11,4%

A continuación se han recogido los datos obtenidos a partir de la segunda parte de los cuestionarios donde a través de los ítems P6 a P10 se pide al alumnado su opinión sobre varios aspectos relacionados con las simulaciones. Se han recogido en dos tablas diferentes los datos para cada grupo.

Tabla 11: Datos obtenidos a través del cuestionario QI-p2 para pedir la opinión del alumnado sobre la utilidad de las simulaciones: grupo B. Elaboración Propia.

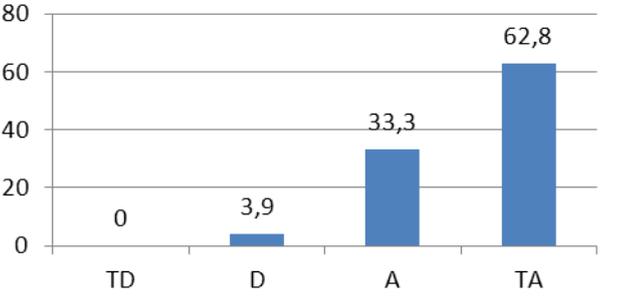
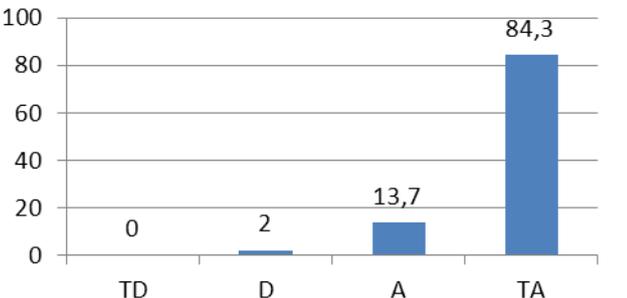
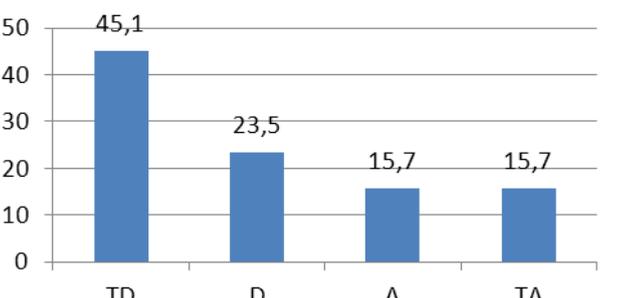
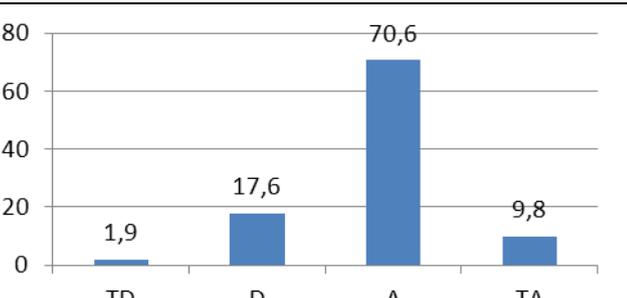
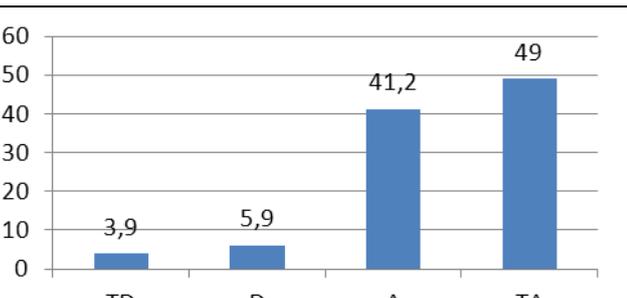
Grupo.Q-2ºB		Cuestionario –QI-P2				N=30
Pregunta	Valor	TD	D	A	TA	Moda/respuesta
		6	1	2	3	
	fi	0	2	11	17	
7	1	2	3	4	25(TA)	
	fi	0	0	5	25	
8	4	3	2	1	12(TD)	
	fi	12	7	3	8	
9	1	2	3	4	20(A)	
	fi	1	6	20	3	
10	1	2	3	4	12(A)	
	fi	2	3	12	13	
Media						

Tabla 12: Datos obtenidos a través del cuestionario QI-p2 para pedir la opinión del alumnado sobre la utilidad de las simulaciones: grupo A. Elaboración Propia.

Grupo.F-2ºA		Cuestionario –QI-P2				N=21
Pregunta		fi				Moda/respuesta
		TD	D	A	TA	
6	Valor	1	2	3	4	15(TA)
	fi	0	0	6	15	
7	Valor	1	2	3	4	19(TA)
	fi	0	1	2	18	
8	Valor	4	3	2	1	11(TD)
	fi	11	5	5	0	
9	Valor	1	2	3	4	16(TD)
	fi	0	3	16	2	
10	Valor	1	2	3	4	12(TD)
	fi	0	0	9	12	
Media						

Por último, en la siguiente tabla se muestran los diagramas de barras para las frecuencias absolutas expresadas en porcentajes en la segunda parte de ambos cuestionarios, se ha hecho una suma ponderada para los dos grupos:

Tabla 13: Diagrama de barras para las frecuencias absolutas para P6-P10. Elaboración Propia.

Pregunta QI-P2 y QII-P2	Diagrama de barras para frecuencias absolutas (%)										
<p>6: Resulta más fácil la comprensión de estos fenómenos en clase cuando se usan estos simuladores informáticos.</p>	 <table border="1" data-bbox="715 383 1342 680"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Frecuencia Absoluta (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TD</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>3,9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>33,3</td> </tr> <tr> <td>TA</td> <td>62,8</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Frecuencia Absoluta (%)	TD	0	D	3,9	A	33,3	TA	62,8
Categoría	Frecuencia Absoluta (%)										
TD	0										
D	3,9										
A	33,3										
TA	62,8										
<p>7: Cuando el profesor utiliza estas tecnologías en el aula es porque está más interesado en que aprendamos lo que nos explica.</p>	 <table border="1" data-bbox="715 707 1342 1005"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Frecuencia Absoluta (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TD</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>13,7</td> </tr> <tr> <td>TA</td> <td>84,3</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Frecuencia Absoluta (%)	TD	0	D	2	A	13,7	TA	84,3
Categoría	Frecuencia Absoluta (%)										
TD	0										
D	2										
A	13,7										
TA	84,3										
<p>8: Estos simuladores sirven para entender los conceptos sin necesidad de que el profesor nos explique los conceptos previamente.</p>	 <table border="1" data-bbox="715 1032 1342 1330"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Frecuencia Absoluta (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TD</td> <td>45,1</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>23,5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>15,7</td> </tr> <tr> <td>TA</td> <td>15,7</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Frecuencia Absoluta (%)	TD	45,1	D	23,5	A	15,7	TA	15,7
Categoría	Frecuencia Absoluta (%)										
TD	45,1										
D	23,5										
A	15,7										
TA	15,7										
<p>9: Nos ayudan, pero no serían necesarios en todos los casos, sino solo en aquellos apartados más difíciles de entender del temario de cada asignatura.</p>	 <table border="1" data-bbox="715 1357 1342 1655"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Frecuencia Absoluta (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TD</td> <td>1,9</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>17,6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>70,6</td> </tr> <tr> <td>TA</td> <td>9,8</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Frecuencia Absoluta (%)	TD	1,9	D	17,6	A	70,6	TA	9,8
Categoría	Frecuencia Absoluta (%)										
TD	1,9										
D	17,6										
A	70,6										
TA	9,8										
<p>10: El hecho de que me enseñen las cosas con los simuladores resulta más atractivo y me anima mucho más a tratar de entender las cosas.</p>	 <table border="1" data-bbox="715 1682 1342 1980"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Frecuencia Absoluta (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TD</td> <td>3,9</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>5,9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>41,2</td> </tr> <tr> <td>TA</td> <td>49</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Frecuencia Absoluta (%)	TD	3,9	D	5,9	A	41,2	TA	49
Categoría	Frecuencia Absoluta (%)										
TD	3,9										
D	5,9										
A	41,2										
TA	49										

