



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

Autor: Diego Herreros Gaona

Directora: Victoria Iñigo Mendoza

Propuesta de Intervención:
Uso de vídeos en Física y
Química de 3º de ESO para
mejorar la comprensión de
conceptos.

I. Resumen

En el currículo de 3º de ESO, en la materia de Física y Química, según la legislación vigente los alumnos se enfrentan por primera vez a unos conceptos, abstractos y microscópicos, de los cuales no tienen conocimientos previos. Esta carencia dificulta el desarrollo de un aprendizaje significativo.

Para suplir esta carencia se desarrolla esta propuesta de intervención, en la cual se evalúa el efecto de la utilización de vídeos multimedia sobre estos conceptos abstractos microscópicos para mejorar la enseñanza-aprendizaje de dichos conceptos.

La proyección de dichos vídeos además desarrolla las competencias de tratamiento de información y competencia digital y del conocimiento e interacción con el mundo físico, básicas para el futuro de los alumnos como personas adultas y profesionales.

Se proyectan vídeos multimedia sobre estos conceptos microscópicos a una serie de alumnos, y se comparan los resultados obtenidos por ellos con los resultados obtenidos por otros alumnos que no han visualizado dichos vídeos multimedia.

La principal conclusión alcanzada es que la utilización de los vídeos multimedia para el aprendizaje de dichos conceptos microscópicos abstractos mejora notablemente el resultado del proceso de enseñanza-aprendizaje.

II. Palabras clave

Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), aprendizaje significativo, Física y Química, vídeos multimedia, Educación Secundaria Obligatoria (ESO).

III. Abstract

In the 3rd ESO curriculum, in the subject of physics and chemistry, according to current law, students face for the first time some abstract and microscopic concepts, and they have no prior knowledge of these concepts. This lack hinders the development of significant learning.

To fill this gap, this intervention is proposed, in which the effect of the use of multimedia videos on these microscopic abstract concepts is studied to improve the teaching and learning of these concepts.

The projection of these videos also develops the competences of information processing and digital competence and knowledge and interaction with physical environment, basic for the future of the students as adults and workers.

Multimedia videos are shown about these microscopic concepts to a number of students, and the results obtained by them are compared to the results obtained by other students who have not watched such multimedia videos.

The main conclusion reached is that the use of multimedia videos for learning such abstract and microscopic concepts significantly improves the outcome of the teaching and learning process.

IV. Key words

ICT, meaningful knowledge, Physics and Chemistry, multimedia video, Obligatory Secondary Education.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. Introducción y justificación | 7 |
| 2. Marco teórico | 9 |
| 2.1. Fundamento didáctico..... | 9 |
| 2.2. Marco social y educativo actual | 10 |
| 2.3. Marco legislativo actual..... | 13 |
| 2.4. Empleo de medios audiovisuales en la enseñanza de ciencias | 14 |
| 3. Propuesta de intervención con investigación empírica | 17 |
| 3.1. Análisis de la situación educativa y mejora propuesta..... | 17 |
| 3.2. Objetivos..... | 17 |
| 3.3. Metodología..... | 19 |
| 3.3.1. Propuesta de intervención..... | 19 |
| 3.3.2. Destinatarios..... | 20 |
| 3.3.3. Diseño de la investigación..... | 21 |
| 3.3.4. Población y muestra..... | 22 |
| 3.3.5. Recogida de información..... | 22 |
| 3.3.6. Instrumentos utilizados..... | 23 |
| 3.3.7. Planificación de acciones..... | 23 |
| 3.3.8. Especificación de los recursos humanos, materiales y económicos..... | 25 |
| 3.3.9. Forma de evaluación..... | 26 |
| 3.3.10. Tratamiento de los datos obtenidos..... | 26 |
| 3.4. Resultados..... | 27 |
| 3.4.1. Resultados de la evaluación..... | 27 |
| 3.4.2. Resultados del cuestionario de satisfacción..... | 29 |
| 4. Discusión..... | 32 |
| 4.1. Comprensión de los conceptos microscópicos abstractos dentro de un mismo aula..... | 32 |
| 4.1.1. Comprensión de los conceptos microscópicos abstractos dentro del aula de 3ºA..... | 32 |
| 4.1.2. Comprensión de los conceptos microscópicos abstractos dentro del aula de 3ºB..... | 33 |

| | |
|---|----|
| 4.2. Comparación de comprensión de conceptos microscópicos entre las aulas de 3º A y B de ESO..... | 34 |
| 4.2.1. Comparación de resultados del concepto “Modelos atómicos” entre las aulas A y B de 3º de ESO..... | 34 |
| 4.2.2. Comparación de resultados del concepto “Isótopos” entre las aulas de A y B 3º de ESO..... | 34 |
| 4.2.3. Comparación de resultados del concepto “Configuración electrónica” entre las aulas A y B de 3º de ESO..... | 35 |
| 4.2.4. Comparación de resultados del concepto “Números cuánticos” entre las aulas A y B de 3º de ESO..... | 35 |
| 4.2.5. Comparación de resultados del concepto “Enlace covalente” entre las aulas A y B de 3º de ESO..... | 36 |
| 4.2.6. Comparación de resultados del concepto “Enlace iónico” entre las aulas A y B de 3º de ESO..... | 36 |
| 4.2.7. Comparación de resultados del concepto “Enlace metálico” entre las aulas A y B de 3º de ESO..... | 36 |
| 4.2.8. Comparación general de resultados entre las aulas A y B de 3º de ESO..... | 37 |
| 4.3. Análisis del resultado del cuestionario de satisfacción..... | 38 |
| 5. Conclusiones | 40 |
| 5.1. Conclusiones de la propuesta de intervención..... | 40 |
| 5.2. Limitaciones de la propuesta de intervención..... | 40 |
| 5.3. Líneas de investigación futura..... | 41 |
| 6. Referencias bibliográficas | 42 |
| 7. Anexos | 44 |
| 7.1. Anexo I: Direcciones web de los vídeos TIC multimedia..... | 44 |
| 7.2. Anexo II: Exámenes de evaluación de la Unidad Didáctica..... | 45 |
| 7.3. Anexo III: Calificaciones de 3º A y B en los siete conceptos microscópicos..... | 48 |
| 7.4. Anexo IV: Cuestionario de satisfacción..... | 51 |
| 7.5. Anexo V: Resultados del cuestionario de satisfacción..... | 52 |

ÍNDICE DE GRÁFICAS Y TABLAS

| | |
|--|-----------|
| Gráfica 1. Cronograma de la propuesta de intervención en el aula de 3ºA de ESO..... | 24 |
| Gráfica 2. Cronograma de la propuesta de intervención en el aula de 3ºB de ESO..... | 25 |
| Gráfica 3. Distribuciones porcentuales de las calificaciones de 3ºA en los siete conceptos microscópicos..... | 28 |
| Gráfica 4. Distribuciones porcentuales de las calificaciones de 3ºB en los siete conceptos microscópicos..... | 29 |
| Gráfica 5: Resultado preguntas 1, 2 y 4 del cuestionario de satisfacción aula 3ºA..... | 30 |
| Gráfica 6: Resultado pregunta 3 del cuestionario de satisfacción aula 3ºA..... | 30 |
| Gráfica 7: Resultado preguntas 1, 2 y 4 del cuestionario de satisfacción aula 3ºB. | 31 |
| Gráfica 8: Resultado pregunta 3 del cuestionario de satisfacción aula 3ºB..... | 31 |
| Tabla 1. Correspondencia entre objetivos generales y específicos en la unidad didáctica “Átomos y moléculas”..... | 19 |
| Tabla 2. Calificaciones de 3ºA en los siete conceptos microscópicos..... | 48 |
| Tabla 3. Distribuciones porcentuales de las calificaciones de 3ºA en los siete conceptos microscópicos..... | 49 |
| Tabla 4. Calificaciones de 3ºB en los siete conceptos microscópicos..... | 50 |
| Tabla 5. Distribuciones porcentuales de las calificaciones de 3ºB en los siete conceptos microscópicos..... | 50 |
| Tabla 6. Resultados del cuestionario de satisfacción en 3ºA..... | 52 |
| Tabla 7. Resultados del cuestionario de satisfacción en 3ºB..... | 53 |

1. Introducción y justificación

En el actual modelo educativo se pretende el aprendizaje por parte de los alumnos de una serie de contenidos, conceptos, habilidades y valores, que le permitan desarrollar sus competencias para prepararlos para su futura vida personal, social y profesional. Este aprendizaje se basa en parte en una concepción constructivista, donde el nuevo conocimiento se relaciona con los conocimientos previos del alumno, tanto académicos como de su vida cotidiana, para generar un aprendizaje significativo.

Este aprendizaje relaciona nuevos conocimientos con los previos ya existentes en los alumnos, de forma académica o provenientes de su vida cotidiana, para formar una red o estructura de conocimiento significativo. Se huye del aprendizaje memorístico y no relacionado con los conocimientos previos del alumno, el cual no genera aprendizaje significativo, por lo que una vez utilizado en la correspondiente evaluación, al no estar unido al resto del conocimiento del alumno se tenderá a olvidar.

Sin embargo, aparecen momentos en los cuales los alumnos han de enfrentarse por primera vez a contenidos, conceptos abstractos mayoritariamente, que son completamente nuevos para ellos y de los cuales, debido a su naturaleza, no tienen conocimientos previos ni académicos ni derivados de sus vidas cotidianas. Esto sucede, conforme a la actual legislación nacional, Ley Orgánica 2/2006 y RD 1631/2006, y autonómica en Castilla La Mancha, DOCM 69/2007, en la materia de Física y Química de 3º de ESO.

En el caso que nos atañe, se observa concretamente en el bloque 2 de los contenidos de la materia de Física y Química de 3º de ESO según el DOCM 69/2007. En este bloque se encuentran una serie de contenidos: átomos, modelos atómicos, números atómico y másico, isótopos, configuraciones electrónicas, reacciones químicas,... que son completamente nuevos para los alumnos. Resulta complicado la correcta comprensión y aprendizaje de dichos conceptos con las metodologías tradicionales.

La descripción de estos conceptos abstractos mediante texto e imágenes en libros resulta inadecuada, al no ser materiales lo suficientemente adaptados al alumno como para facilitar la comprensión de estos conceptos microscópicos. Partiendo del hecho de que los alumnos carecen de conocimientos previos de los mismos, para poder construir un aprendizaje significativo, lo que en cierta manera fomenta un aprendizaje memorístico, no comprensivo ni significativo de los mismos, que una vez utilizado en la correspondiente evaluación será olvidado en la mayoría de los casos.

El objetivo principal de este trabajo fin de máster es el desarrollo de una propuesta de intervención para valorar la efectividad de la utilización de Tecnologías de la Información y la Comunicación, a partir de ahora TIC, como herramienta de mejora de la comprensión de conceptos microscópicos abstractos, a los cuales los alumnos de 3º de ESO se enfrentan por primera vez y de los cuales, al ser microscópicos, no tienen ningún tipo de conocimiento previo obtenido de su vida cotidiana.

Para alcanzar este objetivo general primero se plantean una serie de objetivos específicos, necesarios en el proceso hasta la consecución del objetivo general. Estos objetivos específicos son los siguientes:

- Fundamentar mediante revisión bibliográfica, el uso de las TIC, en concreto de los vídeos multimedia en la materia de Física y Química.
- Listar los conceptos microscópicos abstractos a los cuales los alumnos de 3º de ESO se enfrentan por primera vez y de los que carecen de conocimientos previos.
- Desarrollar la unidad didáctica de “Átomos y moléculas” en la cual se encuentran estos conceptos según el currículo vigente, experimentando si la utilización de vídeos TIC multimedia obtenidos de la plataforma YOUTUBE genera en los alumnos conocimientos básicos, a los que relacionar el resto de conocimientos, para construir un aprendizaje significativo de dichos conceptos.
- Comparar calificaciones de alumnos de 3º de ESO que han estudiado los mismos conceptos microscópicos abstractos, con y sin visualización de vídeos multimedia. La comparación y análisis de estas calificaciones permitirá llegar a unas conclusiones.

2. Marco teórico

2.1. Fundamento didáctico

A lo largo de la historia se han desarrollado diferentes aproximaciones a la enseñanza-aprendizaje, también llamadas teorías del aprendizaje. De entre ellas solamente nombrar algunas de la más destacadas como pueden ser el conductismo, el constructivismo, el descubrimiento por conflicto cognitivo,... (Ertmer, P., & Newby, T., 1993). Se describen a continuación, someramente, dichas teorías:

- **Conductismo:** El aprendizaje es un cambio en la conducta observada. Aprender es demostrar una respuesta adecuada a un estímulo determinado. Para lograr este aprendizaje se utilizan refuerzos ignorando los procesos mentales del estudiante (Ertmer, P., & Newby, T., 1993).
- **Constructivismo:** Dentro de esta teoría destacan tres corrientes encarnadas en los siguientes autores (Sanmartí, 2010):
 - **Piagetiano:** El aprendizaje se realiza construyendo diferentes operaciones que se integran en la estructura cognitiva. Se aprende si se puede poner en práctica las operaciones (acciones interiorizadas) en diferentes situaciones. Se construye mentalmente y se expresa activamente, socialmente (Sanmartí, 2010).
 - **Teoría de la actividad, Vygotsky:** El aprendizaje se produce cuando el educando ha construido su base de orientación consciente, cuando en una tarea se sabe representar objetivos, anticipar y planificar para resolverla, teniendo criterios para decidir si se está realizando bien o no. Se construye socialmente y se expresa mentalmente (Sanmartí, 2010).
 - **Aprendizaje asimilativo de Ausubel:** Distingue entre aprendizaje memorístico y aprendizaje significativo. El primero es la repetición de algo sin que necesariamente establezca relaciones con otros conocimientos anteriores. El aprendizaje significativo establece relaciones con conocimientos ya existentes (Sanmartí, 2010).
- **Teorías cognitivistas:** Toma en importancia los procesos mentales del estudiante (recepción, organización, almacenamiento y localización de la información) durante su aprendizaje. El aprendizaje no es lo que los estudiantes hacen si no lo que saben y han adquirido de ese conocimiento (Ertmer, P., & Newby, T., 1993).

