



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente

Convocatoria 2015

Nº de proyecto: 71

Título del proyecto:

Laboratorio virtual de Química

para los futuros maestros de Educación Primaria

Nombre del responsable del proyecto:

Juan Peña Martínez

Centro: **Facultad de Educación**

Departamento: **Didáctica de las Ciencias Experimentales**

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto (Máximo 2 folios)

El presente proyecto es una continuación de un trabajo anterior (PIMCD 2014 nº 42) sobre la elaboración de herramientas y recursos didácticos accesibles en el Campus Virtual que pudieran complementar a las actividades y experiencias realizadas durante las sesiones presenciales de prácticas de laboratorio, en las distintas asignaturas que el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales imparte en los Grados de Maestro en Educación Primaria y Educación Infantil. No obstante, a pesar de que las prácticas de laboratorio tradicionales siempre son muy bien acogidas por el alumnado de nuestra Facultad, por ser actividades diferentes, atractivas y con un fin claro de cara a sus futuras clases de Ciencias Naturales, no ocurrió igual con las actividades y prácticas virtuales. Se esperaba que la nueva vertiente del laboratorio promoviera aún más el interés de los estudiantes y pudiera ayudar afianzar los respectivos fundamentos teóricos al ritmo de aprendizaje elegido por cada uno de ellos. Sin embargo, observando el tiempo dedicado a las baterías de preguntas y actividades interactivas de distinto nivel de dificultad, se encontró que la mayoría de los mismos preferían trabajar más con los cuestionarios tipo test que las prácticas virtuales. Una posible causa puede ser que las mencionadas actividades y prácticas virtuales, aunque eran de gran interés didáctico, al ser prácticas “cerradas”, en cuanto software, no se habían podido adaptar al 100% al nivel exigido a nuestro alumnado. Hay que tener en cuenta que los grupos cuentan con un porcentaje muy elevado de alumnos que provienen de itinerarios de Educación Secundaria no científicos-tecnológicos, llegando a veces incluso a un 80%. Por tanto, sí sería conveniente adaptar las prácticas virtuales del mismo modo que se ha adaptado los contenidos curriculares en el programa de las asignaturas. La idea básica, por tanto, sigue siendo la misma que motivó el proyecto PIMCD 2014 nº 42, es decir, que los materiales elaborados cuenten con su guía didáctica de cada una de las prácticas con distinto nivel de dificultad y diferenciando entre cuestiones, ejercicios y actividades experimentales de tipo virtual, que incluso pudieran llevarse a cabo durante las sesiones presenciales de laboratorio. Se hace hincapié en que el alumnado pueda conectar las cuestiones trabajadas en los materiales virtuales con la vida real, promoviendo un aprendizaje más significativo. Originalmente se buscaba que la parte final de la herramienta pudiera ofrecer la oportunidad al alumnado de efectuar una autoevaluación de los conocimientos adquiridos durante las prácticas. Sin embargo, como se

expondrá en el siguiente punto (cumplimiento del tercer objetivo) es un tema pendiente que deberá ser trabajado en futuros proyectos, porque en verdad, de cara al profesor, la herramienta didáctica será útil si además de incidir positivamente en la motivación y mejora de las competencias científicas del alumnado, proporciona información veraz sobre la evolución colectiva y/o individual de los estudiantes en base a las prácticas desarrolladas y su autoevaluación.

A tenor de lo anterior, específicamente se establecieron los siguientes objetivos específicos:

1. Diseño y elaboración de un laboratorio virtual de Química adaptado a los contenidos prácticos de las disciplinas de Ciencias Experimentales que se tratan en la formación de los futuros maestros de Educación Primaria que gradúa la Universidad Complutense de Madrid. Concretamente, los materiales estarán adaptados en una primera instancia a la asignatura de Fundamentos y Didáctica de Química e incluirán todos los contenidos necesarios para la formación específica de carácter profesional en el ámbito de la enseñanza-aprendizaje de la Química en Educación Primaria.
2. Divulgar el recurso didáctico elaborado a todos los profesores del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, y a otros departamentos de la Facultad de Educación para promover y facilitar una metodología de trabajo on-line en todos aquellos profesores interesados en sacar un mayor aprovechamiento de los recursos de Campus Virtual, a través de la página web del departamento.
3. Establecer un plan de revisión para cada nuevo curso académico de los contenidos y metodologías de la herramienta que se pondrá en marcha con objeto de mejorarla y actualizarla periódicamente. Se pretende dar continuidad al proyecto, aplicando en un futuro las técnicas de *Data Analysis* y *Data Mining (Big Data)* y establecer de manera definitiva esta manera de trabajar al menos en los laboratorios de ciencias de la Facultad de Educación. Para este objetivo, se tendrán en cuenta los comentarios y sugerencias de los profesores y el alumnado.