Se puede comprobar como los resultados conducen a una respuesta mayoritaria en cada caso, hecho que se discutirá a continuación.

5.2 Discusiones acerca de los resultados obtenidos en los cuestionarios.

A continuación se va a discutir los resultados obtenidos en este trabajo de investigación teniendo en cuenta en todo momento que el conjunto de limitaciones en lo referente al muestreo sesgado y el tamaño de la muestra reducida. Por otro lado, hay que tener en consideración que se han quedado muchas variables por controlar a la hora de llevar a cabo la investigación en el aula, tales como conocimientos previos de los alumnos, tipología de centro, selección del simulador, etc.

A pesar de lo expuesto anteriormente se ha hecho una discusión comparativa con las conclusiones de otros autores que han realizado previamente estudios de campo de la misma índole teniendo como protagonistas a los simuladores en el aula.

5.2.1 Cuestionario QI-P1 para grupos A (control) y B.

Se trata de una batería de cinco cuestiones referidas a los conceptos de acidez basicidad y pH en disoluciones acuosas, estos conceptos se han desarrollado en base a los contenidos del libro de texto de los autores Díaz, Maraña y Utrera (2011). En cada una de las cuestiones obtenidas el porcentaje de aciertos es elevado tanto previa como posteriormente a la simulación expuesta. Resaltar que en este caso la evaluación ha sido a través de un mismo cuestionario pero para distintas muestras (grupo A previa a la simulación y grupo B posterior a la simulación).

Para el grupo A el porcentaje medio de respuestas acertadas está en 74,2% lo cual es bastante significativo y muestra un nivel de comprensión bastante alto de los conceptos evaluados. Hay que tener en cuenta que por lo general los alumnos suelen tener dificultades en la interpretación del pH como medida de fortaleza de un ácido o base (Martin, Gómez y Gutiérrez ,2000), lo cual es indicativo de que los alumnos que integran la muestra poseen conocimientos bastantes consolidados sobre los contenidos mostrados.

Para el grupo B, el porcentaje medio fue de 77,3% con una evaluación con posterioridad a la exposición del simulador. El simulador mostraba un modelado de disoluciones acidas y básicas donde se podía determinar el nivel de pH y establecer las concentraciones de las especies iónicas. Aparentemente no es un incremento muy significativo con el que sacar conclusiones contundentes. Si se analiza cada una de las

cuestiones de la evaluación se puede extraer que se produce incluso una disminución en el porcentaje de aciertos. La causa podría estar en la diferencia de las muestras ya que una de ellas corresponde al grupo A y el otro al grupo B lo cual ha podido conducir a establecer dichas diferencias. Otra de las causas se puede atribuir al hecho de que las preguntas 2 y 5 han resultado con incremento negativo en el porcentaje de aciertos debido a que los conceptos que involucran no tengan relevancia con la simulación expuesta y se deba simplemente a una distribución aleatoria de aciertos para la repetitividad del experimento.

El incremento positivo más significativo se encuentra en 4 con un aumento del 12,9% y el hecho que se describe en esta cuestión sí que es modelado por completo a través del simulador. Este hecho vendría acorde con los estudios establecidos por otros autores como Sánchez, Sierra y Martínez (2005), que acuerdan en sus conclusiones que existen diferencias cuantitativas y significativas entre los conceptos adquiridos a través de simuladores y los grupos de control sin esas herramientas didácticas.

5.2.2 Análisis de los resultados del Cuestionario QII-P1 grupo A para el método Pretest-Postest.

En este caso se trata de cinco cuestiones referidas a los contenidos de inducción electromagnética para los contenidos de física de 2º Bachillerato. Se parte de la idea de que el entendimiento de las leyes de Faraday y Lenz del electromagnetismo por parte del alumno requiere de gran esfuerzo de comprensión y observación de los modelados. Autores como Giacosa, Giorgi, y Concani (2009); Ré, Arena y Giubergia (2012) afirman que para muchos estudiantes existen serias dificultades para generar o interpretar las representaciones de estos fenómenos y más aún relacionarlas entre sí y con ello justifican el advenimiento de la usabilidad de los simuladores en física universitaria y preuniversitaria.

Aquí se utilizó el método pretest y postest alcanzando un porcentaje de aciertos de 71,4% hasta 82,8% respectivamente. Se puede así esclarecer que el incremento aquí conseguido es más significativo que para el caso del cuestionario correspondiente a la materia de química. Solo para una de las cuestiones teóricas, se ha producido un incremento negativo de aciertos con un -4,8%. Este valor podría deberse a que quizás la simulación haya producido alguna contra aclaración con respecto a la síntesis expositiva previa por el profesor. Para el resto de preguntas se han producido incrementos positivos siendo el incremento medio en el porcentaje de aciertos de 11,4% siendo muy notables en las cuestiones planteadas llegando a un incremento del 38% para 3.

Estos resultados concuerdan con los estudios previos de autores como Ré, Arena y Giubergia (2012) quienes estudiaron este tipo de simulaciones en laboratorios virtuales de física referidos a la inducción electromagnética en grupos universitarios de primer curso con los que se establecieron incrementos de hasta un 48% en el número de respuestas satisfactorias. La aparición de un mayor porcentaje de aciertos para este cuestionario QII frente al cuestionario QI se puede deber a varias razones:

La simulación resulta mucho más efectiva en este caso por establecer relaciones entre las variables que intervienen de forma mucho más clara que a través de la síntesis expositiva.

La muestra sometida al pretest y postest es la misma, caso contrario a la realizada en QI donde la evaluación previa a la simulación se realizó a un grupo y la posterior a otro.

La materia objeto de estudio, electromagnetismo frente a conceptos de pH, tiene bastante peso pues el alumnado tiende a adquirir, desde el punto de vista cognitivo, esos conceptos de forma muy diferente ya que la modelación del fenómeno a describir puede verse favorecida más en un caso que en otro.