“La variedad de puntos de vista (y aún se podrían añadir otros) permite tomar conciencia de la poca solidez de los puntos de vista intuitivos y simplistas sobre el aprendizaje científico. Todas estas corrientes psicológicas, combinadas con los estudios neurobiológicos, tienen mucha importancia actualmente en la evolución de los modelos de enseñanza de las ciencias, y son, en

buena parte, la causa de las diferencias entre ellos... la mejor teoría depende de lo que se quiera hacer” (Sanmartí, 2010, p. 11).

De estas teorías del aprendizaje, tanto de las anteriormente descritas como de otras existentes, la que en la actualidad es dominante en la didáctica de las ciencias es el constructivismo (Sanmartí, 2010).

Para que se produzca este aprendizaje significativo el educando debe tener un conocimiento relevante previo en su estructura cognitiva con el cual poder relacionar el nuevo conocimiento para que así se pueda dar el aprendizaje significativo. Pero ¿qué sucede cuando el educando no dispone de este conocimiento previo y cuando además es de tipo científico, microscópico y abstracto y está tan alejado de su vida cotidiana que no le parece útil? Pues que los educandos “construyen el conocimiento científico sólo con la finalidad de pasar exámenes y responder a problemas planteados en el contexto escolar. Ello no implica que hayan aprendido..., y cuando ya no necesitan pasar exámenes, este tipo de conocimiento se olvida, porque no han reconocido su utilidad” (Sanmartí, 2010, p. 12).

La enseñanza de las ciencias implica que, para que el educando realice el aprendizaje de conceptos científicos, microscópicos, abstractos, a nivel molecular, y de los cuales no tiene percepciones en su vida cotidiana, hay que construir puentes entre el conocimiento que los científicos expresan a través de los textos y los que los alumnos son capaces de construir. Para ello hay que re-elaborar este conocimiento de forma que se le pueda proponer al alumno en función de sus características, ya que no es posible que el educando pueda aprender el conocimiento científico tal y como lo expresa un experto. A esta re-elaboración del conocimiento se le llama transposición didáctica (Sanmartí, 2010).

Así pues, se deben desarrollar metodologías y herramientas que realicen esta transposición didáctica, que permita a los alumnos el aprendizaje de conocimientos científicos, dotándolos de unas bases comprensibles a su nivel, es decir, dotándolos de esos conocimientos previos de carácter científico, que servirán como base para relacionar y construir el resto de conocimientos de forma significativa. Las TIC, entre otras, pueden ser las metodologías y herramientas a utilizar para lograr esta transposición didáctica.

2.2. Marco social y educativo actual

En los últimos 30 años se ha producido un paso desde una sociedad industrial a la sociedad de la información y del conocimiento. Dicho cambio se debe al desarrollo y difusión de las TIC. La

velocidad de este proceso es tan vertiginosa que se ha venido a llamar la tercera revolución industrial, la cual está centrada en el tratamiento de la información (Arauz et al., 2015).

Esta sociedad de la información y el conocimiento presenta las siguientes características: (Cabero, 2006)

- Es una sociedad globalizada.
- Gira en torno a las Tecnologías de la Información y la Comunicación.
- Aparición de nuevos sectores laborales.
- Exceso de información.
- Aprender a aprender es de máxima importancia.
- Alcanza a todos los sectores de la sociedad: cultura, ocio, industria, economía, educación, política, etc.
- No se desarrolla en todos los lugares por igual, creando una brecha digital.
- Aparición de una nueva inteligencia, denominada ambiental.
- Velocidad de cambio, cada vez más rápido.

Este cambio social implica que la educación se debe adaptar a la nueva sociedad que la mantiene, aunque siempre el sector educativo tiene cierto retardo a la hora de implementar cierta serie de cambios. Las direcciones de cambio en el sistema educativo son las siguientes: (Cabero, 2006)

- Adecuación a las nuevas demandas de la sociedad, no solo empresariales y económicas.
- Formación de la ciudadanía para un modelo social en el cual se tendrán que desenvolver.
- Respeto a los nuevos valores y principios de la sociedad.
- Necesidad de reevaluar currículos y formas de enseñanza tradicionales, en respuesta a los desafíos educativos de la sociedad del conocimiento.
- Comprender que las instituciones educativas no son las únicas vías de formación de la ciudadanía. Las instituciones educativas deberán incorporar y contemplar estas nuevas vías de formación para la ciudadanía.

Es claro que el sector educativo debe de innovar para adaptarse a la nueva realidad social en la que se encuentra, para preparar a sus alumnos a las nuevas condiciones sociales y laborales a las cuales se han de enfrentar una vez terminen su periodo académico (Área, 2004).

En esta misma línea se encuentra (Pérez et al., 2009, p 321) al afirmar: “La aplicación de las TIC al proceso de enseñanza-aprendizaje surge como una necesidad para ayudar a la plena incorporación de los jóvenes a la Sociedad de la Información y del Conocimiento ... El alumno tiene

derecho a recibir una formación científica que haga uso de todos los recursos existentes en su entorno socio laboral, y las TIC impregnan dicho entorno.”

En esta misma línea también se expresan otros autores al afirmar que la presencia de las TIC en la educación refleja la visión educativa de reproducir el sistema social a través del uso de los nuevos dispositivos tecnológicos, favoreciendo la adquisición de conocimiento y competencias necesarias para la vida en la actualidad (Arauz et al., 2015).

A pesar de esta necesidad por parte del ámbito educativo por adaptarse a esta nueva realidad, a esta nueva demanda, tanto social como legislativa, es cierto que la transición es lenta, que dicha adaptación en el ámbito educativo es más lenta que en otros sectores y que aparece una brecha tecnología entre docentes y alumnos. Así uno de los primeros pasos será capacitar (técnica y metodológicamente) a los docentes en las TIC, manteniéndolos en constante proceso de capacitación debido a la rápida evolución de las TIC, para que posteriormente las puedan aplicar en su actividad docente (Educación Infantil y TIC, 2014).

Además de esta capacitación es crítica la actitud de los docentes con respecto al uso de TIC en el aula. Así el reto del sistema educativo actual es que el profesorado innove en las aulas utilizando TIC. El eje de esta innovación es el desarrollo de competencias digitales que preparan al alumnado para la ciudadanía del siglo XXI (Moreira, 2014).

Además de ser una necesidad, la adaptación del sector educativo para una mejor preparación de sus alumnos a las futuras demandas sociales y laborales a las que harán frente después de concluida su formación académica, la introducción de las TIC en la educación reporta una serie innegable de beneficios, los cuales fueron listados por Bustos (2005) y García (2010).

- Adaptación de los contenidos a las características individuales.
- Ayudan a capacitar en TIC. Desarrollan la competencia en Tratamiento de la información y competencia digital.
- Material más atractivo, más fácil de adaptar.
- Disponibilidad de más fuentes de información.
- Acceso gratuito a TIC.
- Interés, motivación.
- Interacción.
- Superación de barreras espacio-temporales.
- Facilita aprendizaje cooperativo y la comunicación alumno-alumno y alumno-profesor.
- Visualización de simulaciones.

Respecto a estas ventajas aquí listadas, y relacionada con la última de ellas, añadir la aportación de (Pérez et al., 2009, p 321) al ser especialmente relevante para este TFM: “el uso de las TIC en el aula permite que los alumnos complementen otras formas de aprendizaje utilizadas en la clase, mejoren la comprensión de conceptos difíciles o imposibles de observar a simple vista” .

Una clasificación de las TIC, sencilla pero útil para el propósito de este TFM, es la siguiente:

- Medios audiovisuales: Vídeos, radio, TV, cine,...
- Medios informáticos: Ordenadores, periféricos,...
- Medios telemáticos: Redes de ordenadores, Internet,...

2.3. Marco legislativo actual

En el momento de la realización de este TFM de propuesta de intervención la situación es de transición entre la LOE 2/2006 y la LOMCE 8/2013. Se describirá brevemente el enfoque de ambas leyes con respecto a la enseñanza de conocimientos científicos y al desarrollo de habilidades en el uso de TIC, utilizando para ello lo expuesto en ambas leyes respecto a las competencias relacionadas con dichos conocimientos y habilidades.

Dentro de la LOE 2/2006, en concreto en el RD 1631/2006 que la desarrolla, se listan y definen las competencias básicas que los alumnos deben desarrollar. Destacar, por el interés para el presente trabajo, las competencias en el conocimiento y la interacción con el mundo físico y la competencia de Tratamiento de la información y competencia digital. Se definen brevemente dichas competencias:

- Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico: Habilidad para interactuar con el mundo físico, tanto en sus aspectos naturales como en los generados por la acción humana, mediante la comprensión de sucesos, predicción de consecuencias y la actividad dirigida a la mejora y preservación de las condiciones de la vida propia, de las demás personas y del resto de los seres vivos.
- Tratamiento de la información y la competencia digital: Esta competencia consiste en disponer de habilidades para buscar, obtener, procesar y comunicar información y para transformarla en conocimiento.

En la LOMCE 8/2013, en la Orden ECD/65/2015, se listan y definen las competencias que los alumnos han de desarrollar. Destacar, por el interés para el presente trabajo, la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología y la competencia digital. Se describen

brevemente dichas competencias:

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología: Capacidad de aplicar el razonamiento matemático y sus herramientas para describir, interpretar y predecir distintos fenómenos en su contexto. Acercan al mundo físico y a la interacción responsable con él. Desarrollar el pensamiento científico, incluye la aplicación de métodos propios de la racionalidad científica y las destrezas tecnológicas, conducen a la adquisición de conocimientos, contraste de ideas y aplicación de descubrimientos.
- Competencia digital: Uso creativo, crítico y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación. Saber acceder a las fuentes y al procesamiento de la información; y el conocimiento de los derechos y las libertades que asisten a las personas en el mundo digital.

En ambas legislaciones se contempla la importancia de competencias tanto de ámbito científico como de utilización de TIC, por lo que, a pesar del cambio legislativo, el desarrollo de dichas competencias, y la temática de este trabajo, sigue siendo de relevancia.

2.4. Empleo de medios audiovisuales en la enseñanza de ciencias

Dentro de este amplio apartado será de especial interés, dentro de los medios audiovisuales, el empleo de los vídeos en la enseñanza de las ciencias, especialmente en la química. Así, lo primero de todo definiremos medio multimedia como “un dispositivo o conjunto de dispositivos (software y hardware) que permiten integrar simultáneamente diversos formatos de información: textual, gráfica (dibujos y diagramas), auditiva (música y voz) e icónica (imágenes fijas, animadas y secuencias de vídeo)” (Área, 2004, p.96).

La utilización de los medios audiovisuales en la enseñanza no es algo nuevo, el continuo interés de los educadores en la utilización de la televisión y el vídeo se remonta a los años treinta y cuarenta (Área, 2004). En Estados Unidos incluso se llegó a grabar todo el sistema educativo en vídeo (Pérez et al., 2009).

En la utilización de los medios audiovisuales en la enseñanza se distingue entre dos enfoques, el primero de ellos utiliza los medios audiovisuales como soporte para el aprendizaje de otras áreas y conocimientos, mientras que el segundo enfoque, aparecido en la década de los ochenta y principios de los noventa, en el que los medios audiovisuales se convierten en objeto de estudio en vez de medio de apoyo, es la conocida “alfabetización audiovisual” (Área, 2004).

Con la introducción de los ordenadores se inicia la era digital e Internet (1990 – actualidad) desarrollándose software y recursos digitales. Estos recursos digitales aumentan la motivación de

los alumnos y les ayudan a adaptarse a la sociedad actual, pudiendo sentirse intelectualmente inferiores aquellos que no se adapten, independientemente de la causa (Pérez et al., 2009).

Así pues, los medios multimedia, el vídeo en concreto, pasa de ser el soporte magnético de grabación y reproducción de imágenes y sonidos, prácticamente desaparecido, a estar ligado a las TIC, donde la facilidad de la realización, edición, compartición y valoración de información de la web 2.0 permiten disponer de múltiples archivos multimedia para poder aplicar en la actividad docente, en función de las características de los alumnos a los que va dirigido y del docente que los selecciona. Unos ejemplos de esta disponibilidad de compartición de información son el *Portal Aragón* y la AEFiQ-Curie (Pérez et al., 2009).

Algunas de las finalidades de los vídeos multimedia son: “permiten transmitir información y crear ambientes virtuales combinando texto, audio, vídeo y animaciones”, “el uso de las TIC en el aula permite que los alumnos complementen otras formas de aprendizaje utilizadas en la clase, mejoren la comprensión de conceptos difíciles o imposibles de observar a simple vista o en los laboratorios escolares”, “la capacidad para la simulación de fenómenos difíciles de observar en el aula y su representación a nivel microscópico, que ayuden al estudiante en la construcción de conceptos y modelos de explicación.” (Pérez et al., 2009).

Esta utilización de las diferentes TIC sirve para ayudar a la comprensión de determinados conceptos abstractos, microscópicos, de los cuales los alumnos no disponen ni de percepciones ni de ideas previas para la construcción de conocimiento significativo (Pérez et al., 2009).

Esta vía de investigación e innovación coincide con el desarrollo de metodologías y herramientas TIC que permitían a los alumnos visualizar conceptos abstractos a nivel microscópico. A continuación se citan dos, debido a su relevancia con respecto a la temática de este TFM.

La primera de ellas (Kai Wu, Krajcik, Soloway, 2001) estudia la mejora del entendimiento de las representaciones químicas mediante la utilización de herramientas TIC de visualización, eChem. El autor concluye que los alumnos crearon vínculos entre las representaciones gráficas y los conceptos, profundizando en su comprensión.

La segunda de ellas (Ardac, y Akaygun, 2004) estudia la eficacia de la utilización en educación de recursos multimedia para mejorar la comprensión de los alumnos en los cambios químicos, haciendo hincapié en representaciones moleculares. Los alumnos gracias a la utilización de TIC pueden visualizar la representación a nivel molecular de fenómenos que suceden a nivel

macroscópico. Los resultados presentados por el autor concluyen que las evaluaciones de los alumnos que utilizaron la herramienta TIC de visualización a nivel molecular sobrepasaron con creces a las de los alumnos que no utilizaron dicha herramienta.