2. Objetivos alcanzados (Máximo 2 folios)

Haciendo una revisión de los objetivos, el primero de ellos era el diseño y elaboración del laboratorio virtual de Química, y está cumplido en su totalidad. En un trabajo anterior (PIMCD 2014 nº 42), la explotación de los recursos digitales había resultado asimétrica por parte del alumnado. En un principio, se perseguía que los estudiantes pudieran utilizar los nuevos recursos virtuales tanto en las prácticas de laboratorio presenciales como en su tiempo fuera del horario escolar a modo de refuerzo y complemento. El posible uso de los recursos virtuales durante la fase presencial de prácticas fue descartado debido a la limitación del tiempo disponible en las sesiones prácticas. Los alumnos en las prácticas de laboratorio presenciales se tienen que centrar en las actividades reales, puesto que como se ha comentado en el punto 1, la gran mayoría de ellos han tenido poco contacto con las ciencias experimentales (Física, Química, Geología y Biología) en la etapa de Educación Secundaria, presentando serias dificultades para trabajar con soltura en el laboratorio respectivo. Aunque la falta de entrenamiento se suple con creces con una motivación en algunos casos desmedida, trabajar simultáneamente en un entorno virtual y otro real no es tarea fácil. Por tanto, los recursos virtuales se dirigieron para un uso personal y fuera de clase. Empero, la explotación de la vertiente virtual de la fase de formación práctica fuera del horario lectivo, no tuvo el éxito pretendido. Por ende, la integración plena de las prácticas virtuales con las prácticas presenciales era el punto de partida del presente proyecto. Así, se puede decir que el laboratorio virtual de química adaptado del laboratorio de química de la plataforma “Chemcollective”, que es de acceso gratuito y sobre todo de software “abierto” lo que permite su modificación para poder ser adaptado según las necesidades del usuario, cumple su misión, integrándolo completamente en la fase de actividades experimentales del alumnado que cursa Fundamentos y Didáctica de Química en el grado de Maestro de Educación Primaria. De esta manera, la fase práctica se ha organizado en tres bloques, el primero sobre seguridad en el laboratorio, un segundo con dos sesiones de laboratorio sobre mezclas y cambios químicos, donde se hace hincapié en el reconocimiento y uso del material básico de laboratorio, para finalmente, un tercer bloque, ya atendiendo al ritmo de cada alumno, que incluye la realización de 10 prácticas virtuales que, partiendo de las experiencias realizadas físicamente, progresivamente aumentan el nivel de dificultad tanto en contenidos, como en la parte operativa. El informe de prácticas que realizan los estudiantes incluye tanto las prácticas presenciales como las virtuales como un todo. De hecho, los mismos grupos de trabajo que se

constituyen para el laboratorio presencial, son los que deben ultimar las actividades del laboratorio virtual, que se inician sin solución de continuidad al finalizar los experimentos presenciales. La única diferencia, obviando la virtualización de las experiencias, reside en el tiempo que se proporciona para que se pueda trabajar “virtualmente” al ritmo que se considere adecuado por parte del alumnado.

En cuanto al segundo objetivo, sobre la divulgación del recurso preparado a través de la página web del Departamento, los resultados de la explotación del recurso por parte de los dos grupos de alumnos están siendo analizados por parte de los miembros del grupo investigador. No obstante, no habrá ningún problema en cumplir el objetivo y poder divulgar el recurso mediante la página web del Departamento antes de finalizar el segundo semestre. De hecho se pretende además, por parte del grupo, presentar los resultados y el recurso preparado en el IV Congreso de Docentes de Ciencias que se celebrará en la Facultad de Educación a mediados de Abril de 2016.