Por último se podría añadir que autores como Palacios, Fernández y Sánchez (2005) han realizado estudios que corroboran esta afirmación asegurando que el acople de simuladores a metodologías innovadoras frente a la tradicional consigue una adquisición de conocimientos significativos muy superior respecto a la tradicional.

5.2.3 Análisis de los resultados de los Cuestionarios QI-P2 y QII-P2 referidos al grado de satisfacción con la exposición de las simulaciones.

En la segunda parte de los cuestionarios ofrecidos a los alumnos se aportan los cinco ítems descritos en la tabla 12, se discute a continuación los resultados obtenidos en cada uno de ellos.

P6: Resulta más fácil la comprensión de estos fenómenos en clase cuando se usan estos simuladores informáticos.

La media obtenida en este caso es de 3,5 y 3,71 (media 3,6) lo cual indica que la mayoría del alumnado asume ese incremento favorable para la mejora de la comprensión de los fenómenos descritos, en suma hasta un 96% de los alumnos encuestados están totalmente de acuerdo con la afirmación de este ítem. Este dato revela que los alumnos ven estas herramientas didácticas como útiles y facilitan la comprensión de los fenómenos que se describen.

P7: Cuando el profesor utiliza estas tecnologías en el aula es porque está más interesado en que aprendamos lo que nos explica.

El 84% del alumnado consultado en este trabajo está totalmente de acuerdo con esta afirmación. Uno de los factores detonantes de esta afirmación se puede atribuir al hecho de que el profesor que imparte las materias de física y química en el centro donde se ha realizado el estudio usa frecuentemente este tipo de herramientas en el aula, de hecho posee una página web de acceso a todos los simuladores que expone en clase para que los alumnos puedan practicar desde casa en base a un autoaprendizaje o aprendizaje por descubrimiento. El resto de profesores del centro no usan con frecuencia estas herramientas por ello podríamos atribuir este hecho al elevado porcentaje de alumnos que están totalmente de acuerdo.

Una de las razones a las que se le atribuye el uso de este tipo de herramientas en las aulas por parte del docente, resulta de las limitaciones de los recursos económicos y materiales que obliga a recurrir a simulaciones virtuales informatizadas. Es decir, por no disponer de tiempo y material de laboratorio, se acude a estas simulaciones informáticas, (Ferro, Martínez y Otero, 2009).

p8: Estos simuladores sirven para entender los conceptos sin necesidad de que el profesor nos explique los conceptos previamente

A los alumnos a los que se les ha cuestionado este ítem ha estado mayoritariamente en desacuerdo en un 45%, aunque el 30% estaría totalmente de acuerdo o de acuerdo. La posible disonancia podría deberse a una confusión ya que muchos de los alumnos interpretaron que esos conceptos previos eran relativos al manejo de los simuladores y no a los conocimientos previos necesarios para interpretar con éxito el fenómeno que queremos simular. En consecuencia se podría dar por nulo los resultados de este ítem y no tomarlo en consideración para las conclusiones pertinentes.

p9: El hecho de que me enseñen las cosas con los simuladores resulta más atractivo y me anima mucho más a tratar de entender las cosas.

El 41% de los alumnos muestran estar de acuerdo con esta afirmación y un 49% muestra estar totalmente de acuerdo lo cual hace pensar que han percibido notoriamente la función de estímulo de aprendizaje que conlleva el uso de estas herramientas. Algunos autores que han investigado este campo de la motivación asociada a los simuladores afirman que la causalidad de este aspecto motivador nace de la interactividad entre el

modelado y el alumno ya que le permite comprender aspectos de cierta dificultad para ellos (Ré, Arena y Giubergia (2012).

p10: Nos ayudan, pero no serían necesarios en todos los casos, sino solo en aquellos apartados más difíciles de entender del temario de cada asignatura.

Casi la totalidad de los alumnos está de acuerdo con esta afirmación y con ello se interpreta que los alumnos estudiados están trasladando la necesidad de un complemento didáctico a través de estas herramientas hacia otros puntos del currículo donde se plantea un cierto grado de dificultad en la comprensión de los contenidos. Resaltar que el 70,6% afirmaba estar de acuerdo y solo un 9,8% afirmaba estar completamente de acuerdo, esto refleja que los alumnos no muestran una contundencia en la afirmación y podría deberse a la incertidumbre que emerge de no conocer que otras partes del currículo presentan dificultades para ello y no haber experimentado las simulaciones en esa parte del currículo.

6 PROPUESTA PRÁCTICA

6.1 Introducción.

Reflexionando acerca de los resultados que se han obtenido sobre la eficacia y motivación que pueden llegar a proporcionar los simuladores en el aula se va a proponer a continuación diversas formas prácticas de integrar este tipo de herramientas en otro tipo de metodología alternativa a la enseñanza tradicional para las materias en la que se ha trabajado en este estudio. Es decir, visto que las simulaciones han resultado tener un efecto positivo en el estudio de campo que se ha realizado en este trabajo, se va a proponer la inclusión de estas herramientas didácticas estudiando su viabilidad y haciendo las recomendaciones de las características más idóneas que debe reunir este tipo de simulaciones. La propuesta práctica se va a centrar en su inclusión dentro de la metodología de aprendizaje por descubrimiento.

En este apartado se busca hacer una propuesta de intervención en la que se va a extender el uso de las simulaciones más allá de la transmisión de los conocimientos a través de una simple simulación. Se pretende que las simulaciones se utilicen en el aula como vía de introducción de otras metodologías más activas y enfocadas hacia la búsqueda de un aprendizaje significativo que se sustente en la metodología de enseñanza por descubrimiento.

Se ha elegido esta metodología porque tras hacer la revisión bibliográfica se detectó que es en éste tipo de estrategia de aprendizaje donde más se hacen inclusiones de las simulaciones informáticas como herramientas didácticas. Para este tipo de metodología se va a proponer una estrategia de integración de las simulaciones justificando su utilidad y analizando sus ventajas e inconvenientes como herramienta didáctica

6.2 Propuesta de simulación para el aprendizaje por descubrimiento

“La mejor manera de aprender algo es descubriéndolo, por tanto, la enseñanza de las ciencias debe estar dirigida a facilitar ese descubrimiento” (Pozo y Gómez, 2009, p.274). Si se toma al pie de la letra las palabras de estos autores, las actividades del día a día en el aula de segundo de bachillerato para las asignaturas de ciencias deberían desarrollarse inmersas de actividades diseñadas a la observación, identificación de variables, experimentación, interpretación de resultados y reflexión final del proceso. Pero la problemática que se describía con anterioridad en este trabajo referida a la masificación de las aulas y la excesiva extensión del currículo a impartir en un periodo de tiempo particularmente corto previo a las pruebas de acceso a la Universidad, hace que esta metodología sea prácticamente improbable de llevar a cabo de forma continuada durante el curso.