Los anteriores trabajos utilizan aplicaciones TIC multimedia para el aprendizaje de contenidos conceptuales. También se han desarrollado experiencias que indican la utilidad de este tipo de herramientas para el desarrollo de contenidos procedimentales (Pablo-Lerchundi, I. et al, 2013) y actitudinales (de Souza, Ferreira, 2008), estas experiencias fueron llevadas a cabo en diferentes niveles académicos, en diferentes sistemas académicos.

La estrategia metodológica de esta propuesta de intervención será, en líneas generales, análoga a las desarrolladas en las dos investigaciones anteriormente citadas de visualización de conceptos abstractos. Se utilizará a un grupo de alumnos como blanco, a los cuales no se les proyectará los vídeos multimedia, y otro grupo de alumnos al cual si se les proyectará vídeos multimedia sobre estos conceptos. Después se compararán los resultados de la evaluación de ambos grupos y se pasará un test de satisfacción. Esta información se analizará para llegar a unas conclusiones.

3. Propuesta de intervención con investigación empírica

3.1. Análisis de la situación educativa y mejora propuesta

Uno de los puntos de mayor debate, de mayor innovación y también donde se están encontrando no pocos problemas en la actualidad es en la inclusión de las TIC en la docencia. Esta inclusión debe suministrar a los docentes, independientemente de la asignatura que impartan, una serie de herramientas y metodologías nuevas para la mejora de su práctica docente.

La inclusión de estas herramientas TIC pueden solventar problemas presentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que en otros tiempos eran muy complicados de combatir utilizando otras herramientas y metodologías. Uno de estos problemas a eliminar utilizando las TIC es la falta de percepciones previas por parte de los alumnos de ciertos conceptos microscópicos, relacionados con la unidad didáctica de la estructura de la materia.

En otro sentido el uso de las TIC de forma transversal en todas las materias viene respaldada por la competencia de Tratamiento de la información y competencia digital, presente tanto en la legislación nacional en la LOE 2/2006 y RD 1631/2006 como en la autonómica en la comunidad autónoma de Castilla La Mancha en el DOCM 69/2007. Así, el desarrollo de esta competencia se convierte en algo a conseguir a lo largo de la etapa de ESO. La LOMCE, de próxima implantación, también contempla esta competencia.

El tema de este trabajo fin de máster se considera pertinente por lo expuesto anteriormente, por ambos aspectos de la implementación del uso de TIC en las aulas y materias de ESO, tanto como medio y vehículo para la docencia de todo tipo de materias, como competencia a desarrollar en cualquier materia. En la práctica docente ambos aspectos se entrelazan, llegando a ser prácticamente uno.

3.2. Objetivos

Los objetivos de la propuesta de intervención están contemplados en el punto 1. Introducción y justificación. Con respecto a los objetivos de la Unidad Didáctica “Átomos y moléculas” se tiene en cuenta que se basan en la LOE 2/ 2006 y el RD 1631/2006 en el ámbito nacional, DOCM 69/2007 en el ámbito autonómico de Castilla La Mancha y en el proyecto educativo del centro.

Así, los objetivos generales a alcanzar al final de la docencia de la Unidad Didáctica llamada

"Átomos y Moléculas" de 3º nivel de ESO serán los siguientes:

- Comprender y expresar los conceptos básicos, principios y leyes de las ciencias experimentales, y utilizar el vocabulario científico con propiedad, para interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas elementales, así como comunicar argumentaciones y explicaciones.
- Reconocer el carácter tentativo y creativo de las ciencias naturales así como sus aportaciones al pensamiento humano a lo largo de la historia, apreciando los grandes debates superadores de dogmatismos y las revoluciones científicas que han marcado la evolución cultural de la humanidad y sus condiciones de vida.

Para la consecución de los anteriores objetivos generales, legislados para la región de Castilla La Mancha en el DOCM 69/2007 del 29 de mayo, hay que alcanzar una serie de objetivos específicos para la Unidad Didáctica "Átomos y Moléculas". Estos objetivos específicos son los listados a continuación:

- Conocer las características de los distintos modelos atómicos y justificar su evolución para explicar nuevos fenómenos.
- Identificar los elementos químicos atendiendo a su estructura electrónica y distinguirlos según los parámetros que los definen.
- Comprender la tendencia de los átomos a unirse para formar enlaces químicos.
- Describir las características de los diferentes tipos de enlace químico para comprender las propiedades de las sustancias que los presentan.

En la siguiente tabla se representa la correspondencia existente entre los objetivos generales y los específicos a alcanzar en la Unidad Didáctica de "Átomos y moléculas".

Tabla 1. Correspondencia entre objetivos generales y específicos en la unidad didáctica “Átomos y moléculas”.

| Objetivos Generales | Objetivos Específicos |
|---|--|
| Comprender y expresar los conceptos básicos, principios y leyes de las ciencias experimentales, y utilizar el vocabulario científico con propiedad, para interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas elementales, así como comunicar argumentaciones y explicaciones. | Conocer las características de los distintos modelos atómicos y justificar su evolución para explicar nuevos fenómenos. |
| | Identificar los elementos químicos atendiendo a su estructura electrónica y distinguirlos según los parámetros que los definen. |
| | Comprender la tendencia de los átomos a unirse para formar enlaces químicos. |
| Reconocer el carácter tentativo y creativo de las ciencias naturales así como sus aportaciones al pensamiento humano a lo largo de la historia, apreciando los grandes debates superadores de dogmatismos y las revoluciones científicas que han marcado la evolución cultural de la humanidad y sus condiciones de vida. | Conocer las características de los distintos modelos atómicos y justificar su evolución para explicar nuevos fenómenos. |
| | Describir las características de los diferentes tipos de enlace químico para comprender las propiedades de las sustancias que los presentan. |

Fuente: DOCM 69/2007 del 29 de mayo

3.3. Metodología

3.3.1. Propuesta de intervención

Se realiza la programación de la unidad didáctica “Átomos y moléculas”. Además otras actividades que no se detallan aquí por no tener relevancia en este TFM, se incluye la visualización de vídeos multimedia para el mejor entendimiento de una serie de conceptos microscópicos que son nuevos para los alumnos de 3º de ESO. Se listan a continuación dichos conceptos:

- Modelos atómicos: Evolución a lo largo de tiempo de los diferentes modelos atómicos que explican la naturaleza del átomo, presentación de las partículas subatómicas. Modelos de Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr y modelo atómico actual.
- Isótopos: Números atómicos Z y másico A . Relación de ambos números con las partículas subatómicas. Relación de dichos números y partículas en átomos isótopos.
- Configuración electrónica: Ordenación de los electrones en los diferentes orbitales atómicos

de forma energéticamente creciente mediante el diagrama de Moeller.

- Números cuánticos: Presentación y significado de los diferentes números cuánticos, obtención del número cuántico del electrón representativo de un átomo.
- Enlace covalente: Compartición de electrones entre dos o más átomos, formación de un orbital molecular.
- Enlace iónico: Pérdida de uno o más electrones por parte de uno o más de los átomos presentes en el enlace, formando uno o varios cationes. Ganancia de esos electrones por parte de uno o más de los átomos presentes en el enlace, formando uno o varios aniones.
- Enlace metálico: Pérdida por parte de los átomos metálicos de los electrones de su último nivel y creación por parte de estos electrones de un “mar o nube de electrones” que rodea y que es compartido por los cationes metálicos de la red cristalina.

Para cada uno de estos conceptos se busca en la plataforma YOUTUBE un vídeo multimedia, el cual de forma visual explique claramente cada uno de estos conceptos. Las direcciones de Internet de dichos vídeos se encuentran en el anexo I.

1. Modelos atómicos.
2. Isótopos.
3. Configuración electrónica y números cuánticos.
4. Enlaces covalentes e iónicos.
5. Enlace metálico.

Como se puede observar hay dos vídeos menos que conceptos, esto es debido a que dos de los vídeos tratan dos conceptos.

3.3.2. Destinatarios

Los destinatarios de la propuesta de intervención son los alumnos de 3º de ESO de un colegio concertado en la localidad de Puertollano, provincia de Ciudad Real, quedando el nombre del mismo en el anonimato.

En el momento de la realización de esta propuesta de intervención el centro contaba con dos aulas, A y B, en el nivel de 3º de ESO. Ambas aulas, a pesar de contar con un número de alumnos muy parecido, cercano a la treintena, presentaban unas características muy diferentes:

- Aula de 3ºA: Compuesto por 31 alumnos, presenta un grupo de miembros disruptivos, que no prestan atención a las actividades e intentan distraer al resto de compañeros. Por otro lado hay otro grupo de alumnos altamente involucrados, con perfiles académicos altos y que siguen todas las actividades. El tercer grupo de alumnos, con un perfil medio entre los dos

grupos anteriormente descritos es el menos numeroso. No hay alumnos con necesidades especiales de educación.

- Aula de 3ºB: Compuesto por 27 alumnos, no presenta miembros con comportamiento disruptivo, pero el número de alumnos con perfil académico alto es más reducido. El aula es más homogénea que la de 3ºA, siendo el perfil medio un alumno no disruptivo, que sigue las actividades pero que tiene ciertas limitaciones y dificultades para realizar las más complejas. No hay alumnos con necesidades especiales de educación.

Es debido a estas características tan diferenciadas entre las dos aulas que el estudio de los resultados obtenidos se realizará aula por aula, y no a nivel global de 3º de ESO, sin unificar los resultados obtenidos en ambas aulas.

3.3.3. Diseño de la investigación

Se proyectarán los videos multimedia anteriormente citados para los correspondientes conceptos microscópicos. No se proyectarán todos los vídeos multimedia en las dos aulas, sino que algunos de ellos se proyectarán en el aula de 3ºA y los demás en el aula de 3ºB, siendo la distribución en cada una de las aulas la siguiente:

- En el aula de 3º A de ESO se proyectarán los vídeos multimedia 1 y 3, correspondientes a los conceptos de los modelos atómicos, configuración electrónica y números cuánticos. El resto de los conceptos microscópicos anteriormente listados serán enseñados utilizando una metodología tradicional, sin proyección de vídeos multimedia.
- En el aula de 3º B de ESO se proyectarán los vídeos multimedia 2, 4 y 5, correspondientes a los conceptos de los isótopos y los diferentes tipos de enlaces, iónico, covalente y metálico. El resto de los conceptos microscópicos anteriormente listados serán enseñados utilizando una metodología tradicional, sin proyección de vídeos multimedia.

Como se puede apreciar esta metodología es parecida la seguida por Ardac y Akaygun en su trabajo *Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasize molecular representations on students' understanding of chemical change*, del año 2004, donde en un aula se aplica el cambio metodológico, en este caso proyección de vídeos multimedia, mientras que en otro aula se sigue utilizando la metodología normalmente usada.

Esta utilización de dos metodologías permitirá la comparación de resultados de la metodología base, la normalmente usada, y la nueva metodología de proyección de vídeos multimedia, con lo que si hay variaciones significativas en los resultados serán debidas a la modificación introducida en la metodología.

3.3.4. Población y muestra

La muestra de este estudio serán los alumnos de las dos aulas de 3º de ESO de un centro en la localidad de Puertollano. La población sería el conjunto de los alumnos del mismo nivel académico afectados por la misma legislación, tanto a nivel estatal como autonómico, estudiantes de 3º de ESO de Castilla La Mancha.

Como se tratará con más detenimiento en el punto correspondiente a limitaciones, la muestra presenta unas características muy concretas, luego cualquier extrapolación a la población de los resultados obtenidos en esta muestra se ha de realizar con mucha cautela.

3.3.5. Recogida de información

La recogida de información se realizará mediante la utilización de dos instrumentos:

- La herramienta de evaluación utilizada en cada aula, que será un examen. Los exámenes que se realizan en las aulas de las líneas A y B no son iguales, para evitar que se filtren las preguntas de un aula a la otra, pero sí tratan los mismos conceptos, con el mismo número de preguntas y con la misma estructura.
- Cuestionario de satisfacción voluntario y anónimo. En dicho cuestionario se pregunta a los alumnos una serie de cuestiones sobre la utilidad de los vídeos multimedia en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto de los vídeos que se han utilizado en la docencia de la unidad didáctica en cuestión como en la docencia en general. Será el mismo para ambas aulas.

Los resultados obtenidos en la evaluación de ambas aulas son analizados para realizar una discusión de los mismos y obtener conclusiones. Los valores numéricos de los resultados son presentados y analizados en el correspondiente punto referente a *resultados*. Del análisis de los resultados obtenidos en la evaluación se pretenden obtener conclusiones respecto a las siguientes comparaciones:

- Dentro del mismo aula, A o B, comparación de los resultados obtenidos en conceptos donde se proyectaron vídeos multimedia con los resultados obtenidos en conceptos donde no se proyectaron vídeos multimedia.
- Comparación de los resultados obtenidos por las aulas A y B, haciendo especial hincapié en la comparación de los resultados de los conceptos donde se proyectaron vídeos multimedia, buscando la existencia de diferencias destacables entre los resultados obtenidos en un concepto microscópico específico en el aula que en el que se ha proyectado el vídeo

correspondiente a dicho concepto y el aula en el que no.

Los cuestionarios de satisfacción presentan una serie de preguntas cerradas y semiabiertas, a responder puntuándolas del 1 al 5, siendo el 1 totalmente en desacuerdo y el 5 totalmente de acuerdo. La última pregunta es abierta, preguntando de forma libre la impresión del alumno sobre la utilización de los vídeos multimedia.

Las preguntas cerradas son fáciles y rápidas de responder y facilitan el posterior análisis estadístico. Además este tipo de preguntas es el más adecuado para el nivel del alumnado de 3º de ESO. Pero este tipo de preguntas cerradas y semiabiertas tienen como inconveniente la excesiva acotación de la respuesta, por lo que el pensamiento del alumno que responde el cuestionario no tiene por qué encajar exactamente con las respuestas ofrecidas, por ello se incluye al final del cuestionario una pregunta abierta.

Señalar que los cuestionarios fueron diseñados por el autor de este TFM, basándose en su experiencia personal en la elaboración de los cuestionarios de satisfacción de las formaciones realizadas tanto como formador como formado en las diferentes empresas industriales en la que ha trabajado, teniendo en cuenta el nivel de madurez y la edad de los alumnos que han de rellenar dicho cuestionario. El cuestionario utilizado se puede consultar en el Anexo IV.