En cuanto al tercer objetivo, sobre el establecimiento de un plan de revisión para cada nuevo curso académico de los contenidos y metodologías de la herramienta que se pondrá en marcha con objeto de mejorarla y actualizarla periódicamente, también será finalmente cumplido en su totalidad, cuando se disponga de los resultados de explotación, que se han comentado en el párrafo anterior. También se especificaba en la descripción del proyecto la conveniencia de aplicar en un futuro las técnicas de *Data Analysis* y *Data Mining (Big Data)*. En este sentido, durante el diseño, preparación y puesta a punto de la herramienta virtual, el grupo investigador ha visto las posibilidades de expansión de la misma para emplear las técnicas de análisis de datos antes comentadas, pero el volumen de trabajo requerirá más de un proyecto de continuación. En este sentido, el paso siguiente del grupo será la elaboración de una herramienta que proporcione información sobre el nivel operacional de los estudiantes y permita tomar decisiones sobre la formación de los mismos, lo cual permitirá adecuar el tipo de experiencias virtuales siempre en pro de maximizar la adquisición de competencias científicas, en este caso en el ámbito de la Química.

3. Metodología empleada en el proyecto (Máximo 1 folio)

El laboratorio de Química virtual se ha preparado en base al laboratorio virtual del proyecto “ChemCollective” (<http://chemcollective.org/>), de acceso gratuito y financiado por una organización sin ánimo de lucro de Estados Unidos, concretamente “The National Science Foundation”, y basado en el lenguaje de programación Java. La elección de dicho material se hizo a tenor de criterios didácticos, ya que incluye herramientas que permiten la personalización y adaptación de las experiencias virtuales según las necesidades educativas de cada profesor, departamento o centro escolar. Por tanto, la metodología de trabajo ha consistido en una primera fase, en estudiar y conocer mejor las herramientas de edición de la plataforma “ChemCollective” para el diseño y elaboración de las prácticas virtuales para que los estudiantes de la asignatura de Fundamentos y Didáctica de la Química realicen dicho laboratorio de Química virtual. La segunda fase del proyecto ha consistido en la preparación de las prácticas virtuales con su correspondiente guía e integración en la fase práctica de formación de los discentes. En una tercera fase del proyecto, se ha proporcionado acceso al laboratorio virtual mediante el Campus Virtual a dos grupos de estudiantes que cursan la asignatura de "Fundamentos y Didáctica de la Química y Geología", que es una asignatura del Grado de Maestro en Educación Primaria, que se imparten en el quinto semestre de la titulación, y como su propio nombre indica, se divide en dos partes bien diferenciadas, una dedicada a la Química y otra a la Geología. En la última fase, que al finalizar el plazo de entrega de esta memoria no ha podido terminarse, se analizarán los resultados del uso del laboratorio virtual por parte de los dos grupos de estudiantes y se dará difusión de los mismos. Además mediante una encuesta de satisfacción se tendrá información sobre la percepción de la utilidad del recurso por parte del alumnado; información que el grupo investigador considera clave para la adaptación y optimización del recurso virtual.

4. Recursos humanos (Máximo 1 folio)

El grupo de trabajo está constituido por cinco profesores que llevan impartiendo la asignatura objeto de este proyecto desde el comienzo de la titulación (Fundamentos y Didáctica de la Química y Geología), un especialista y profesora en técnicas de química analítica de la Facultad de Química y un especialista en pedagogía, que además ejerce como Maestra en un centro escolar de Educación Primaria. Aunque el grupo está compuesto por profesores de las dos áreas de

Ciencias Experimentales (Física-Química y Biología-Geología), el esfuerzo principal en este proyecto se ha dedicado a la Química y su laboratorio virtual. Además de utilizar la página web del departamento, todos los miembros del equipo solicitante se implicarán por igual en la difusión del laboratorio virtual y resultados generados por el proyecto a todo el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y otros departamentos de la Facultad de Educación. De hecho, se espera poder exponer el trabajo realizado en el IV congreso de Docentes de Ciencias, que se celebrará en la Facultad de Educación de la UCM, a mediados de abril de 2016.