En muchas ocasiones la dificultad no solo se encuentra en la comprensión de los conceptos sino también en los procedimientos y actitudes de carácter científico asociados. Esto conlleva que los alumnos en la mayoría de las ocasiones mantengan concepciones erróneas acerca de la ciencia que se les desea enseñar, por ello el papel de los simuladores sería de gran utilidad en el aprendizaje de estos procedimientos ya que se pueden ayudar a superar las dificultades que se señalaban anteriormente (Perales, Vílchez y Sierra, 2004).

Por otro lado las simulaciones informáticas hoy en día permiten llevar a cabo actividades encaminadas a que el alumno el alumno investigue y encuentre sus propias respuestas. En la actualidad éstas permiten, no solo representar un proceso o un fenómeno complejo de la realidad, sino manejar las variables que intervienen en el fenómeno estudiado, realizar cálculos numéricos con dichas variables así como realizar las modificaciones necesarias. Todo esto le conduce hacia un aprendizaje basado en el descubrimiento simulado.

Mediante las simulaciones se pueden proporcionar interactividad entre el alumno y el fenómeno simulado de manera que esto puede conducir al alumno en su manejo hacia

el descubrimiento de sus propias respuestas y conclusiones acerca del fenómeno descrito. Rodríguez Illera (2004) alude a que esta interactividad puede favorecer el denominado “aprendizaje natural” donde el interactuante realiza una prueba sin concepción teórica donde acaba equivocándose pero al volver a probar, modifica su conducta rectificando hasta que finalmente aprende.

La simulación que permite una interactividad puede hacer posible que el aprendizaje sea significativo ya que el hecho de que el alumno pueda interactuar con las variables de la simulación permite que el experimentador encuentre sus propias respuestas ante el modelado de la realidad que se le plantea y ello le conduce al descubrimiento a través de la simulación.

Con todo lo reflexionado, las características indispensables que han de poseer estas simulaciones para llevar a cabo esta metodología por descubrimiento son las siguientes:

- La interactividad es la característica más importante e ineludible para este tipo de aprendizaje ya que sería la vía de acceso al descubrimiento permitiendo la toma de decisiones entre diferentes alternativas.
- Debe fomentar el aprendizaje significativo y el diseño de la simulación tienen que servir de guía al alumno hacia el descubrimiento.
- Permitir hacer un enfoque ensayo-error para la resolución de problemas
- Permitir experimentar en tiempo real o acelerado
- Reducir costes en recursos con respecto a las investigaciones in situ del laboratorio
- Reproduce los aspectos esenciales del proceso a estudiar
- Permitir realizar cálculos matemáticos complejos y esto hace que el alumno se concentre en los aspectos más procedimentales.
- Facilidad de uso y diseño con una finalidad didáctica.
- Debe abarcar el mayor número de variables en cuanto al control y manipulación de la simulación. Al menos estas variables deben ser las de mayor relevancia para la comprensión del fenómeno o proceso.
- Debe ser diseñado para un aprendizaje autónomo cuando ya el alumno posee cierta formación científica previa para analizar y comprender el fenómeno simulado

A modo de síntesis se exponen a continuación las ventajas y desventajas de las simulaciones para este tipo de metodología:

Tabla 14: ventajas y desventajas de las simulaciones en el aprendizaje por descubrimiento. Elaboración propia

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Permite hacer un enfoque ensayo-error para la resolución de problemas ✓ Permite experimentar en tiempo real o acelerado ✓ Fomenta el aprendizaje significativo ✓ Reduce costes en recursos con respecto a las investigaciones in situ del laboratorio ✓ Son fáciles de usar y están diseñados para una finalidad didáctica. ✓ Permite realizar cálculos matemáticos complejos y esto hace que el alumno se concentre en los aspectos más procedimentales 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Queda limitado al diseño del simulador ✓ No se pueden considerar como sustituciones de los hechos reales ✓ Implica un diseño ms complejo del software de simulación ✓ La simulación no abarca el total de las variables que afectan al fenómeno estudiado ✓ Se debe facilitar y orientar en el manejo del software al alumno y el docente ✓ Consume tiempo y dedicación ✓ Se requiere formación científica previa del alumno para analizar y comprender el fenómeno simulado ✓ Deben integrarse informes de los alumnos acerca de las actividades realizadas

6.3 Los Laboratorios Virtuales: una propuesta práctica para el aprendizaje por descubrimiento en el aula.

El uso de simuladores permite diseñar actividades de investigación para las materias de Física y química de bachillerato y con ello se persigue incluir a los alumnos en una cultura científica actualizada. Por otro lado se consigue que las simulaciones sean concebidas por los alumnos como herramientas versátiles donde investigar y experimentar.

Sánchez, Sierra, Martínez y Perales (2005) se animaron a probar que la enseñanza de algunos fenómenos físicos mediante trabajos de investigación con ayuda de los simuladores permite que los alumnos obtengan un aprendizaje más significativo de los conceptos procedimentales que para el caso de un aprendizaje por transmisión de conocimientos.

Las prácticas de laboratorio para la asignatura de química y física son imprescindibles para adquirir las destrezas necesarias de una enseñanza de calidad. Pero son muchas las limitaciones que aparecen a la hora de llevarlas a cabo durante el curso: tiempo, recursos materiales, exposición a peligros, etc. Por tanto los simuladores basados en laboratorios virtuales de química ofrecen enormes ventajas para llevar a cabo experimentos químicos o físicos que pueden implicar elevados costes y la exposición a peligros derivados del manejo y utilización de sustancias químicas.

En la actualidad la implantación más notoria de las simulaciones dentro de los procesos de aprendizaje por descubrimiento son los denominados laboratorios virtuales basados en las simulaciones (LVBS), (Ré, Arena y Giubergia, 2012). En este tipo de simulaciones lo que se hace es mostrar los aspectos más relevantes de los procesos que se han de llevar a cabo en el laboratorio de manera que se permite el manejo de distintas variables, parámetros o condiciones con el objetivo de que el alumno alcance las destrezas necesarias vinculadas a los procesos de aprendizaje procedimentales.

Para finalizar se propone a continuación el diseño de una sesión que sirve como guía de introducción del uso de simuladores en el aula para un curso de segundo de bachillerato en la materia de física. Se ha tomado como ejemplo el diseño de una sesión con simulación para introducir la metodología por descubrimiento para los contenidos de física.