3.3.6. Instrumentos utilizados

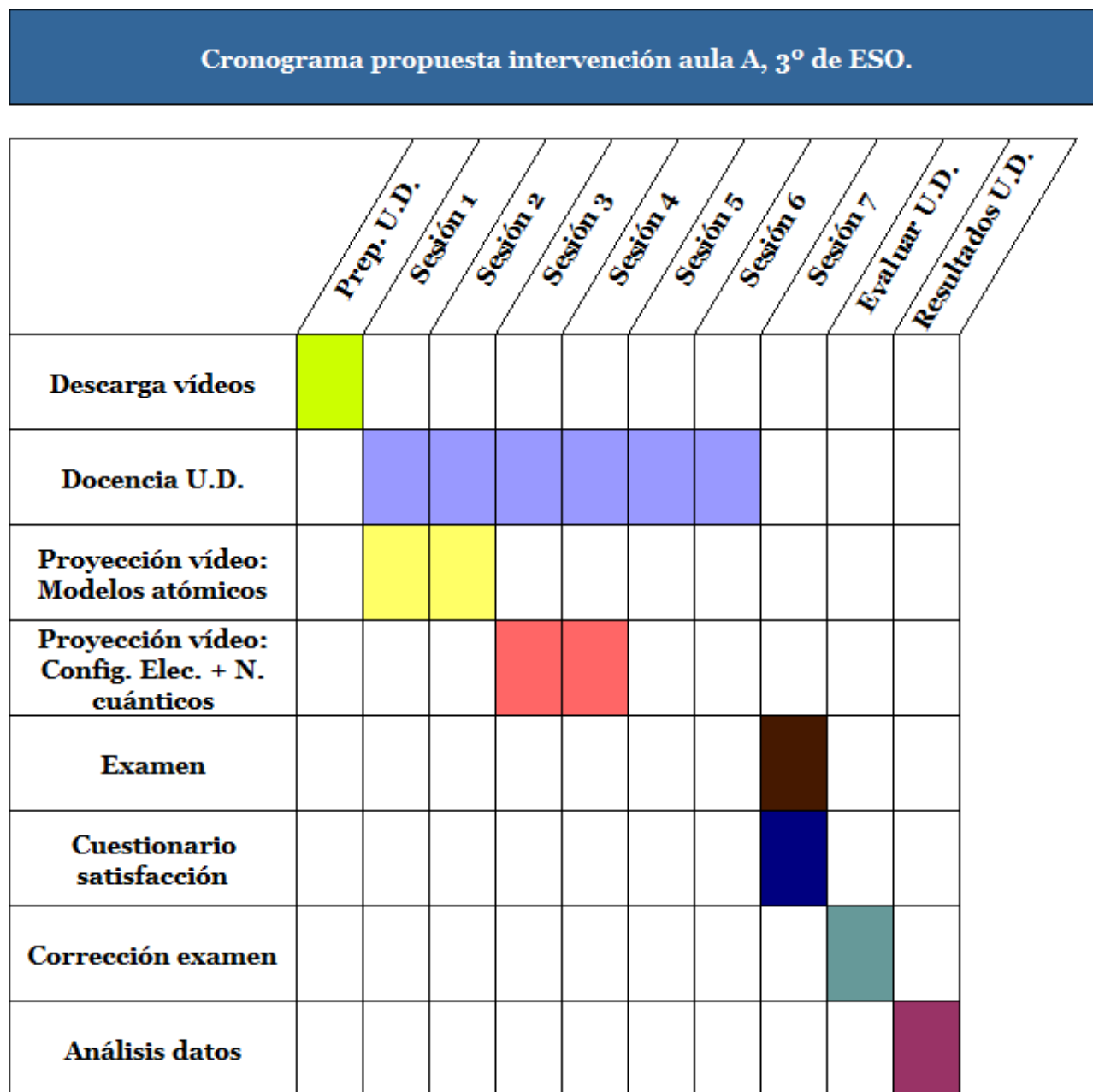
Los instrumentos utilizados en esta propuesta de intervención son los siguientes:

- Videos multimedia sobre conceptos microscópicos: Son un total de cinco, sus direcciones en Internet se pueden encontrar en el anexo I. Para la proyección de dichos vídeos se utiliza un ordenador y un proyector de los que disponen las aulas.
- Herramienta de evaluación, examen: Descrito en el punto 3.3.5 Recogida de información, se pueden encontrar los exámenes de las aulas A y B de 3º de ESO en el anexo II.
- Cuestionario de satisfacción: Descrito en el punto 3.3.5. Recogida de información, se puede encontrar en el anexo IV, siendo el mismo para ambas aulas.

3.3.7. Planificación de acciones

Las acciones desarrolladas durante la realización de esta propuesta de intervención con toma de datos empíricos se desarrollaron según lo expuesto en los siguientes cronogramas, cada uno de ellos para las aulas A y B de 3º de ESO. Señalar que la diferencia apreciable entre ambos cronogramas se debe al hecho de que en el aula de 3º A se proyectan dos vídeos multimedia

mientras que en el aula de 3º B los vídeos multimedia proyectados son tres.



Gráfica 1. Cronograma de la propuesta de intervención en el aula de 3ºA de ESO. Fuente propia.

Cronograma propuesta intervención aula B, 3º de ESO.

| | <i>Prep. U.D.</i> | <i>Sesión 1</i> | <i>Sesión 2</i> | <i>Sesión 3</i> | <i>Sesión 4</i> | <i>Sesión 5</i> | <i>Sesión 6</i> | <i>Sesión 7</i> | <i>Evaluar U.D.</i> | <i>Resultados U.D.</i> |
|---|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|------------------------|
| Descarga vídeos | | | | | | | | | | |
| Docencia U.D. | | | | | | | | | | |
| Proyección vídeo: Isótopos | | | | | | | | | | |
| Proyección vídeo: Enlaces iónico y covalente | | | | | | | | | | |
| Proyección vídeo: Enlace metálico | | | | | | | | | | |
| Examen | | | | | | | | | | |
| Cuestionario satisfacción | | | | | | | | | | |
| Corrección examen | | | | | | | | | | |
| Análisis datos | | | | | | | | | | |

Gráfica 2. Cronograma de la propuesta de intervención en el aula de 3ºB de ESO. Fuente propia.

3.3.8. Especificación de los recursos humanos, materiales y económicos

A continuación se listan y describen los recursos utilizados durante la docencia de la Unidad Didáctica "Átomos y moléculas":

- Libro de texto: El libro de texto utilizado es libro de Física y Química de 3º de la ESO de la editorial EDEBE.

- Ordenador y proyector: Las aulas disponen de estos dos recursos TIC para su libre utilización por parte todos los profesores. También se dispone de altavoces para el audio.
- Videos multimedia: Son un total de cinco y han sido descritos con anterioridad y sus direcciones en Internet se encuentran en el anexo I.
- Pizarra tradicional: Pizarra tradicional de fondo verde y tizas de colores para escribir y dibujar sobre la pizarra. Se utiliza en la docencia de otros conceptos no tratados con vídeos multimedia.
- Aula: Rectangular, de unos diez metros de largo por unos siete de ancho. La puerta de entrada de doble hoja se encuentra en el extremo donde se encuentra la mesa del profesor. Posee ventanas por ambos lados, dando las de un lado al corredor que da acceso a las demás aulas de la etapa educativa y la del otro lado a un patio.
- Mobiliario: Mesas y sillas, tanto del profesor como de los alumnos. De color verde claro, son nuevas y se encuentran en buen estado.

3.3.9. Forma de evaluación

- Del proceso: Al comienzo de cada una de las sesiones se realizan cuestiones a los alumnos para obtener feedback o retroalimentación respecto a la comprensión de los contenidos y que además sirven de refresco de los contenidos. Lo mismo se hace al final de cada una de las proyecciones de los diferentes vídeos, para evaluar la correcta comprensión de los mismos. En el caso de detectar una mala comprensión de los conceptos tratados en los vídeos se vuelven a proyectar. Esta evaluación del proceso se hace de forma no estructurada y no se registra en ningún formato.
- Del resultado: Para la evaluación del resultado se utiliza como herramienta de evaluación un examen al final de la unidad didáctica. Son diferentes para las aulas A y B. Se encuentran ambos en el anexo II.

3.3.10. Tratamiento de los datos obtenidos

Los datos obtenidos en los exámenes se encuentran para ambas aulas, A y B, en el anexo III y el tratamiento de los datos, que será análogo para ambas aulas, será el siguiente:

- Obtención de las calificaciones de los alumnos en cada uno de los siete conceptos microscópicos tratados, del 0 al 10. No son las calificaciones del examen, sino las calificaciones que se han obtenido en ese concepto, graduada del 0 al 10.
- Distribución de las calificaciones obtenidas en cada uno de los siete conceptos microscópicos en cuatro intervalos, del 0 al 4, del 4 al 6, del 6 al 8 y del 8 al 10.
- Obtención de los porcentajes de alumnos que están en cada uno de los intervalos de

calificación para cada uno de los siete conceptos.

- Representación gráfica de estas distribuciones porcentuales, por medio de histogramas, para una mejor visualización, análisis y obtención de conclusiones.

Con respecto a los resultados del cuestionario de satisfacción el tratamiento será análogo para las dos aulas, y según se describe a continuación:

- Para cada uno de los cuatro ítems o preguntas cerradas con respuesta sí/no o con escala del 1 al 5 se obtienen los porcentajes de los alumnos que han respondido a cada alternativa para cada una de las preguntas.
- Representación gráfica de estas distribuciones porcentuales, por medio de histogramas, para una mejor visualización, análisis y obtención de conclusiones.

3.4. Resultados

En este punto se presentan los resultados del estudio. Estos se dividen en dos partes, los resultados de las evaluaciones y los resultados del cuestionario de satisfacción. En ambas partes se presentarán los resultados gráficamente y se analizarán utilizando diferentes herramientas para alcanzar unas conclusiones.

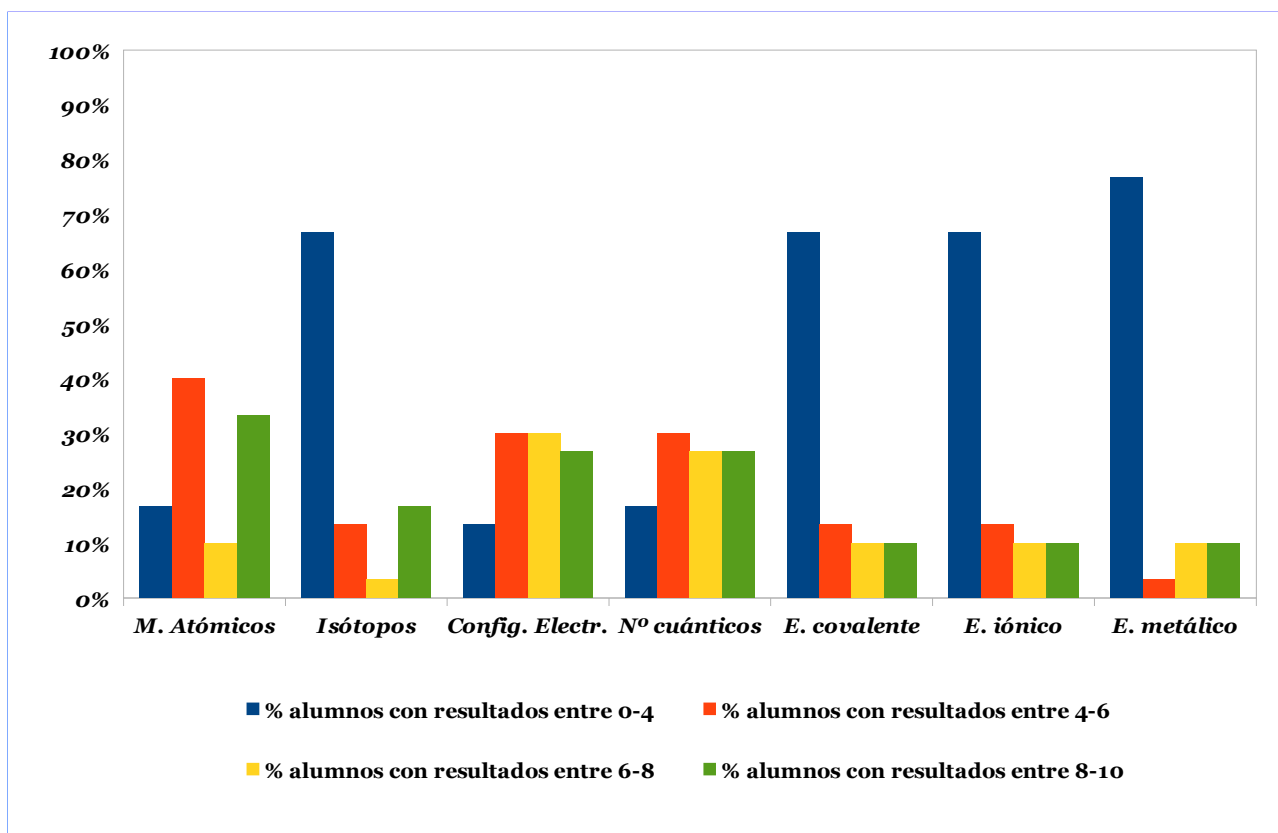
3.4.1. Resultados de la evaluación

Como se expuso en el punto 3.3. Metodología, se analizarán los resultados obtenidos por los alumnos de ambas aulas. Los datos que se presentan a continuación no son las calificaciones totales obtenidas por los alumnos en el examen de la unidad didáctica, si no las calificaciones obtenidas por los alumnos en cada uno de los siete conceptos microscópicos cuya comprensión se quiere mejorar con la proyección de vídeos multimedia.

Así, los datos presentados a continuación se representan gráficamente y están tabulados del 0 al 10, que es el resultado obtenido en la pregunta o ejercicio referente a ese concepto en el examen. Los datos numéricos así como los porcentajes de cada uno de los intervalos de resultados se encuentran en el anexo III.