5. Desarrollo de las actividades (Máximo 3 folios)

El cronograma previamente establecido en la solicitud del proyecto se ha modificado durante la ejecución del mismo, atendiendo la necesidad de recabar los resultados de explotación por parte de los dos grupos de alumnos que han realizado las experiencias virtuales. El desarrollo de las actividades ha sido el siguiente:

- Durante abril y mayo de 2015 se estudió el manejo de las herramientas de edición para personalizar las prácticas virtuales del laboratorio "ChemCollective".
- Durante junio y julio de 2015, se realizó la versión preliminar de las nuevas prácticas virtuales.
- Durante septiembre de 2015, tras la oportuna revisión y atendiendo a las sugerencias de la especialista en técnicas de química analítica, se preparó la versión definitiva del laboratorio virtual junto al guión respectivo, para proceder a su carga en la plataforma Moodle una vez que los profesores tuvieran las asignaciones virtuales de sus asignaturas para el curso 2015-2016.
- Durante octubre y noviembre de 2015, dos grupos de estudiantes han utilizado el recurso digital. Las actividades experimentales virtuales en un principio (proyecto inicial) se iban a proponer como complemento y extensión de las sesiones presenciales de laboratorio de Química. De esta manera sería factible que antes de las vacaciones de Navidad 2015 se hubieran concluido las sesiones prácticas y se dispondría de la información necesaria para la evaluación y mejora de la herramienta. Sin embargo, con el asesoramiento del especialista de pedagogía, y a tenor de la problemática mencionada en el punto 1, se optó por incluir las

prácticas virtuales como parte obligatoria de la fase experimental de los estudiantes. Así, en el informe final de la fase práctica, los alumnos, ahora, deben incluir los resultados de las 10 prácticas virtuales. Ello ha provocado que el cronograma se adapte a las anteriores circunstancias y el plazo de entrega del informe ha tenido que extenderse hasta el 15 de enero de 2016. Es decir, en la fecha de entrega de la presente memoria, se está analizando y evaluando los informes y, por tanto, extrayendo la información necesaria sobre el uso del laboratorio virtual de Química. También, el grupo de investigación, ha considerado pertinente esperar a la realización del examen de la convocatoria ordinaria de la asignatura (día 28 de enero de 2016) para realizar una encuesta de satisfacción por parte del alumnado. La información recabada, sin duda, ayudará a la optimización del recurso.

- Durante Febrero y Marzo de 2016 se tendrán los resultados del uso del laboratorio virtual y se espera que en Abril de 2016 puedan ser difundidos tanto en la página web del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales como en el IV Congreso de Docentes de Ciencias.
- Durante Abril de 2016, se elaborará un plan de actualización y adaptación de las actividades virtuales de cara al curso 2016/17, teniendo en cuenta las futuras líneas de trabajo apuntadas en el punto 2 (sobre el tercer objetivo) de esta memoria.

6. Anexos

Prácticas virtuales implementadas.

En la Figura 1 se ilustra la ventana principal del laboratorio virtual y en la Figura 2a se puede observar el conjunto de prácticas virtuales que aparecen una vez cargadas las tareas en la opción de “Fichero”. En la Figura 2b, puede observarse a modo de ejemplo las prácticas virtuales sobre la densidad.