Tabla 15: diseño de sesión con simulaciones para desarrollar la metodología de aprendizaje por descubrimiento en el aula. Elaboración propia

<p>Materia: Física. Interacción Electromagnética. 2º Bachillerato</p>
<p>Tiempo aproximado de duración: 2 horas (dos sesiones de aula)</p>
<p><u>Contenidos</u></p>
<p>Introducción a los fenómenos de inducción electromagnética. Las experiencias de Henry y Faraday. Recogidos en el núcleo temático de inducción electromagnética presente en el RD 1467/2007, de 2 de noviembre.</p>
<p><u>Recursos indispensables:</u></p>
<ul style="list-style-type: none"> • Equipo informático para cada alumno que permita la visualización de la simulación una vez descargado en el mismo • Proyector y pantalla de visualización donde el profesor pueda hacer las explicaciones-guía en el manejo de la simulación
<p><u>Simulador</u></p>
<p>Para esta sesión diseñada se ha elegido el siguiente simulador por ser unos de los que permite mayor interactividad entre la simulación y el alumno. Su ubicación en la red es: http://phet.colorado.edu/en/simulation/magnets-and-electromagnets Sus características más destacables son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se puede descargar de forma fácil y gratuita (open source) • Permite una gran interactividad entre el alumno y los parámetros físicos representados • Dispone de distintas visualizaciones • Permite realizar cálculos matemáticos complejos y mostrar los valores de distintas variables. <p>(en el anexo IV se muestran algunas capturas de pantalla que permite ver las visualizaciones del simulador)</p>

Objetivos a alcanzar:

- Saber interpretar los experimentos de Faraday y Henry en base a los conocimientos de los campos magnéticos y los aplica a situaciones cotidianas.
- Desarrollar el espíritu crítico y el afán de conocer el mundo exterior que nos rodea basándose en sus fenómenos físicos de la inducción magnética.
- Descubrir las modificaciones que producen cambios en las variables que intervienen en el fenómeno descrito a través de la simulación.
- Saber interpretar los fenómenos descritos a través de las simulaciones y realizar acciones de prueba-error para descubrir las relaciones entre las variables estudiadas en la simulación

Actividad a desarrollar**Actividad 1: extraída de Díaz, García y Marinas (2011).**

Actividad: Considere las dos experiencias siguientes: i) un imán frente a una espira con un amperímetro y ii) la espira con amperímetro frente a otra espira con un generador de corriente eléctrica y un interruptor:

a) Copie y complete el cuadro siguiente:

		¿Existe B en la espira?	¿Varía el flujo magnético a través de la espira?	¿Existe corriente inducida en la espira?
i)	imán acercándose			
	imán quieto			
	imán alejándose			
ii)	interruptor abierto			
	interruptor cerrado			
	Al abrir o cerrar el interruptor			

b) A partir de los resultados del cuadro anterior razone, con la ayuda de esquemas, la causa de la aparición de corriente inducida en la espira.

7 CONCLUSIONES

Todo el desarrollo del trabajo de campo y la revisión bibliográfica lleva a enmarcar todo lo expuesto anteriormente a lo largo de esta investigación en los siguientes puntos:

- El uso de simulaciones ha probado ser un complemento con rendimiento positivo que, ante la problemática de la masificación de las aulas y las excesivas extensiones del currículo de bachillerato, ha dado respuesta en forma de aumento de la eficacia para la comprensión de los contenidos que plantean mayor dificultad para el alumnado.
- Los alumnos han mostrado aumentar su capacidad para responder de manera acertada a las cuestiones que se les habían planteado cuando se les expone a los contenidos a través de las simulaciones como complemento de apoyo. Este hecho revela la eficacia de las simulaciones cuando se utilizan estas herramientas en el aula como medio de apoyo a la docencia. Con ello se confirma la primera hipótesis que se había planteado para los simuladores con respecto a su eficacia como herramienta didáctica.

- Mediante la metodología pretest y posttest aplicada a un mismo grupo se ha puesto a la luz una mayor eficacia en los resultados favorables esperados con respecto a la aplicación a distintos grupos de las herramientas de simulación.
- Los alumnos no solo se han mostrado favorables a la utilización de este tipo de herramientas en el aula sino que incluso muestran su interés por la ampliación de estas estrategias hacia otros contenidos que les planteen dificultades en su comprensión e interpretación.
- Los alumnos reconocen el factor motivacional positivo en el uso de estas simulaciones cuando en el aula predomina una metodología transitiva del conocimiento. Este reconocimiento permite confirmar la segunda hipótesis que se había planteado al comienzo de este trabajo.
- Los alumnos valoran, aunque no con absoluta contundencia, la actitud e interés del docente cuando les expone a este tipo de herramientas y ello se traduce en confirmar que estas estrategias en el aula sirven como nexos de unión entre profesores y alumnos tratando de evitar el divorcio entre alumnos y profesor de ciencias al que tanto se alude para justificar el fracaso de las asignaturas de ciencias en los cursos de bachillerato.

8 LIMITACIONES Y LINEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURA.

8.1 Limitaciones

Con respecto a las restricciones y limitaciones que se han encontrado durante todo el proceso de investigación cabría señalar los siguientes puntos:

1. La muestra de alumnos sobre la que se ha hecho el estudio es sesgada ya que se trata de dos grupos específicos de un mismo centro educativo con unas características determinadas, por tanto el proceso de muestreo se ha reducido simplemente a la elección de un grupo determinado en un centro determinado con lo cual no da posibilidad de realizar ningún contraste de hipótesis formulando una hipótesis alternativa.
2. Durante la fase de experimentación con las simulaciones no se han tenido en consideración algunos factores influyentes que deberían haberse tomado en consideración. En primer lugar aparece la franja horaria en la que se realizaron los estudios con los cuestionarios ya que estos se realizaron a última hora y a finales de semana. En segundo lugar los contenidos que fueron objeto de estudio en las cuestiones planteadas en los cuestionarios se seleccionaron para que

coincidieran con la fecha de realización de este estudio por lo que hubo cierta arbitrariedad en la selección de los contenidos a evaluar.

La selección de los simuladores utilizados para el trabajo de campo así como la validación de las cuestiones e ítems presentes en los cuestionarios ha sido realizada por el profesor tutor de los alumnos y ello implica cierta incertidumbre en la idoneidad de los simuladores y la relevancia de las cuestiones planteadas en los cuestionarios ya que el estudio de idoneidad ha sido muy reducido debido a la falta de tiempo entre otros factores.

8.2 Líneas de investigación futura.

Con respecto al planteamiento de posibles investigaciones futuras, se señala que este estudio ha puesto en evidencia la eficacia de estas herramientas para un determinado curso y materia, por tanto podría ampliarse al resto de contenidos que planteen mayor grado de dificultad para las materias de Física y Química en el mismo curso así como al resto de cursos para la etapa de educación secundaria tanto obligatoria como post-obligatoria. Se propone en un futuro un estudio de idoneidad de los simuladores para cada parte del temario que entrañe mayor dificultad en el alumno. Este estudio de idoneidad se tendría que realizar con una muestra de alumnos mucho más amplia y representativa de toda la población que curse esa misma materia con la intención de no caer en las mismas limitaciones que han condicionado el presente trabajo.

Los simuladores hoy en día, y cada vez más, son incluidos en plataformas educativas que integran el uso de estas herramientas en un entorno web 2.0. Esta tecnología puede facilitar la inclusión de los simuladores en estos entornos educativos ya que la interconectividad que lleva asociada los simuladores hace que estos jueguen un papel destacado como herramientas didácticas.