- Puntuación de los alumnos de 3º A de ESO en los siete conceptos microscópicos (Gráfica 3). Los vídeos proyectados a este grupo trataban sobre los conceptos de modelos atómicos, configuración electrónica y números cuánticos. El vídeo que trata este último concepto tiene un error, el cual se pide a los alumnos que identifiquen durante una segunda proyección del mismo. Con ello se pretende desarrollar la competencia de tratamiento de la

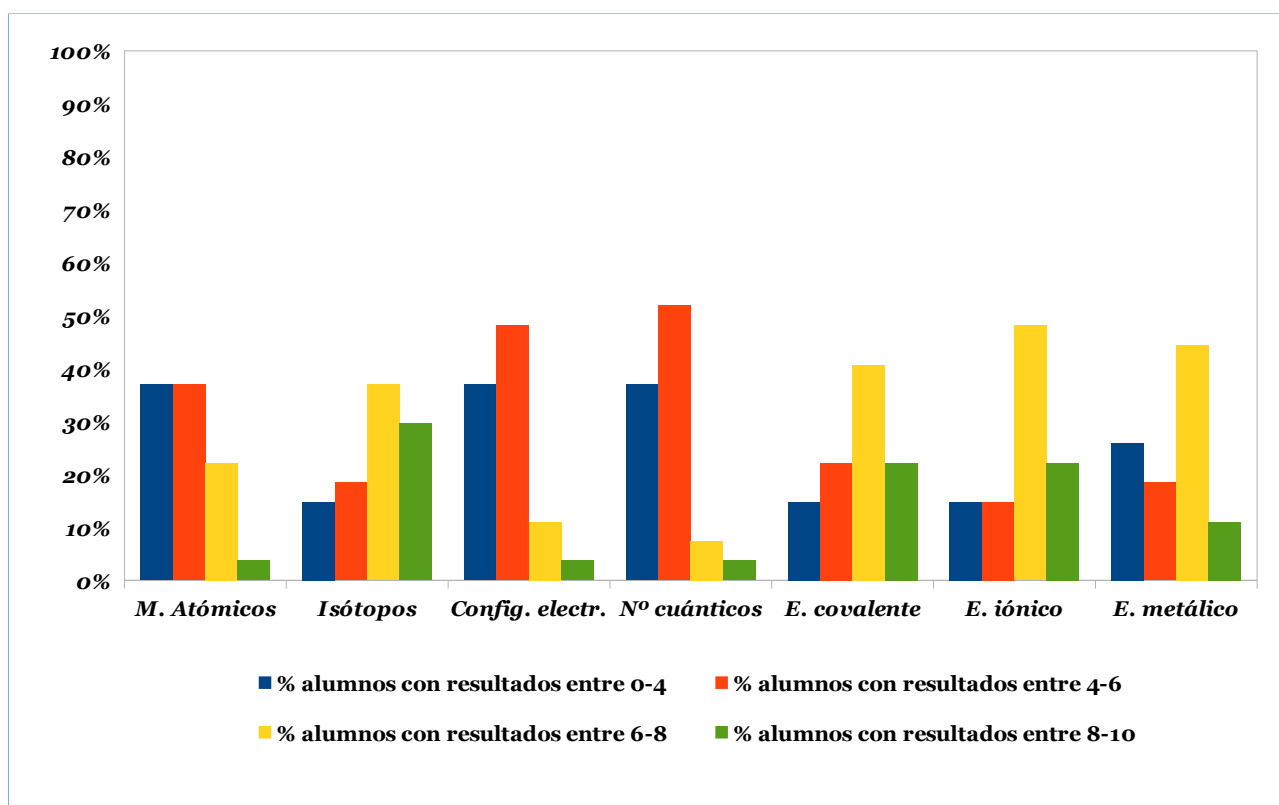
información y competencia digital, haciéndoles conscientes de que no toda la información disponible en Internet es veraz.



Gráfica 3. Distribuciones porcentuales de las calificaciones de 3ºA en los siete conceptos microscópicos. Fuente propia.

De esta representación gráfica destacar las bajas calificaciones obtenidas en el aula A en aquellos conceptos en los cuales no se proyectó vídeo multimedia, resaltadas por la altura de las barras azules, calificaciones inferiores a 4, para los conceptos de isótopos, enlace covalente, enlace iónico y enlace metálico. Se obtuvo un porcentaje muy elevado de bajas calificaciones.

- Puntuación de los alumnos de 3º B de ESO en los siete conceptos microscópicos (Gráfica 4). Los vídeos proyectados a este grupo trataban sobre los conceptos de isótopos, enlace covalente, iónico y metálico.



Gráfica 4. Distribuciones porcentuales de las calificaciones de 3ºB en los siete conceptos microscópicos. Fuente propia.

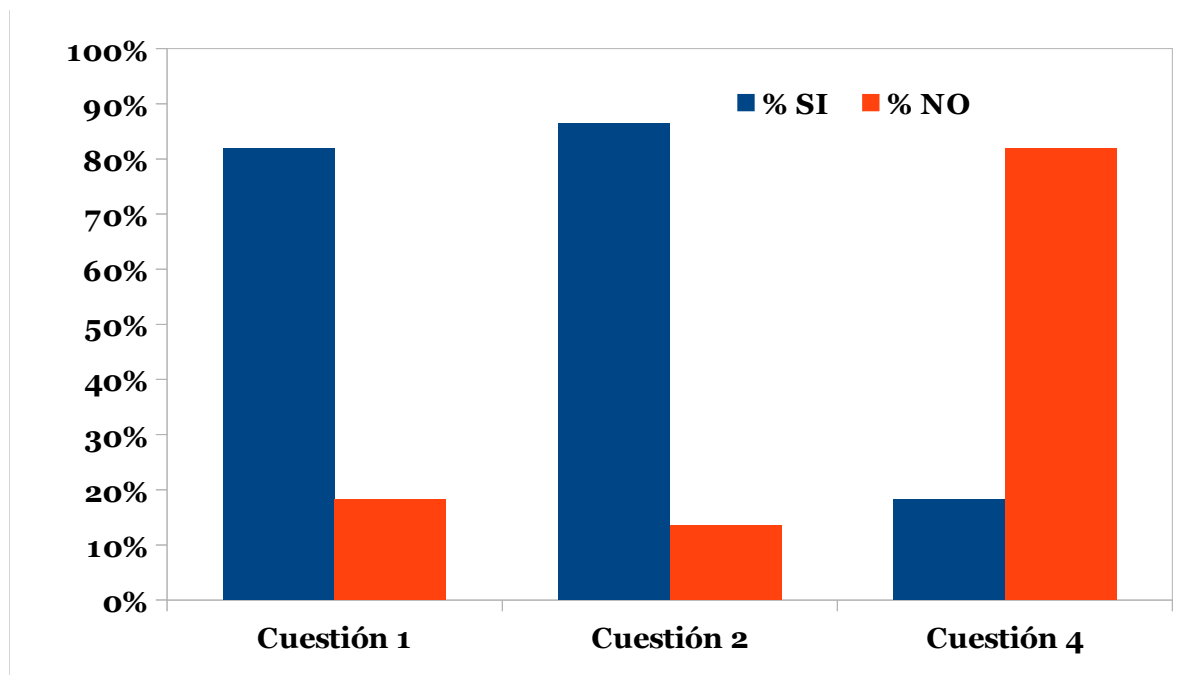
De esta gráfica destacar la similitud entre los resultados de los conceptos donde se proyectó vídeo multimedia, isótopos, enlaces covalente, enlace iónico y enlace metálico, frente a la similitud de los resultados donde no se proyectó vídeos multimedia, modelos atómicos, configuración electrónica y número cuánticos.

En los conceptos donde se proyectó vídeo destacan las alturas de las barras amarillas y verdes, altas calificaciones, mientras que en los conceptos donde no se proyectó vídeo, las barras más elevadas son las azules y naranjas, de bajas calificaciones.

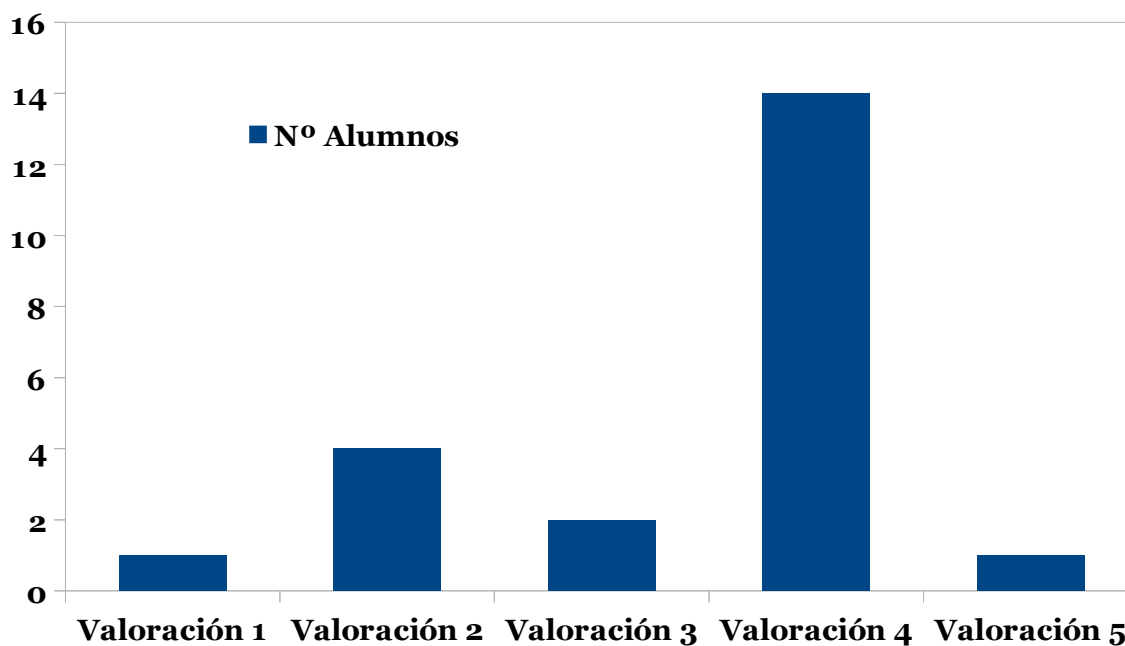
3.4.2. Resultados del cuestionario de satisfacción

En el anexo V se presentan los resultados del cuestionario de satisfacción de los grupos A y B de 3º de ESO. Recordar que la encuesta de satisfacción fue de carácter voluntario y anónimo. Señalar que el orden de los alumnos en las tablas que presentan estos resultados no coincide con el orden de los alumnos en las tablas que presentan las calificaciones obtenidas. A continuación se representan gráficamente las respuestas de las cuatro preguntas cerradas del cuestionario de

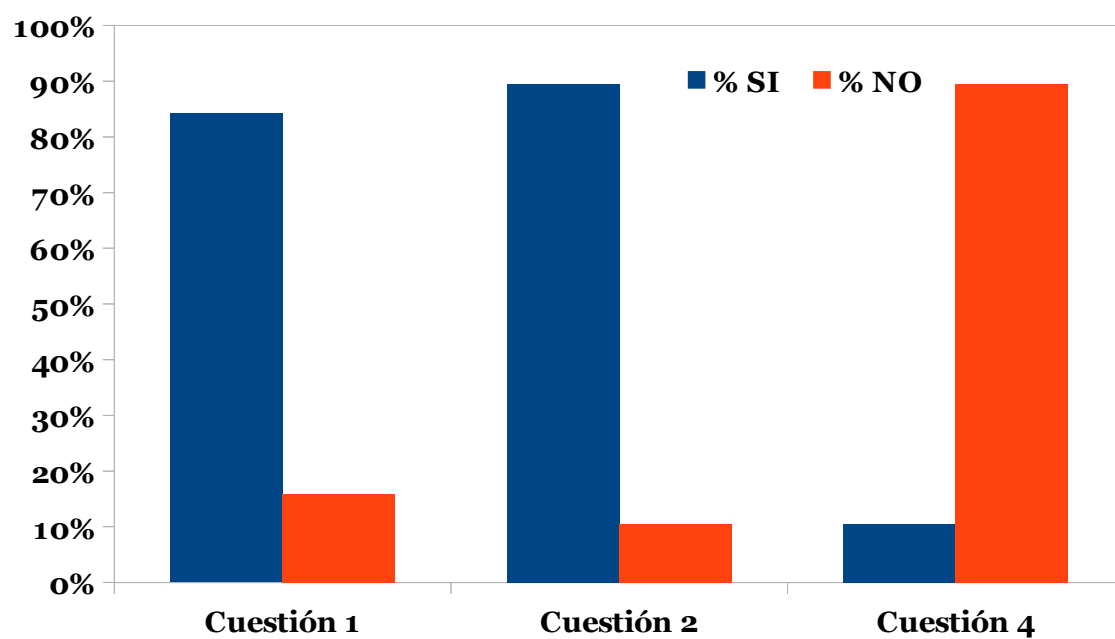
satisfacción para los grupos A y B.



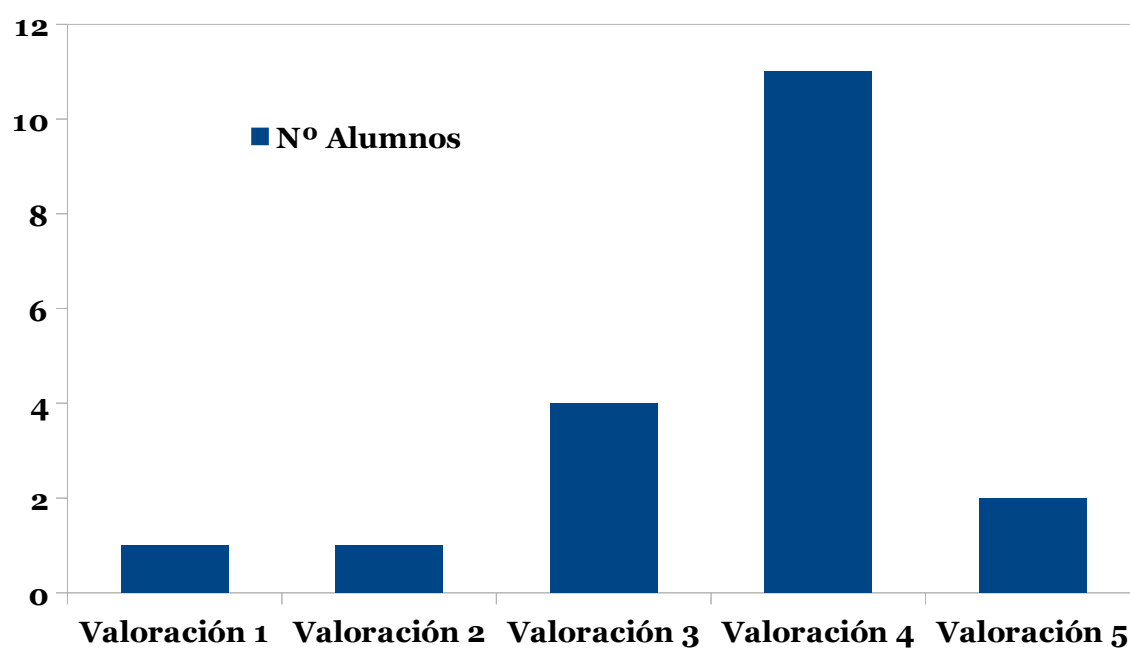
Gráfica 5: Resultado preguntas 1, 2 y 4 del cuestionario de satisfacción aula 3ºA. Fuente propia.