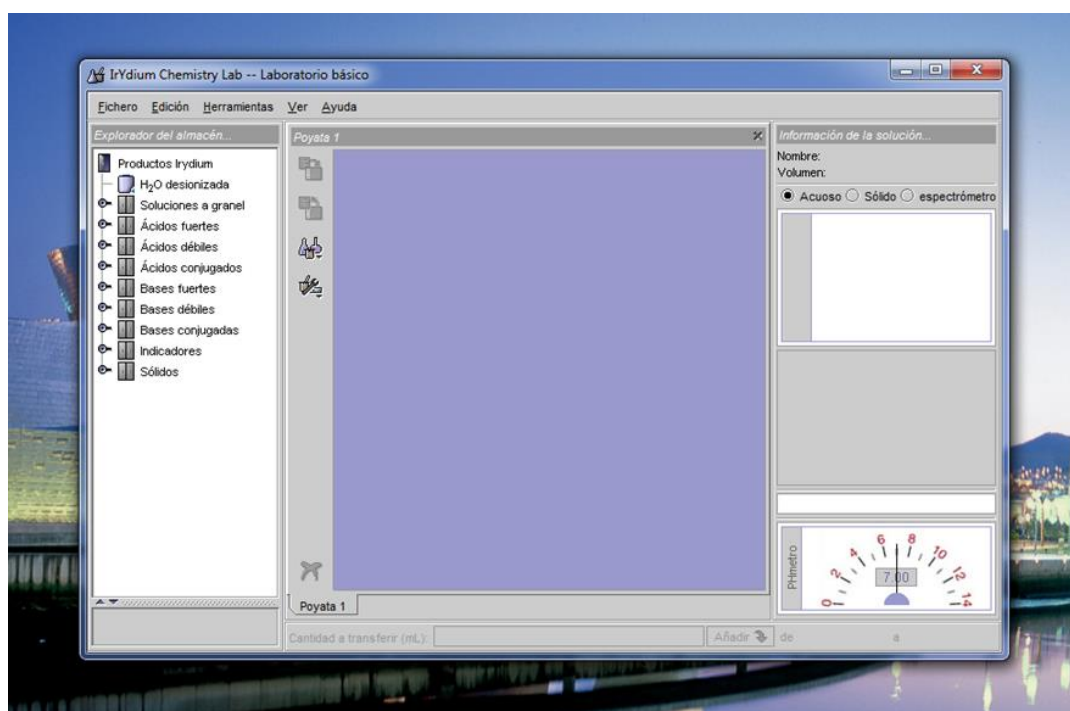


Figura 1. Imagen del entorno de trabajo básico del laboratorio virtual.

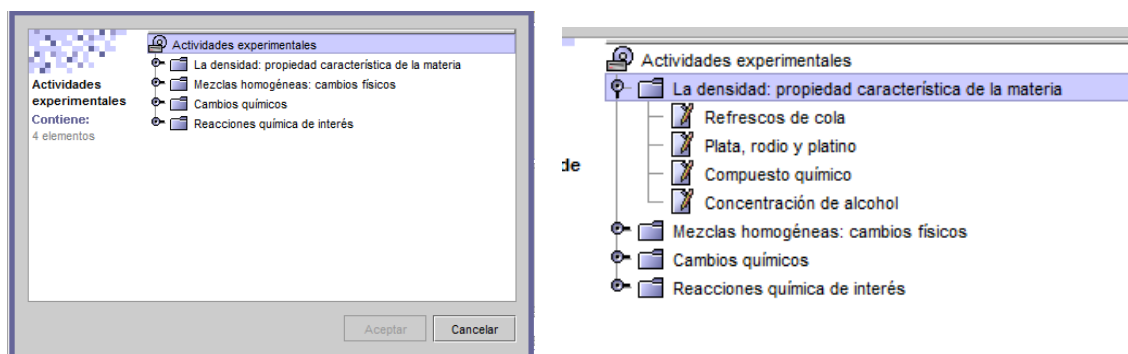


Figura 2. a) Ventana de acceso principal a las actividades experimentales y b) enunciado de las prácticas dedicadas al tema de la densidad.

En total el número de prácticas virtuales son 10, como se ha comentado anteriormente. A continuación, se detalla el enunciado de cada actividad. A modo de ejemplo, en la Figura 3, puede observarse el área de trabajo virtual referente a la actividad “Refrescos de cola”.

Actividad “Refrescos de cola”.

Una empresa que produce y distribuye refrescos de cola recibe una reclamación sobre varios lotes de refrescos en mal estado. El químico analista de la empresa realiza unos ensayos preliminares con 10 muestras y determina que 3 de ellas no cumplen con los valores de calidad adecuados. Se tiene que identificar que tres muestras son y cuál puede ser el problema que presentan.