A pesar de que las asignaturas de física y química abarcan la descriptiva de la mayoría de los fenómenos naturales que se consideran esenciales en el currículo de ciencias de la etapa secundaria, existen otras asignaturas susceptibles de complementarse con simulaciones informáticas que podrían aprovecharse de la eficacia que en este estudio se ha comprobado y así ampliarse hacia otros campos del currículo de secundaria.

En la revisión bibliográfica se ha detectado que los simuladores juegan un papel relevante en los cursos iniciales universitarios donde recientemente un gran número de

estudios ha probado la eficacia de la simulación para algunos contenidos de la materia de física y química. Estos estudios podrían proyectarse también sobre la etapa secundaria post-obligatoria donde se podría aprovechar el diseño de los entornos simulados a nivel universitario y adaptarlos a los puntos del currículo de la etapa de secundaria que presentan mayor grado de dificultad para los alumnos.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Adell, J. (1997). Tendencias En educación en la sociedad de las tecnologías de la información, *EduTec*, 7, 1-22, Recuperado de: http://nti.uji.es/docs/nti/Jordi_Adell_EDUTECHtml
- Adell, M. A. (2006). *Estrategias Para mejorar el rendimiento académico de los adolescentes*. Madrid: Pirámide.
- Alonso Tapia, J. Y Pardo, A. (1990). *Motivar En el aula*. Madrid: Ediciones De la Universidad Autónoma.
- Amar, V. (2006). Planteamientos Críticos de las nuevas tecnologías aplicadas a la educación en la sociedad de la información y de la comunicación. *PixelBit. Revista De medios y educación*, 27, 1-6. Recuperado de: <http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n27/n27art/art2706.htm>
- Barroso Osuna, J. (2004). *Organización Del centro escolar. La Organización de los medios y las nuevas tecnologías en los centros educativos*. Sevilla: Ediciones Digital @tres. Recuperado de: <http://diarium.usal.es/ammoraga/Textos%20resumen%20Ingelmo/barrosoorganizacion.pdf>
- Bartolomé, A.y Aiello, M. (2006). *Nuevas Tecnologías y necesidades formativas: Blended Learning y nuevos perfiles en comunicación audiovisual*. *Telos. Cuadernos De Comunicación e Innovación*, 67, 1-13. Recuperado de: http://www.lmi.ub.es/personal/bartolome/articuloshtml/06_Telos.pdf
- Bohigas, X.; Jaén, X. y Novel, M. (2003). *Applets en la enseñanza de la física*. *Enseñanza de las Ciencias*. 21 (3): 463-472. Recuperado de: <http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/25/23>
- Botero Quiceno. H. J. (2011). *Aportaciones generales de las TIC en los procesos educativos*. *Revista educación y pensamiento*, 18, 46-52. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3884501.pdf>
- Cabero Almenara, J. (2007). *Las necesidades de las TIC en el ámbito educativo: oportunidades, riesgos y necesidades*. *Tecnología y Comunicación Educativas*, 21, n 45. Recuperado de <http://investigacion.ilce.edu.mx/tyce/45/articulo1.pdf>

- Canales, R., & Marquès, P. (2007). Factores de buenas prácticas educativas con apoyo de las TIC. *Educar*, 39, 115-133. Recuperado de: http://www.quadernsdigitals.net/datos/hemeroteca/r_73/nr_794/a_10571/10571.pdf
- Cerezo, M. T. Y Casanova, P. F. (2004). Diferencias De género en la motivación académica de los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica De Investigación Psicoeducativa*, 2, 97-112. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2044877.pdf>
- Daza Pérez, E., Gras-Marti,A., Gras-Velázquez, A., Guerrero, N., Guevara, A., Gurrola Togasi,A., Joyce, A., Mora-Torres, E., Pedraza, Y., Ripoll. E, Santos, J. (2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. *Revista de Aniversario: Educación Química*. 1, 320-329. Recuperado de: http://www.educacionquimica.info/descargapermitida.php?Id_articulo=1127
- Díaz, A.M., García J., Marinas, E., A. (2011). Física. Bachillerato. Madrid: Bruño
- Díaz, P., Maraña, B., Utrera, A. (2011). química. Bachillerato. Madrid: Bruño.
- Entwistle, N. (1988). La Comprensión del aprendizaje en el aula. Barcelona: Paidós/MEC.
- Furió, C. 2001, La enseñanza-aprendizaje de las ciencias como investigación: un modelo emergente. *Investigaciones en didáctica*, 20, 15-42. J. Guisaosla. Recuperado de http://intercentres.edu.gva.es/iesleonardodavinci/Fisica/Articulos/web_fisica_quimica.pdf
- Galagovsky, L. y Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19, 231-242. Recuperado de: <http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v19n2p231.pdf>
- Jonassen , D.H. (1996). *Computers in the classroom: Mindtools for critical thinking*. Englewood Cliffs, New Jersey:Prentice-Hall.
- Ley Orgánica 2/2006, del 3 de Mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, 106, de 4 de Mayo del 2006.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Boletín Oficial del Estado, 295, de 10 de diciembre de 2013