Gráfica 6: Resultado pregunta 3 del cuestionario de satisfacción aula 3ºA. Fuente propia.



Gráfica 7: Resultado preguntas 1, 2 y 4 del cuestionario de satisfacción aula 3ºB. Fuente propia.



Gráfica 8: Resultado pregunta 3 del cuestionario de satisfacción aula 3ºB. Fuente propia.

4. Discusión

En este punto, una vez presentados y representados gráficamente los resultados numéricos de las calificaciones obtenidas por los grupos A y B de 3º de ESO en los diferentes conceptos, se pasa a su discusión y análisis para llegar a una conclusión sobre dichos resultados.

4.1. Comprensión de los conceptos microscópicos abstractos dentro de una misma aula

Se analizan los resultados obtenidos en las aulas A y B de 3º de la ESO. Se procede a un análisis y comparación de dichos datos dentro de cada uno de las aulas, sin compararlos con los resultados obtenidos por la otra aula.

4.1.1. Comprensión de los conceptos microscópicos abstractos dentro del aula de 3ºA

En el caso de 3º A las medias de las calificaciones de los conceptos microscópicos de los cuales se proyectaron vídeos multimedia, son sensiblemente superiores a las de los conceptos de los cuales no se proyectaron vídeos multimedia. Los datos numéricos de todas estas medias se encuentran en el anexo III, en las tablas 2 y 4.

Las diferencias en las medias de entre 2,3 y 3,7 puntos indican una mayor comprensión y retención de los conceptos microscópicos de los cuales se proyectaron vídeos multimedia.

Del análisis de distribución de las calificaciones, datos representados por medio de histogramas (gráfica 3), cabe destacar lo siguiente:

- Prácticamente dos tercios del grupo obtuvo una calificación inferior a un 4 en los conceptos de los cuales no se proyectó vídeo multimedia, siendo evidente la baja comprensión y retención de estos conceptos por parte de los alumnos.
- Estudiando los perfiles de los histogramas referentes a los datos de las calificaciones de estos conceptos se ve que no tienen una distribución normal, estando claramente desplazado hacia la zona de bajas calificaciones.

Respecto a los conceptos de los cuales sí se proyectaron vídeos multimedia, el análisis de las distribuciones de las calificaciones nos indican la mejora en la comprensión y retención de dichos conceptos, como puede verse en la gráfica 3. Para estos conceptos, aproximadamente la mitad de los alumnos obtuvo una calificación superior a 6.

Estudiando los histogramas se ve que el perfil de % de calificaciones es irregular para los modelos atómicos, pero si presenta cierto aspecto de distribución normal para configuraciones electrónicas y números cuánticos.

Así, la conclusión que se puede deducir del análisis de los datos de las distribuciones de calificaciones apunta en la misma dirección que la conclusión obtenida del análisis de las medias. En el aula de 3ºA de ESO la comprensión y retención de los conceptos que han sido explicados utilizando un vídeo multimedia es superior a la de los conceptos que no han sido explicados mediante la utilización de dichos vídeos.

4.1.2. Comprensión de los conceptos microscópicos abstractos dentro del aula de 3ºB

Las medias de las calificaciones de los diferentes conceptos microscópicos que se explicaron y estudiaron utilizando vídeos multimedia son de entre 1,2 y 2,2 puntos superiores a las de los conceptos donde no se proyectó vídeo multimedia. Esto indica una mayor comprensión y retención de los conceptos en los cuales se han proyectado vídeos multimedia.

Del análisis de las distribuciones de las calificaciones, datos representados por medio de histogramas en la gráfica 4, se observa lo siguiente:

- Los conceptos de los cuales se proyectó un vídeo multimedia, el % de alumnos con una calificación de 6 o superior es de aproximadamente dos tercios para los cuatro conceptos, aunque hay variaciones de concepto a concepto.
- El perfil que tienen estas gráficas es ligeramente normal, menos acentuado para el caso de isótopos y enlace metálico y más para los enlaces covalente e iónico, con la media desplazada en el intervalo de 6 a 8 puntos. Estos resultados indican una notable comprensión de dichos conceptos por parte del grupo de 3ºB.

Con respecto a las distribuciones de las calificaciones de los conceptos de los cuales no se proyectaron vídeos multimedia, la información que se obtiene de la gráfica 4 es la siguiente:

- Los % de alumnos que obtuvieron una calificación inferior a 4 es ligeramente superior a un tercio, indicando que se comprendió y retuvo dichos conceptos de una forma deficiente.
- Para estos mismos conceptos los % de alumnos que obtuvieron 6 o más son muy bajos, estos % tan reducidos refuerzan la idea de la baja comprensión y retención de estos conceptos por parte de los alumnos de este grupo.

Así, la conclusión que se deduce del análisis de las distribuciones de calificaciones apunta en la misma dirección que la conclusión obtenida del análisis de las medias. En el aula de 3ºB de ESO la comprensión y retención de los conceptos que han sido explicados utilizando un vídeo multimedia es superior a la de los conceptos que no han sido explicados mediante la utilización de dichos vídeos.

4.2. Comparación de comprensión de conceptos microscópicos entre las aulas de 3º A y B de ESO

En este punto se comparan las calificaciones medias de los diferentes conceptos microscópicos estudiados así como sus distribuciones porcentuales en los grupos de 3º A y B de ESO. De dicha comparación se obtendrán una serie de conclusiones. Recordar en este punto la diferencia de comportamiento y de perfiles académicos existente entre las dos aulas, lo cual es una variable que puede influenciar en los resultados y que hay que tener en cuenta a la hora de comparar los resultados de ambas aulas. Los datos numéricos se encuentran en las tablas 2 y 4, en el anexo III.

4.2.1. Comparación de resultados del concepto “Modelos atómicos” entre las aulas A y B de 3º de ESO

El concepto de “modelos atómicos” fue explicado y estudiado en el aula A mediante vídeo multimedia y sin él en el aula B. La media del aula A en este concepto es de 2,5 puntos superior a la del aula B.

Estudiando las distribuciones de las calificaciones de ambos grupos para este concepto se observa que ninguna de las dos tiene una distribución normal, pero sí destaca la diferencia existente en el porcentaje de alumnos que han obtenido una calificación entre 8 y 10, siendo mucho más elevado en el aula A.

Esta comparación tanto de medias como de distribuciones porcentuales de calificaciones señala una mejor comprensión y retención de este concepto por parte del aula A, donde se proyectó el vídeo multimedia del mismo.

4.2.2. Comparación de resultados del concepto “Isótopos” entre las aulas de A y B 3º de ESO

El concepto “isótopos” fue explicado y estudiado en el aula B mediante vídeo multimedia y

sin él en el grupo A. La media del aula A en este concepto es de 2,5 puntos inferior a la del aula B.

Con respecto a la comparación de la distribución porcentual de calificaciones destacar que en el aula A dos tercios del mismo tiene menos de un 4, mientras que en el aula B dos tercios del mismo tienen una nota superior al 6.

Ambas comparaciones indican una mejor comprensión y retención de este concepto en el aula B, en la cual se proyectó el vídeo multimedia relativo al mismo.

4.2.3. Comparación de resultados del concepto “Configuración electrónica” entre las aulas A y B de 3º de ESO

El concepto “configuración electrónica” fue explicado y estudiado en el aula A mediante vídeo multimedia y sin él en el aula B. La media del aula A en este concepto es de 2,4 puntos superior a la del aula B.

Con respecto a la comparación de la distribución porcentual de calificaciones destacar que en ambas aulas se puede observar una distribución más o menos normal, presentando un perfil más plano, con un máximo menos elevado y más desplazada a calificaciones más elevadas en el caso del aula A, mientras que en el aula B el máximo es más elevado pero el perfil está más desplazado a calificaciones bajas.

Ambas comparaciones indican una mejor comprensión y retención de este concepto en el aula A, en el cual se proyectó el vídeo multimedia relativo al mismo.

4.2.4. Comparación de resultados del concepto “Números cuánticos” entre las aulas A y B de 3º de ESO

El concepto “números cuánticos” fue explicado y estudiado en el aula A mediante vídeo multimedia y sin él en el aula B. La media del aula A en este concepto es de 2,2 puntos superior a la del aula B.

Con respecto a la comparación de la distribución porcentual de calificaciones destacar que en ambas aulas se puede observar una distribución más o menos normal, presentando un perfil más plano, con un máximo menos elevado y más desplazada a calificaciones más elevadas en el caso del aula A, mientras que en el aula B el máximo es más elevado pero el perfil está más desplazado a calificaciones bajas. Dichos perfiles son parecidos a los del anterior concepto

“configuración electrónica” pero ambos perfiles desplazados a valores inferiores.

Ambas comparaciones indican una mejor comprensión y retención de este concepto en el aula A, en el cual se proyectó el vídeo multimedia relativo al mismo.

4.2.5. Comparación de resultados del concepto “Enlace covalente” entre las aulas A y B de 3º de ESO

El concepto “enlace covalente” fue explicado y estudiado en el aula B mediante vídeo multimedia y sin él en el aula A. La media del aula A en este concepto es de 2,7 puntos inferior a la del aula B.

Con respecto a la comparación de la distribución porcentual de calificaciones destacar que en el aula A dos tercios del mismo tiene menos de un 4, mientras que en el aula B casi dos tercios del mismo tienen una nota superior al 6 (gráficas 3 y 4).

Ambas comparaciones indican una mejor comprensión y retención de este concepto en el aula B, en el cual se proyectó el vídeo multimedia relativo al mismo.

4.2.6. Comparación de resultados del concepto “Enlace iónico” entre las aulas A y B de 3º de ESO

El concepto “enlace iónico” fue explicado y estudiado en el aula B mediante vídeo multimedia y sin él en el aula A. La media del aula A en este concepto es 2,7 puntos inferior a la del aula B.

Con respecto a la comparación de la distribución porcentual de calificaciones destacar que en el aula A dos tercios del mismo tiene menos de un 4, mientras que en el aula B poco más de dos tercios del mismo tiene una nota superior al 6.

Ambas comparaciones indican una mejor comprensión y retención de este concepto en el aula B, en el cual se proyectó el vídeo multimedia relativo al mismo.

4.2.7. Comparación de resultados del concepto “Enlace metálico” entre las aulas A y B de 3º de ESO

El concepto “enlace metálico” fue explicado y estudiado en el aula B mediante vídeo

multimedia y sin él en el aula A. La media del aula A en este concepto es 2,4 puntos inferior a la del aula B.

Con respecto a la comparación de la distribución porcentual de calificaciones destacar que en el aula A, más de tres cuartos de la misma tiene menos de un 4, mientras que en el aula B más de la mitad de la misma tiene una nota superior al 6.

Ambas comparaciones indican una mejor comprensión y retención de este concepto en el aula B, en la cual se proyectó el vídeo multimedia relativo al mismo.

4.2.8. Comparación general de resultados entre las aulas A y B de 3º de ESO

Señalar aquí las principales diferencias y coincidencias generales que se obtienen de la comparación de las calificaciones obtenidas por las aulas A y B de 3º de ESO:

- El promedio de las calificaciones de los conceptos explicados con la utilización de vídeos multimedia es ligeramente superior en el aula A, siendo la diferencia de 0,5 puntos.
- El promedio de las calificaciones de los conceptos no explicados con la utilización de vídeos multimedia es ligeramente inferior en el aula A, siendo la diferencia 0,6 puntos.
- El concepto “enlace metálico” es el que menos calificación media ha obtenido en el aula donde no se explicó con vídeo multimedia y en el aula donde se explicó con vídeo multimedia ha sido el de calificación media inferior de los explicados con proyección de vídeo multimedia.
- De forma general, las distribuciones de calificaciones medias del aula A tienden a estar más desplazadas hacia el extremo inferior (si no se proyectó vídeo multimedia) o hacia el extremo superior (si se proyectó vídeo multimedia), mientras que las del aula B tienen a estar más centradas.

De estas diferencias y coincidencias entre las aulas A y B se deducen las siguientes conclusiones:

- El aula A tiene mayor capacidad de comprensión cuando se le proyectan vídeos, pero es más difícil de captar su atención sobre la explicación de los conceptos si no se proyectan vídeos. Estos resultados respaldan lo que anteriormente se expuso con respecto a las notables diferencias entre ambas aulas, por lo cual se han analizado por separado.
- De todos los conceptos microscópicos tratados con la misma metodología, el enlace metálico es el que presenta unas peores calificaciones en ambas aulas. Se podría concluir que para ambas aulas ha resultado el concepto más difícil si lo comparamos con los otros

donde se ha empleado la misma metodología.

- La utilización de vídeos multimedia en ambas aulas ha supuesto una sustancial mejora en la comprensión y retención de los conceptos tratados.

4.3. Análisis del resultado del cuestionario de satisfacción

Los resultados del cuestionario de satisfacción son análogos en ambas aulas, por lo cual se realizará el análisis de ambas aulas juntas. En las gráficas 5 y 7 pueden consultarse los resultados obtenidos para las cuestiones 1, 2 y 4, en las aulas 3º A y 3º B respectivamente. En las gráficas 6 y 8 se representan los resultados para la cuestión 3, en las aulas 3ºA y 3º B respectivamente. Realizaremos el análisis cuestión a cuestión:

1. ¿Te ha resultado interesante la proyección de vídeos cortos descargados de YOUTUBE durante el transcurso de la unidad didáctica?