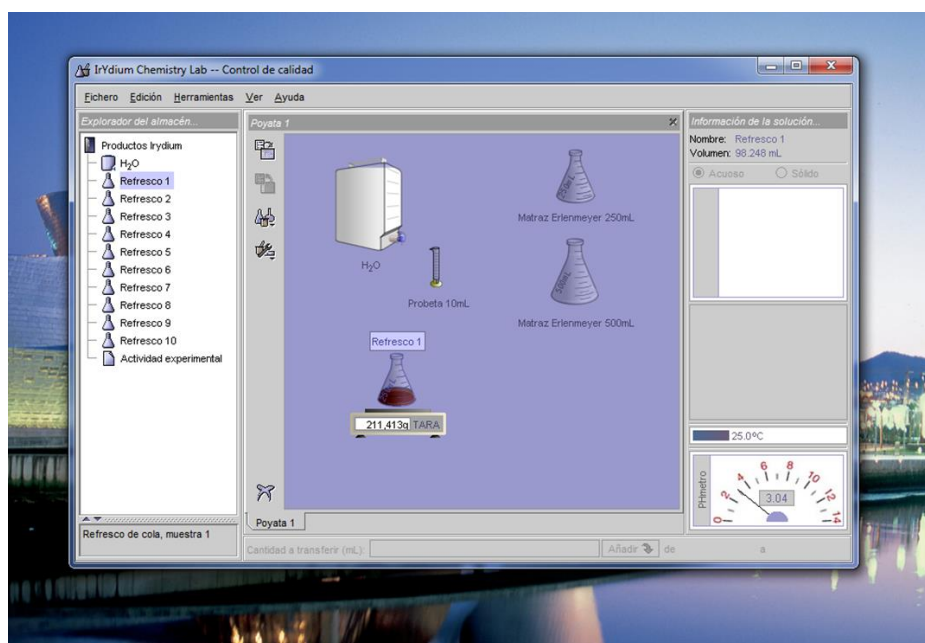


Figura 3. Detalle del entorno de trabajo de la práctica virtual “Refrescos de cola”.

Actividad “Plata, rodio y platino”.

Imagina que trabajas para una joyería de prestigio que tiene su propio laboratorio. Eres responsable de estudiar las distintas propiedades de algunas aleaciones de plata, rodio y platino para obtener joyas más brillantes pero a un coste inferior. Tú, como jefe de laboratorio, le proporcionas tres botes que contienen polvo de plata, rodio y platino a uno de tus becarios. Los botes no tienen etiqueta, simplemente la tapa viene marcada con el correspondiente nombre del metal. El problema consiste en que el becario, que estaba más pendiente del *whatsapp* que lo que hacía, destapó los tres botes y puso todas las tapas juntas. Luego tuvo que ausentarse del laboratorio urgentemente por motivos desconocidos. A la vuelta, se percató que no estaba seguro de la tapa que correspondía a cada bote. Es decir, ahora tiene tres botes de metal en polvo sin identificar. No sabe qué hacer. Decides actuar. Realiza los experimentos necesarios para identificar los tres metales teniendo en cuenta las densidades de la plata, rodio y platino son 10,5; 12,4 y 21,45 gramos por centímetro cúbico, respectivamente.

Actividad “Compuesto químico”.

Lo de la joyería no salió muy bien y ahora trabajas para una empresa farmacéutica que dispone de varios grupos de investigación. Concretamente, tu grupo ha desarrollado un nuevo conservante alimenticio que ha sido denominado "Compuesto A". Otro grupo ha desarrollado una nueva neurotoxina, que desafortunadamente también se llama "Compuesto A". Unos operarios de laboratorio han reorganizando el almacén de productos y han colocado todas las botellas etiquetadas como "Compuesto A" en la misma estantería. El problema es que necesitas comenzar a estudiar el nuevo conservante, pero no sabes que botella es. Si te confundes, puedes utilizar una neurotoxina en vez de un conservante. Preguntas a un químico experimentado y te comenta que el conservante debería ser mucho más denso que la neurotoxina. Realiza un experimento para determinar que botella de "Compuesto A" contiene el conservante alimenticio.

Actividad “Concentración de alcohol”.