- Marchisio, S. (2003) Tecnología, Educación y Nuevos ambientes de aprendizajes. Una revisión del campo y derivaciones para la capacitación docente. Revista RUEDA, 5, 23-31. Recuperado de : <http://www.uned.es/catedraunescoead/publicued/pbco1/artic1.htm>
- Marqués Graells, P. (2007). Claves para una buena integración de las TIC En los centros docentes. Ponencia Impartida en la “XXII Semana Monográfica De la Educación” De la Fundación Santillana, 16. Madrid. Recuperado de: <http://www.fundacionsantillana.org/SemanaMonografica/XXII/Inicio.htm>
- Mártin M. J., Gómez M. A., Sagrario Gutiérrez M., (2000). La Física y la Química en Secundaria. Madrid: Narcea.
- Martín Sánchez M., Martín Sánchez M.T., (2007). Ideas para hacer trabajos experimentales en el aula con alumnos de niveles no universitarios. En Pinto Cañón G., Aprendizaje activo de la Física y de la Química.(pp.17-26). Madrid : Sirius. Recuperado de: <http://quim.iqi.etsii.upm.es/vidacotidiana/Apract2007.pdf>
- Méndez, D. (2012). Cambio motivacional realizado por las TIC en los alumnos de secundaria de Física. Revista Miscelánea de Comillas, 70 (136), 199-224. Recuperado de: <http://revistas.upcomillas.es/index.php/miscelaneacomillas/article/view/724>
- Pelgrum, W. J. Y Law, N. (2003). ICT In education around the world: trends, problems and prospects. Paris: UNESCO.
- Perales Palacios, F. J., Sierra Fernández, J. L., & Martínez López, S. (2007). Aprendiendo Física en Bachillerato con simuladores informáticos. Alambique:Didáctica de las ciencias experimentales, (51), 89-97. Recuperado de : http://hum613.ugr.es/produccion-cientifica/revistas/ver_detalle/59956/
- Perales Palacios, F. J., Sierra Fernández, J. L., & Sánchez, A. (2005). El aprendizaje de la física en bachillerato: Investigación con simuladores informáticos versus aula tradicional. Enseñanza de las ciencias (Extra Congreso), 1-5. Recuperado de: http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp253aprfis.pdf
- Perales, F.J., Vílchez, J.M. y Sierra, J.L. (2004). Imagen y educación científica. Cultura y Educación, 16(3),289-304. Recuperado de: repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/16006/1/41106_1.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, 2, 2-18. Recuperado de: <http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/7694/pontes2.pdf?sequence=1>
- Pozo Municio, J. I., & Gómez Crespo, M. Á. (2009). Aprender y enseñar ciencia. Madrid: Morata S.L.
- Ré M. A., Arena L. E., Giurbergia M. F. (2012). Incorporación de TICs a la enseñanza de la Física. Laboratorios virtuales basados en simulación. Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación. 8, 16-22. Recuperado de: <http://teyet-revista.info.unlp.edu.ar/nuevo/files/No8/TEYET8-arto2.pdf>
- Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas. BOE núm. 266, de 6 de noviembre de 2007.
- Rodríguez Illera, J. L. (2004) El aprendizaje virtual. Enseñar y aprender en la era digital. Argentina:Homo Sapiens Ediciones
- Ruthven, K., Hennessy, S. Y Deanes, R. (2005). Incorporating Internet Resources into classroom practice: Pedagogical Perspectives and strategies of secondary-school subject teachers. Computers And Education, 44, 1-34. Recuperado de : <http://mro.unimelb.edu.au/sites/default/files/public/.../researchreport2006.pdf>
- Silvana Giacosa N., Giorgi S. M. y Concarì S. B. (2009). Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería .19. Recuperado de: http://www.ing.unrc.edu.ar/raei/archivos/img/arc_2012-02-22_23_27_35-191.pdf
- Soto C. F., Martínez Senra A. I. y Otero Neira M.C. (2009). Ventajas del uso de las tics en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. Edutec, 29. 31-39. Recuperado de : <http://sedici.unlp.edu.ar/.../02Incorporación+de+TICs+a+la+enseñanza.pdf>
- Watkins, A., (2002). Hacia Una sociedad de la información sin barreras. Biblioteca Virtual del Grupo De Tecnología Educativa De la Universidad De Sevilla, 1-27.Recuperado El 29 De marzo de 2007 De: <http://tecnologiaedu.us.es/nweb/htm/bibliovir.docs.asp>

10 ANEXOS

10.1 Anexo I: Cuestionario I: grupo 2ºA para asignatura de física

	Cuestionario QI		
	Curso :2ºBachillerato	Asignatura :FÍSICA	
	Grupo: A	Fecha : 18/03/2014	
	Simulador/Applet:1-FBII		

En relación al fenómeno de inducción electromagnética descrito a través de la ley de Lenz y Faraday, para cada una de las siguientes cuestiones, elige la respuesta correcta:

1 -¿Si aproximamos o alejamos un imán hacia una espira, en qué situación aparece un campo magnético sobre la espira?

- a) Imán alejándose
- b) imán quieto
- c) Imán acercándose
- d) Todas las anteriores son correctas

2 -El campo magnético creado por un imán inmóvil en las proximidades de una espira

- a) Produce una corriente inducida en la espira en función de la polaridad más próxima a la espira
- b) produce un flujo magnético a través de la espira
- c) Es constante en intensidad en cualquier punto pero su dirección cambia con la posición
- d) Todas las anteriores son correctas

3 -¿En qué situación aparece una corriente inducida sobre la espira?

- a) Imán alejándose o acercándose.
- b) Haciendo girar el imán en las proximidades de la espira.
- c) Haciendo girar la espira en las proximidades del imán.
- d) Todas las anteriores son correctas.

4 -¿Cómo podríamos cambiar el sentido de la corriente inducida en una espira al desplazar el imán?

- a) Variando el número de líneas de campo que atraviesan la superficie de la espira.
- b) Cambiando la polaridad del imán en las aproximaciones de la espira.
- c) Alejando y acercando la espira cuando se mantiene inmóvil el imán.
- d) b) y c) son correctas.

5 -En un generador se obtiene corriente al tener un imán en las proximidades de una bobina

- a) siempre, y si lo hacemos girar obtenemos una corriente alterna.
- b) solo si varía el flujo del campo sobre la bobina haciendo girar el imán.
- c) nunca, puesto que no atraviesa flujo magnético la bobina.
- d) Ninguna de las anteriores es correcta.

Nota: Este cuestionario es totalmente confidencial, y los datos extraídos se utilizarán para la elaboración del Trabajo Fin de Máster (TFM) del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria.

¡Gracias por colaborar!

	Cuestionario QI		
	Curso :2º Bachillerato	Asignatura :FÍSICA	
	Grupo: A	Fecha : 18/03/2014	
	Simulador/Applet:1-FBII		

A continuación queremos que nos des tu opinión sobre la utilización de estos simuladores o applets en clase:

6.-Resulta más fácil la comprensión de estos fenómenos en clase cuando se usan estos simuladores informáticos			
<input type="checkbox"/> Totalmente en desacuerdo	<input type="checkbox"/> en desacuerdo	<input type="checkbox"/> de acuerdo	<input type="checkbox"/> totalmente de acuerdo
7.-Cuando el profesor utiliza estas tecnologías en el aula es porque está más interesado en que aprendamos lo que nos explica.			
<input type="checkbox"/> Totalmente en desacuerdo	<input type="checkbox"/> en desacuerdo	<input type="checkbox"/> de acuerdo	<input type="checkbox"/> totalmente de acuerdo
8.-Estso simuladores sirven para entender los conceptos sin necesidad de que el profesor nos explique los conceptos previamente.			
<input type="checkbox"/> Totalmente en desacuerdo	<input type="checkbox"/> en desacuerdo	<input type="checkbox"/> de acuerdo	<input type="checkbox"/> totalmente de acuerdo
9.-Nos ayudan, pero no serían necesarios en todos los casos, sino solo en aquellos apartados más difíciles de entender del temario de cada asignatura.			
<input type="checkbox"/> Totalmente en desacuerdo	<input type="checkbox"/> en desacuerdo	<input type="checkbox"/> de acuerdo	<input type="checkbox"/> totalmente de acuerdo
10.-El hecho de que me enseñen las cosas con los simuladores resulta más atractivo y me anima mucho más a tratar de entender las cosas.			
<input type="checkbox"/> Totalmente en desacuerdo	<input type="checkbox"/> en desacuerdo	<input type="checkbox"/> de acuerdo	<input type="checkbox"/> totalmente de acuerdo

Nota: Este cuestionario es totalmente confidencial, y los datos extraídos se utilizaran para la elaboración del Trabajo Fin de Máster (TFM) del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria.

¡Gracias por colaborar!