Ambas medias se encuentran por encima del 80%, luego los vídeos multimedia sí despertaron el interés general del aula.

2. ¿Te han ayudado los vídeos proyectados a entender mejor la parte de la unidad didáctica de la que trataban?

Ambas medias se encuentran por encima del 85%, luego los vídeos multimedia sí ayudaron a mejorar el entendimiento de los alumnos sobre el concepto que se trataba.

3. Puntúa del 1 al 5 tu preferencia en el uso de vídeos durante la clase para la comprensión de nuevos conceptos, siendo 1 totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo.

Las puntuaciones medias son idénticas en ambas aulas. Refuerza la aceptación de la utilización de los vídeos pero no de manera tan marcada como en los dos ítems anteriores.

4. ¿Has buscado en Internet otros vídeos para ayudarte a entender los mismos u otros conceptos nuevos tratados en la unidad didáctica?

Ambas medias son bajas, reflejando que a pesar de la aceptación de los vídeos multimedia, no parecen que hayan despertado en los alumnos la curiosidad suficiente como para navegar en Internet por su cuenta para conseguir más información.

5. Comenta libremente tu opinión sobre la utilización de vídeos descargados de Internet para la comprensión de nuevos conceptos.

Solamente hay 4 comentarios libres, dos por aula, que se presentan a continuación:

- Aula A, alumno 4: Me han ayudado, son interesantes.
- Aula A, alumno 6: Son aburridos, no les veo utilidad.
- Aula B, alumno 5: Me han gustado y ayudado a comprender.
- Aula B, alumno 7: No he comprendido nada, con y sin vídeos.

Estos comentarios destacan en primer lugar por su escaso número, que tiene relación con la media de las puntuaciones obtenidas en las preguntas 3 y 4, los vídeos son útiles y ayudan a la mayoría pero no terminan de motivar ni despertar un gran interés. También están en sintonía con los resultados obtenidos en la pregunta anterior, la número 4, en la cual quedo claro que a pesar de ser útiles, los vídeos no son lo suficientemente motivadores como para despertar la curiosidad de los alumnos.

Por otro lado hay alumnos en los extremos alto y bajo de las calificaciones que tienen percepciones opuestas, a unos les han gustado, motivado y resultados útiles mientras que a otros todo lo contrario.

Los resultados analizados anteriormente listados están en línea con los alcanzados en los trabajos “Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasize molecular representations on students’ understanding of chemical change” (Ardac y Akaygum, 2004) y “Promoting Understanding of chemical representations: Students’ use of a visualization tool in the classroom” (Kai Wu, Krajcik y Soloway, 2001). En ambos trabajos los resultados indican que la utilización de diferentes herramientas TIC mejoran la comprensión y retención de conceptos abstractos y microscópicos por parte de los alumnos.

5. Conclusiones

5.1. Conclusiones de la propuesta de intervención

Las conclusiones de esta propuesta de intervención según lo expuesto con anterioridad son las siguientes:

1. Se realiza la propuesta de intervención expuesta en este trabajo utilizando una herramienta TIC, como son los vídeos multimedia, para suplir la carencia de los alumnos con respecto a conceptos microscópicos.
2. De los resultados obtenidos de la aplicación de la propuesta de intervención se deduce que se produce una mejora significativa en la comprensión y retención de los conceptos tratados con la innovación metodológica, utilizando vídeos TIC.
3. Aunque los resultados indican una mejora sustancial en la comprensión y retención de dichos conceptos utilizando los vídeos TIC, no refleja una mejora de motivación y de la curiosidad de los alumnos.

Finalizando, aunque los resultados indican que los vídeos TIC son una herramienta útil para la docencia de los conceptos microscópicos, abstractos y nuevos para los alumnos, de los cuales no tienen percepciones provenientes de sus vidas cotidiana, no despiertan en ellos curiosidad, motivación ni implicación.

5.2. Limitaciones de la propuesta de intervención

Se indican las limitaciones de la propuesta de intervención:

1. Singularidad de la muestra: La muestra tiene unas particularidades muy concretas, en una localidad concreta, en un centro concreto con unas características muy concretas, en dos aulas del mismo, en un único nivel educativo. Todo ello implica que la extrapolación de los resultados obtenidos en estas dos aulas al global de las aulas del actual sistema educativo se deba hacer con cautela.
2. Necesidad de más experimentación. Además de recordar la singularidad de la muestra, también añadir la singularidad de la unidad didáctica a la cual se ha aplicado la innovación metodológica. La extrapolación de los resultados obtenidos para esta unidad didáctica de una materia concreta de un nivel educativo concreto, debe ser realizada de forma cautelosa. Sería conveniente realizar más experimentación y con mayor variedad para poder extrapolar los resultados de una forma más segura.

3. Limitación de la herramienta TIC utilizada: Dentro de las herramientas TIC disponibles en la actualidad, los vídeos son una de las más ampliamente utilizadas y de las que presentan más limitaciones, debido a que no presenta tanta interactividad como otras herramientas TIC, como pueden ser simuladores, etc. Por otro lado los vídeos TIC presentan la ventaja de que pueden ser editados expresamente por el profesor para el aula, como una medida de adaptación a la diversidad, y al ser de libre acceso, están disponibles en Internet, permiten a los alumnos hacer búsquedas e investigaciones sobre las mismas, desarrollando su competencia digital y de tratamiento de la información.

5.3. Líneas de investigación futuras

Las futuras líneas de investigación estarían encaminadas a suplir las limitaciones presentadas por la actual propuesta de intervención. Así, para suplir las limitaciones anteriormente presentadas se podría desarrollar un estudio con una metodología análoga, pero aplicándola a un mayor número de alumnos, niveles educativos y unidades didácticas, eliminando así las limitaciones que proceden de la muestra y de la necesidad de aumentar y variar la experimentación.

También se podrían utilizar herramientas más potentes, simuladores o programas de representación 3D, tipo autoCAD o SOLID WORKS. Estas herramientas permiten una mayor flexibilidad e interactividad de los alumnos, pero en contrapartida su edición y búsqueda en Internet son más complejas, además de añadir un coste y duración no siempre justificables.

6. Referencias bibliográficas

- Arauz, R., Ernesto, F., Ruiz Torres, A. A., García García, M. A., López González, R., & Martínez Sánchez, M. E. (2015). *TIC en Educación*. Ediciones Díaz de Santos.
- Ardac D., Akaygum S. (2004). Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasize molecular representations on students' understanding of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 317 – 337.
- Area Moreira, M. A.(2004). *Los medios y las tecnologías en la educación*. Madrid: Ediciones Pirámide
- Bustos González, A. (2005). *Estrategias didácticas para el uso de las TIC's en la docencia universitaria presencial*. Barcelona: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Cabero, J. (2006). *Nuevas tecnologías aplicadas a la educación*. España: McGraw-Hill España.
- da Souza, K., Ferreira, S. (2008). El uso del vídeo digital en clase de enseñanza: una propuesta pedagógica. *Comunicar*, 31 v.XVI, 457 – 461.
- Educación Infantil y TIC, C., de Castro de Castro, A. E., Borjas, M., Ricardo, C., Herrera, M., & Vergara, E. (2014). Recursos educativos digitales para la educación infantil (REDEI). *Zona Próxima*, (20).
- Ertmer, P., & Newby, T. (1993). Conductismo, cognitivismo y constructivismo: una comparación de los aspectos críticos desde la perspectiva del diseño de instrucción. *Performance improvement quarterly*, 6(4), 50-72.
- García, V. H. (2010). *Ventajas y desventajas de las TIC*. <http://es.scribd.com/doc/26793180/Ventajas-y-Desventajas-de-Las-Tic>
- Kai Wu H., Krajcik J. S., Soloway E. (2001). Promoting Understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 821 – 842.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, nº 104 de 4 de mayo de 2006.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Boletín Oficial del Estado, nº 295 de 10 de diciembre de 2013.
- Moreira, M. A. (2014). Innovación Pedagógica con TIC y el desarrollo de las competencias informacionales y digitales. *inasp*, 1(4), 1-14.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. Boletín Oficial del Estado, nº 25 de 29 de enero de 2015.
- Pablo-Lerchundi, I., Núñez del Río, M. C., Saavedra, P., Albéniz, J., Barajas, R., Carrillo, I. (2013). *Análisis del impacto del uso del video en el laboratorio de química de la titulación*

de ingeniería mecánica en la EUITI. Madrid: Universidad Europea de Madrid.

Pérez, D., Gras-Martí, A., Gras-Velázquez, À., Guevara, N. G., Togasi, A. G., Joyce, A., ... & Santos, J. (2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. *Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)*. México.

RD 1631/2006, de 29 de diciembre, *por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria*. Boletín Oficial del Estado, nº 5 de 5 de enero de 2007.

Sanmartí, N. (2010). Enseñar y aprender ciencias: algunas reflexiones. *Guías en enseñanzas medias*.

<http://www.guiasensenanzasmedias.es/verpdf.asp?area=natura&archivo=GR104.pdf>

7. Anexos

7.1. Anexo I: Direcciones web de los vídeos TIC multimedia

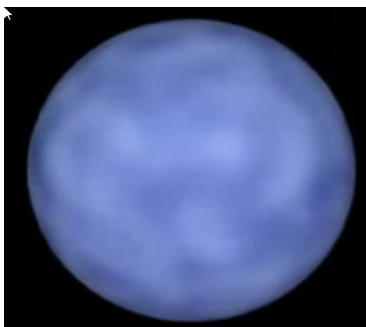
- Modelos atómicos: <https://www.youtube.com/watch?v=oUW9oluAJEo>
- Enlace metálico: <https://www.youtube.com/watch?v=9pxYFaXBFoE>
- Enlace iónico y covalente: <https://www.youtube.com/watch?v=oFYBVSUHD7k>
- Isótopos: <https://www.youtube.com/watch?v=psSMuDvBWQ4>
- Configuración electrónica y Números cuánticos <https://www.youtube.com/watch?v=g5wWvbJfPpM>

7.2. Anexo II: Exámenes de evaluación de la unidad didáctica

Examen de evaluación de la unidad didáctica en 3ºA

1. Identifica cada una de las siguientes imágenes con cada uno de los diferentes modelos atómicos y describe sus puntos más característicos:(1,5 puntos)

a)



b)



c)



Niveles energéticos sin definir

d)



Niveles energéticos definidos

2. ¿Qué es la regla del octeto? ¿Qué elementos cumplen la regla del octeto sin necesidad de ningún tipo de enlace químico? (1 punto)

3. Identifica según las propiedades de los siguientes compuestos de que tipo de sustancias se tratan y escribiendo un ejemplo de cada tipo. (1 punto)

a) Red cristalina sólida, elevado punto de fusión, soluble formando aleaciones, buen conductor de la electricidad:

b) Red cristalina sólida, punto de fusión muy elevado, insoluble en casi todos los disolventes, no conduce la electricidad:

c) Gas, punto de fusión bajo, insoluble en agua pero soluble en otros disolventes, no conducen la electricidad.

d) Red cristalina sólida, punto de fusión elevado, soluble en agua, no conduce la electricidad a no ser que esté disuelto o fundido.

4. Indicar los números atómicos Z y másico A y el número de cada tipo de partículas subatómicas (protones, neutrones y electrones) para los siguientes átomos sabiendo que no son iones (neutros). (1,5 puntos)

a) $^{59}_{27}\text{Co}$

b) $^{190}_{76}\text{Os}$

c) $^{58}_{27}\text{Co}$

d) ¿Qué relación guardan los átomos de los puntos a) y c)? ¿Por qué?

5. Obtener la configuración electrónica de los siguientes átomos: (2 puntos)

a) Ir ($Z=77$)

b) Cr ($Z=24$)

c) Cl ($Z=17$)

6. Obtener los números cuánticos de los electrones representativos (último electrón) de todos los átomos del ejercicio anterior, utilizando la configuración electrónica de cada uno de ellos. Representar en el diagrama de cajas la orientación de los espines de los electrones del último orbital. (2 puntos)

7. Describir utilizando del diagrama de Lewis el enlace covalente de los siguientes compuestos. (1 punto)

a) N_2 . Configuración Electrónica N: $1s^2 2s^2 2p^3$

b) H_2O . Configuración Electrónica O: $1s^2 2s^2 2p^4$. Configuración Electrónica H: $1s^1$

c) HF. Configuración Electrónica F: $1s^2 2s^2 2p^5$

Examen de evaluación de la unidad didáctica en 3ºB

1. Relacionar las siguientes características con el modelo atómico correspondiente. (1 punto)

a) Partículas pequeñas, separadas e indivisibles.

1) Modelo atómico de Rutherford.

b) Los electrones giran alrededor del núcleo en Niveles electrónicos bien definidos. Para que un electrón cambie de nivel su energía se modifica una cantidad determinada.

2) Modelo atómico de Thomson.

c) Protones y neutrones se encuentran en el núcleo y los electrones orbitan a su alrededor ocupando no orbitas planas sino orbitales.

3) Modelo atómico de Dalton.

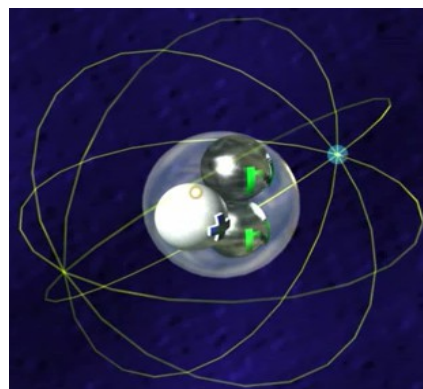
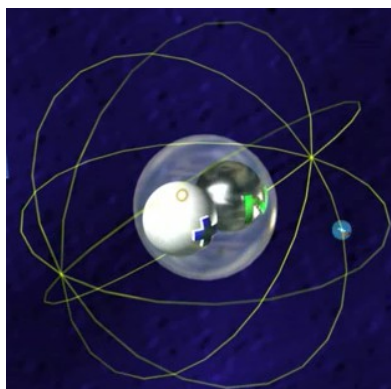
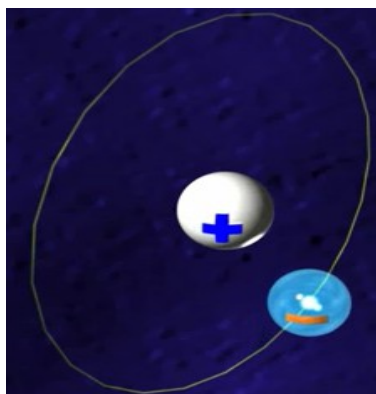
d) Protones y neutrones se encuentran en el núcleo y los electrones orbitan a su alrededor describiendo orbitas circulares.