A partir de la medida de la densidad de una disolución es posible determinar la concentración de alcohol en bebidas alcohólicas, expresada como tanto por ciento en volumen (% v/v). Es un método sencillo que puede realizarse rápidamente y a bajo coste. En el almacén de productos, se encuentra una variedad de disoluciones incluyendo dos bebidas alcohólicas. Hay que realizar una la experimentación necesaria para clasificar las dos bebidas entre

1. Menos de 0,5% v/v.
2. Entre 0,5% y 10% v/v.
3. Entre 10% y 20% v/v.
4. Más de 20% v/v.

Información adicional:

- Tanto por ciento en peso= $\% \text{ peso} = (m_{\text{solute}}/m_{\text{Disolución}}) \cdot 100$
- Tanto por ciento en volumen= $\% \text{ volumen} = (V_{\text{solute}}/V_{\text{Disolución}}) \cdot 100$
- $\% \text{ volumen} = (\% \text{ peso} \cdot \rho_{\text{Disolución}}) / \rho_{\text{solute}}$
- Densidad del etanol (a 20°C y 1 atm)= $\rho_{\text{solute}} = 0,79 \text{ g/cm}^3$
- Tabla densidad-% volumen de una mezcla etanol-agua a 20°C

Actividad “Fórmula secreta de Coca cola”.

Las disoluciones acuosas de sacarosa son importantes en diferentes productos alimenticios. En esta actividad se prepararán soluciones con diferente concentración de sacarosa, teniendo como objetivo determinar la fórmula "secreta" de Coca Cola. El almacén virtual de reactivos dispone de una muestra de refresco genérico de cola. Planifica y lleva a cabo los experimentos necesarios para determinar la concentración de sacarosa expresada en gramos de soluto por litro de disolución.

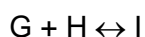
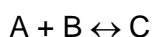
Como guía de trabajo, prepara disoluciones acuosas de azúcar de 10, 20, 25 y 30 g de sacarosa y determina su densidad. A partir de ahí intenta preparar una disolución de azúcar de densidad aproximada a la densidad del refresco genérico de cola (cuya densidad habrás determinado previamente).

Actividad “Solubilidad de una sal”.

Es conocido que se puede disolver más azúcar o sal común en agua caliente que en fría. Ello es debido a que la solubilidad de las anteriores sustancias aumenta con la temperatura. Ahora bien, algunas sustancias son más solubles que otras en un mismo disolvente. Incluso, hay un número reducido de sales que se vuelven menos solubles en agua a medida que aumenta la temperatura. En el almacén virtual se dispone de varias sales como KCl, NaCl, etc. Comprueba experimentalmente como varía su solubilidad en agua con la temperatura. Además, solamente para los casos de disolución de KCl y $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ en agua, comprobar si se absorbe o se desprende energía, es decir, si el proceso es endotérmico o exotérmico. En este sentido, encontrar una relación entre la endo/exotermicidad del proceso de disolución con la variación de la solubilidad con la temperatura.

Actividad “Identificación de un cambio químico”.

El almacén virtual de reactivos contiene disoluciones 1,00 M de A, B, D, F, y H. Dichas sustancias reaccionan de la siguiente manera:



Las disoluciones acuosas de A, B, D, F, y H son incoloras, pero la de C es verde, la de E es roja, la de G es azul, y la de I es amarilla. En esta actividad tienes que preparar 50ml de cada disolución de A, B, D, F, y H. En este sentido, cuando se

adiciona 50 ml de A a 50ml de B, se debería observar un cambio de color, de incoloro a verde, que se correspondería con una disolución de C. Si ahora una alícuota de C se vierte sobre un volumen de la disolución de D, debería observarse un cambio de verde a rojo (disolución de E). Si ahora adicionamos E a F observaríamos un cambio de rojo a azul (G). Finalmente $G+H=I$, es decir implicaría un cambio de azul a amarillo.

Actividad “Estequiometría de una reacción química”.

Dadas cuatro sustancias A, B, C, y D, diseña y lleva a cabo experimentos virtuales para determinar cómo reaccionan estas sustancias, y averiguar sus coeficientes estequiométricos. Encontraréis en el almacén soluciones 1,00M para cada uno de estos reactivos.

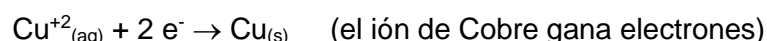
Actividad “Reacciones ácido-base”.