10.2 Anexo II Cuestionario II : grupo 2ºA y 2ºB para asignatura de Química

	Cuestionario QII		
	Curso :2ºBachillerato	Asignatura :QUÍMICA	
	Grupo: A/B	Fecha :17/03/2014	
	Simulador/Applet:1-Q2T5		

En relación a los conceptos de pH para disoluciones ácidas o básicas, para cada una de las siguientes cuestiones, elige la respuesta correcta:

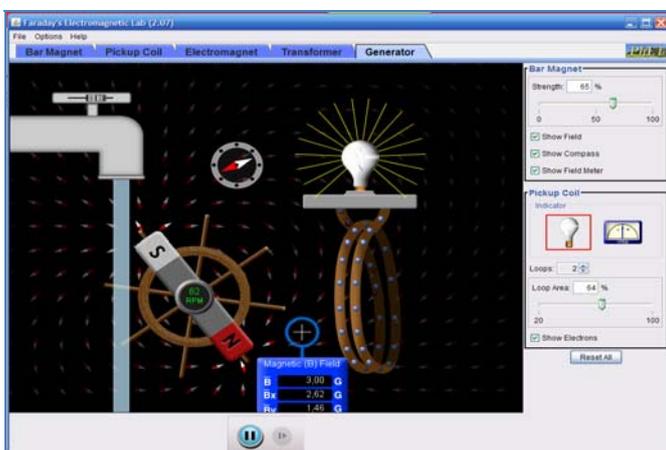
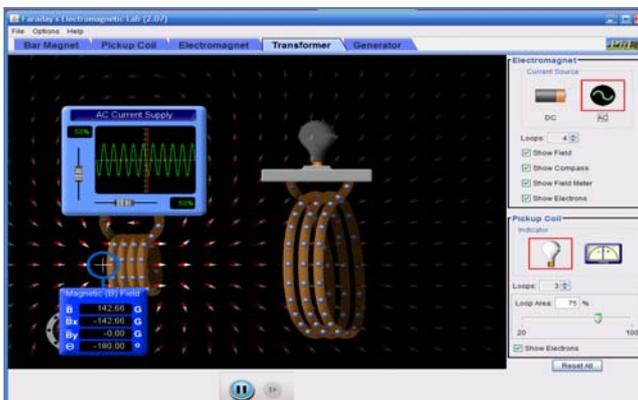
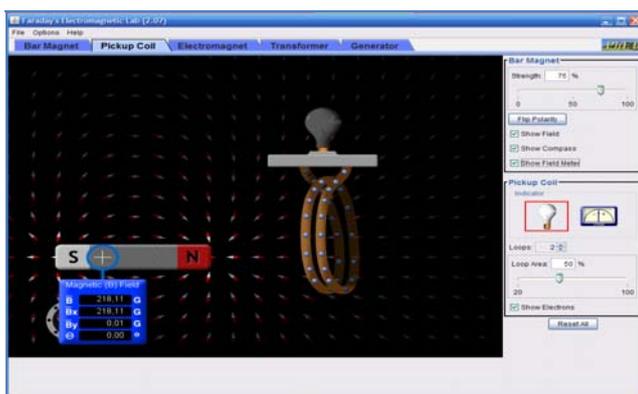
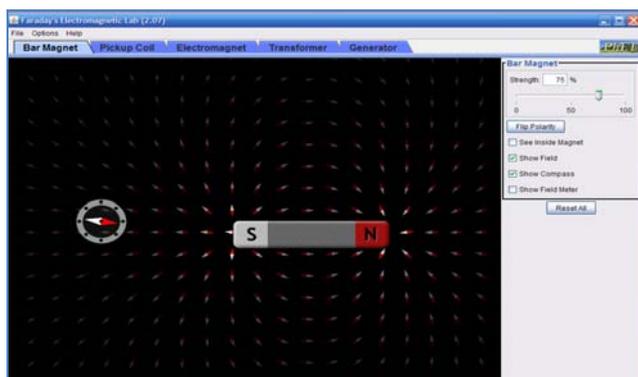
<p>1- Al aumentar la concentración de ácido en una disolución acuosa:</p> <p><input type="checkbox"/> a) el agua se encuentra más desplazada hacia la derecha en su equilibrio de auto protólisis encontrándose más ionizada que en condiciones neutras.</p> <p><input type="checkbox"/> b) el pH disminuye ya que aumenta la concentración de iones hidronio</p> <p><input type="checkbox"/> c) las respuestas a) y b) son correctas</p> <p><input type="checkbox"/> d) El pOH aumenta puesto que aumenta la concentración de iones hidróxido</p>
<p>2- Al introducir un medidor de pH en una disolución neutra:</p> <p><input type="checkbox"/> a) El agua está totalmente ionizada en sus iones, por tanto la señal es pH=0</p> <p><input type="checkbox"/> b) El pH resulta ser menor que siete ya que el agua se encuentra débilmente ionizada</p> <p><input type="checkbox"/> c) La señal resulta ser pH>7 puesto que hay presente iones hidróxido en disolución.</p> <p><input type="checkbox"/> d) La concentración de iones hidróxido es idéntica a la de cationes hidronio por tanto la señal es pH=0</p>
<p>3- ¿En qué situación la concentración de cationes hidronio es mayor a la de los aniones hidróxidos en una disolución?</p> <p><input type="checkbox"/> a) En cualquier caso.</p> <p><input type="checkbox"/> b) Cuando el medidor de pH indique un valor distinto a siete.</p> <p><input type="checkbox"/> c) Cuando la disolución sea ácida debido a la presencia de un ácido en disolución.</p> <p><input type="checkbox"/> d) En el caso de que tengamos en disolución una especie básica disuelta.</p>
<p>4 - Si añadimos una base débil a una disolución que contienen un ácido fuerte:</p> <p><input type="checkbox"/> a) El pH de la disolución aumenta.</p> <p><input type="checkbox"/> b) El pH de la disolución disminuye.</p> <p><input type="checkbox"/> c) El pH se mantiene constante pues se produce una neutralización.</p> <p><input type="checkbox"/> d) Ninguna de las anteriores es verdadera.</p>
<p>5 -Si añadimos agua destilada a una disolución con pH superior a 10</p> <p><input type="checkbox"/> a) El pH aumenta pues la concentración de las especies presentes disminuye.</p> <p><input type="checkbox"/> b) El pH disminuye pues la concentración de las especies presentes aumenta.</p> <p><input type="checkbox"/> c) El pH tiende a neutralizarse acercándose a siete.</p> <p><input type="checkbox"/> d) las respuestas b) y c) son correctas.</p>

A continuación queremos que nos des tu opinión sobre la utilización de estos simuladores o applets en clase:

Nota: Este cuestionario es totalmente confidencial, y los datos extraídos se utilizarán para la elaboración del Trabajo Fin de Máster (TFM) del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria.

¡Gracias por colaborar!

10.3 Anexo IV: *Simulador Inducción electromagnética.*



Medida de la eficacia de las simulaciones digitales Como facilitadores del aprendizaje de Física y Química en 2º de Bachillerato.