4) Modelo atómico de Actual.

d) Electrones cargados negativamente imbuídos en Esfera cargada positivamente.

5) Modelo atómico de Bohr.

2. Identificar para cada una de las siguientes imágenes la cantidad de las diferentes partículas subatómicas (protón, neutrón, electrón) ¿Qué relación guardan estos átomos entre sí? ¿Por qué? (1,5 puntos)



3. Para cada una de las siguientes imágenes: (2,5 puntos)

a) Identificar el tipo de enlace.

b) Describir el intercambio electrónico que sucede.

c) Indicar estado de agregación (sólido, líquido y gas), puntos de fusión, conductividad de calor y electricidad, disolución en agua u otros disolventes.

Imagen 1.

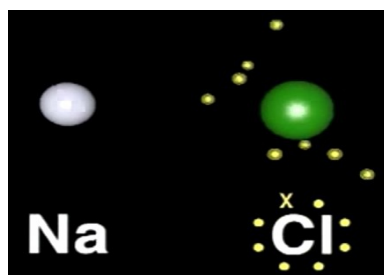


Imagen 2.

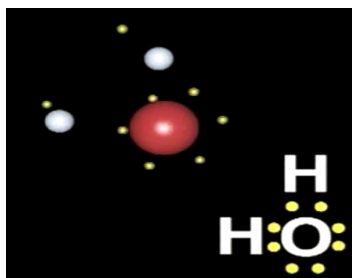
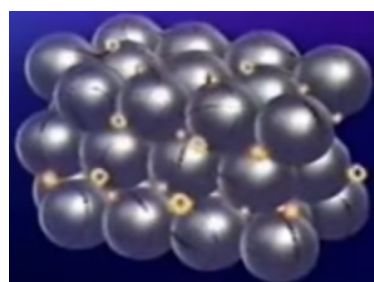


Imagen 3.



4. Indicar los números atómicos Z y másico A y el número de cada tipo de partículas subatómicas (protones, neutrones y electrones) para los siguientes átomos sabiendo que no son inones (neutros). (1,5 puntos)

a) $^{89}_{39}\text{Y}$

b) $^{20}_{40}\text{Ca}$

c) $^{63}_{29}\text{Cu}$

5. Obtener la configuración electrónica de los siguientes átomos: (1,25 puntos)

a) P (Z=15)

b) Ge (Z=32)

c) Nb (Z=41)

6. Obtener los números cuánticos de los electrones representativos (último electrón) de todos los átomos del ejercicio anterior, utilizando la configuración electrónica de cada uno de ellos. Representar en el diagrama de cajas la orientación de los espines de los electrones del último orbital. (1,25 puntos)

7. ¿Qué es el diagrama de Lewis? ¿Para qué enlace se suele utilizar? Utiliza el diagrama de Lewis para describir el enlace de la siguiente molécula. (1 punto)

a) NH_3 . Configuración Electrónica N: $1s^2 2s^2 2p^3$. Configuración Electrónica H: $1s^1$

7.3. Anexo III: Calificaciones de 3º A y B en los siete conceptos microscópicos

Tabla 2. Calificaciones de 3ºA en los siete conceptos microscópicos. Fuente propia.

| Alumno \ Concepto | Modelos atómicos | Isótopos | Configuración electrónica | Números cuánticos | Enlace covalente | Enlace iónico | Enlace metálico |
|-------------------|------------------|----------|---------------------------|-------------------|------------------|---------------|-----------------|
| 1 | 10 | 10 | 10 | 10 | 7 | 7 | 7 |
| 2 | 6 | 2 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 10 | 6 | 8 | 8 | 7 | 7 | 7 |
| 4 | 6 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 |
| 5 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 6 | 6 | 4 | 7 | 7 | 3 | 3 | 3 |
| 7 | 2 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 4 | 3 | 6 | 6 | 2 | 3 | 2 |
| 9 | 8 | 2 | 5 | 4 | 1 | 1 | 0 |
| 10 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 10 | 10 | 10 | 10 | 9 | 9 | 9 |
| 12 | 10 | 4 | 7 | 7 | 3 | 3 | 2 |
| 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 14 | 4 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 6 | 4 | 6 | 6 | 3 | 3 | 2 |
| 16 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 6 | 4 | 6 | 6 | 3 | 3 | 2 |
| 18 | 5 | 3 | 8 | 8 | 4 | 4 | 3 |
| 19 | 4 | 2 | 7 | 7 | 3 | 3 | 2 |
| 20 | 10 | 5 | 7 | 7 | 4 | 4 | 3 |
| 21 | 7 | 5 | 6 | 6 | 4 | 4 | 3 |
| 22 | 7 | 4 | 9 | 9 | 5 | 5 | 4 |
| 23 | 10 | 10 | 10 | 10 | 8 | 8 | 8 |
| 24 | 6 | 3 | 8 | 8 | 5 | 5 | 4 |
| 25 | 5 | 2 | 6 | 5 | 2 | 2 | 0 |
| 26 | 6 | 3 | 10 | 10 | 4 | 4 | 3 |
| 27 | 6 | 5 | 9 | 9 | 6 | 6 | 5 |
| 28 | 6 | 3 | 7 | 6 | 5 | 5 | 3 |
| 29 | 10 | 8 | 7 | 7 | 3 | 3 | 3 |
| 30 | 4 | 2 | 5 | 5 | 2 | 2 | 2 |
| Media | 7,0 | 4,2 | 6,7 | 6,5 | 3,9 | 3,9 | 3,3 |

Tabla 3. Distribuciones porcentuales de las calificaciones de 3ºA en los siete conceptos microscópicos. Fuente propia.

| % \ Concepto | Modelos atómicos | Isótopos | Configuración electrónica | Números cuánticos | Enlace covalente | Enlace iónico | Enlace metálico |
|--|-----------------------------|-----------------|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| % alumnos con resultados entre 0-4 | 16,7% | 66,7% | 13,3% | 16,7% | 66,7% | 66,7% | 76,7% |
| % alumnos con resultados entre 4-6 | 40,0% | 13,3% | 30,0% | 30,0% | 13,3% | 13,3% | 3,3% |
| % alumnos con resultados entre 6-8 | 10,0% | 3,3% | 30,0% | 26,7% | 10,0% | 10,0% | 10,0% |
| % alumnos con resultados entre 8-10 | 33,3% | 16,7% | 26,7% | 26,7% | 10,0% | 10,0% | 10,0% |

Tabla 4. Calificaciones de 3ºB en los siete conceptos microscópicos. Fuente propia.

| Alumno \ Concepto | Modelos atómicos | Isótopos | Configuración electrónica | Números cuánticos | Enlace covalente | Enlace iónico | Enlace metálico |
|-------------------|------------------|----------|---------------------------|-------------------|------------------|---------------|-----------------|
| 1 | 6 | 8 | 5 | 5 | 8 | 8 | 7 |
| 2 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 3 | 7 | 10 | 7 | 8 | 10 | 10 | 9 |
| 4 | 8 | 10 | 8 | 7 | 9 | 9 | 8 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 5 | 7 | 6 | 5 | 8 | 8 | 7 |
| 8 | 5 | 6 | 4 | 4 | 6 | 7 | 6 |
| 9 | 6 | 9 | 6 | 6 | 8 | 8 | 7 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 4 | 7 | 3 | 3 | 6 | 7 | 5 |
| 13 | 6 | 8 | 6 | 6 | 8 | 8 | 7 |
| 14 | 7 | 10 | 7 | 6 | 10 | 10 | 8 |
| 15 | 8 | 10 | 6 | 7 | 9 | 9 | 9 |
| 16 | 5 | 8 | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 |
| 17 | 7 | 9 | 6 | 6 | 8 | 7 | 7 |
| 18 | 2 | 5 | 2 | 2 | 5 | 5 | 4 |
| 19 | 5 | 8 | 5 | 5 | 8 | 8 | 7 |
| 20 | 2 | 5 | 0 | 0 | 5 | 5 | 4 |
| 21 | 6 | 8 | 5 | 5 | 8 | 8 | 7 |
| 22 | 5 | 7 | 5 | 5 | 7 | 7 | 7 |
| 23 | 5 | 8 | 6 | 6 | 8 | 8 | 6 |
| 24 | 4 | 7 | 5 | 5 | 7 | 7 | 6 |
| 25 | 7 | 10 | 6 | 6 | 9 | 9 | 8 |
| 26 | 0 | 5 | 0 | 0 | 6 | 6 | 0 |
| 27 | 2 | 6 | 3 | 3 | 6 | 6 | 6 |
| Media | 4,5 | 6,7 | 4,3 | 4,3 | 6,6 | 6,6 | 5,7 |

Tabla 5. Distribuciones porcentuales de las calificaciones de 3ºB en los siete conceptos microscópicos. Fuente propia.

| % \ Concepto | Modelos atómicos | Isótopos | Configuración electrónica | Números cuánticos | Enlace covalente | Enlace iónico | Enlace metálico |
|-------------------------------------|------------------|----------|---------------------------|-------------------|------------------|---------------|-----------------|
| % alumnos con resultados entre 0-4 | 37,0% | 14,8% | 37,0% | 37,0% | 14,8% | 14,8% | 25,9% |
| % alumnos con resultados entre 4-6 | 37,0% | 18,5% | 48,1% | 51,9% | 22,2% | 14,8% | 18,5% |
| % alumnos con resultados entre 6-8 | 22,2% | 37,0% | 11,1% | 7,4% | 40,7% | 48,1% | 44,4% |
| % alumnos con resultados entre 8-10 | 3,7% | 29,6% | 3,7% | 3,7% | 22,2% | 22,2% | 11,1% |

7.4. Anexo IV: Cuestionario de satisfacción

La cumplimentación de este cuestionario de satisfacción es completamente voluntaria y anónima. Responde a las siguientes preguntas según tu opinión personal. No hay respuestas correctas e incorrectas.

- ¿Te ha resultado interesante la proyección de vídeos cortos descargados de YOUTUBE durante el transcurso de la unidad didáctica?

SÍ

NO

- ¿Te han ayudado los vídeos proyectados a entender mejor la parte de la unidad didáctica de la que trataban?

SÍ

NO

- Puntua del 1 al 5 tu preferencia en el uso de vídeos durante la clase para la comprensión de nuevos conceptos, siendo 1 totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo.

| | | | | |
|--------------------------|------------|-----------------------------------|------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Totalmente desacuerdo | desacuerdo | ni de acuerdo ni en desacuerdo | de acuerdo | totalmente acuerdo |

- ¿Has buscado en internet otros vídeos para ayudarte a entender los mismos u otros conceptos nuevos tratados en la unidad didáctica?

SÍ

NO

- Comenta libremente tu opinión sobre la utilización de vídeos descargados de internet para la comprensión de nuevos conceptos.

7.5. Anexo V: Resultados del cuestionario de satisfacción

Tabla 6. Resultados del cuestionario de satisfacción en 3ºA. Fuente propia.

| 3º A de ESO | | | | | |
|---------------|-------|-------|-----|-------|------------------------------------|
| Item \ Alumno | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Sí | Sí | 4 | No | |
| 2 | Sí | Sí | 4 | No | |
| 3 | Sí | Sí | 3 | No | |
| 4 | Sí | Sí | 4 | Sí | Me han ayudado, son interesantes |
| 5 | Sí | Sí | 4 | No | |
| 6 | No | No | 2 | No | Son aburridos, no les veo utilidad |
| 7 | Sí | Sí | 4 | No | |
| 8 | Sí | Sí | 4 | Sí | |
| 9 | Sí | Sí | 4 | No | |
| 10 | No | No | 1 | No | |
| 11 | Sí | Sí | 4 | No | |
| 12 | Sí | Sí | 4 | No | |
| 13 | Sí | Sí | 4 | No | |
| 14 | No | Sí | 2 | No | |
| 15 | Sí | No | 2 | No | |
| 16 | Sí | Sí | 5 | Sí | |
| 17 | No | Sí | 2 | No | |
| 18 | Sí | Sí | 4 | Sí | |
| 19 | Sí | Sí | 4 | No | |
| 20 | Sí | Sí | 4 | No | |
| 21 | Sí | Sí | 4 | No | |
| 22 | Sí | Sí | 3 | No | |
| | | | | | |
| % Sí | 81,8% | 86,4% | | 18,2% | |
| % No | 18,2% | 13,6% | | 81,8% | |
| Media | | | 3,5 | | |

Tabla 7. Resultados del cuestionario de satisfacción en 3ºB. Fuente propia.

| 3º B de ESO | | | | | |
|---------------|-------|-------|-----|-------|--|
| Item \ Alumno | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | No | Sí | 3 | No | |
| 2 | Sí | Sí | 4 | No | |
| 3 | Sí | Sí | 4 | No | |
| 4 | Sí | Sí | 4 | No | |
| 5 | Sí | Sí | 5 | Sí | Me han gustado y ayudado a comprender |
| 6 | Sí | Sí | 4 | No | |
| 7 | No | No | 1 | No | No he comprendido nada, con y sin vídeos |
| 8 | Sí | Sí | 3 | No | |
| 9 | Sí | Sí | 4 | No | |
| 10 | Sí | Sí | 4 | No | |
| 11 | Sí | Sí | 3 | No | |
| 12 | Sí | Sí | 4 | No | |
| 13 | No | No | 2 | No | |
| 14 | Sí | Sí | 5 | Sí | |
| 15 | Sí | Sí | 4 | No | |
| 16 | Sí | Sí | 3 | No | |
| 17 | Sí | Sí | 4 | No | |
| 18 | Sí | Sí | 4 | No | |
| 19 | Sí | Sí | 4 | No | |
| | | | | | |
| % Sí | 84,2% | 89,5% | | 10,5% | |
| % No | 15,8% | 10,5% | | 89,5% | |
| Media | | | 3,6 | | |