Realiza los siguientes experimentos virtuales:

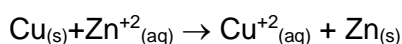
1. Averigua cuántos ml de una disolución de HCl 10,0M hay que adicionar a 100ml de otra disolución de NaOH 0,1M; 1,00M; 3,0M y 10,0M para obtener una solución final con $\text{pH}=7$.
2. Mide el pH de 100 ml de NaOH 0,1M. Después averigua cada vez el nuevo pH al adicionar 5,0 ml de HCl 1,0M.
3. Averigua el pH de la disolución que resulta de adicionar 125ml de HCl 1,00M a 100ml de NaOH 1,00M y la que resulta de 125ml de CH_3COOH a 100 ml de NaOH 1,00M.

Actividad “Reacciones redox (reducción-oxidación)”.

Las reacciones de oxidación reducción eran conocidas desde el siglo XVII, pero no se comprendían en toda su extensión. Los términos provienen de la metalurgia. Se sabía que los metales reaccionaban con el oxígeno para formar una nueva sustancia. Se decía que el metal se había "oxidado". Ahora comprendemos que las reacciones redox llevan implícito una transferencia de electrones. Consideremos, por ejemplo, la reacción entre los iones de cobre ($\text{Cu}^{+2}_{(\text{aq})}$) y el metal de Zinc ($\text{Zn}_{(\text{s})}$). El subíndice (aq) en Cu^{+2} significa "acuoso", es decir en disolución acuosa. El subíndice (s) en Zn significa que el metal de Zinc está en estado sólido. Estos reaccionan a tenor de la siguiente reacción química: $\text{Cu}^{+2}_{(\text{aq})} + \text{Zn}_{(\text{s})} \rightarrow \text{Cu}_{(\text{s})} + \text{Zn}^{+2}_{(\text{aq})}$
La anterior reacción es una reacción redox (oxidación-reducción) donde se transfieren electrones. Para hacer más evidente la transferencia, se representa la reacción completa en sus dos "semirreacciones":



Se dice que las especies qu3micas que ganan electrones se reducen y las que pierden electrones se oxidan. En este sentido, en la reacci3n anterior, el $\text{Zn}_{(s)}$ se oxida a Zn^{2+} y el Cu^{2+} se reduce a Cu . Otra perspectiva sobre la reacci3n consiste en considerar que es lo que hace el i3n Cu^{2+} al metal de Zn. As3, se dice que el Cu^{2+} es el causante de que el Zn sea oxidado, y por ello decimos que el Cu^{2+} est3 actuando como agente oxidante. De la misma manera, pero en sentido opuesto, el Zn es el causante de la reducci3n de Cu^{2+} a Cu , y decimos que el Zn es un agente reductor. Es importante resaltar que las reacciones como las descritas anteriormente entre $\text{Zn}_{(s)}$ y $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ se producen espont3neamente en un sentido. Es decir, la siguiente reacci3n no ocurrir3a espont3neamente:



Por ende, el Zn es capaz de reducir al Cu^{2+} , empero Cu no lo es de reducir al Zn^{2+} . Se puede concluir que el Zn es un agente reductor m3s fuerte que el Cu.

Experimentos virtuales que se deben llevar a cabo:

- Primera parte: El almac3n de productos contiene las disoluciones del i3n Cu^{2+} , y los metales Cu y Zn. En un vaso de precipitados adiciona 5 ml de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 0,1 M y 0,025 g de Zn. Utiliza el visor de especies para averiguar que ha ocurrido. Apunta la cantidad en gramos de las especies en estado s3lido y en disoluci3n acuosa. Ahora, adiciona otros 0,025 g de Zn y vuelve a tomar nota de la cantidad en gramos. Repite el experimento, pero esta vez, adicionando 0,025 g de Cu a 5 ml de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.
- Segunda parte: Se dispone adem3s en el almac3n, de una disoluci3n de Ag^+ y metal de plata (Ag). Como en la primera parte, en un vaso de precipitados adiciona 5 ml de AgNO_3 0,1 M y 0,025 g de $\text{Cu}_{(s)}$ y en otro vaso, se adiciona 5 ml de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 0,1 M m3s 0,025 g de $\text{Ag}_{(s)}$. Utiliza el visor de especies como en la primera parte para constatar que est3 ocurriendo en cada caso. Escribe las semirreacciones de oxidaci3n y reducci3n indicando el n3mero de electrones transferidos. (Nota: No te olvides de conservar la carga).