

## Propuesta de intervención para la enseñanza de la Química en un curso superior de secundaria basada en la “clase invertida”

Ramón Cid Manzano<sup>1</sup>

Daniel González Fernández<sup>2</sup>

Universidad de Santiago de Compostela

### RESUMO

Presentamos una propuesta para la enseñanza de la Química en el último curso de la escuela secundaria (en concreto, en la unidad dedicado a los procesos ácido-base) basada en la estrategia de la “clase invertida”. Esta propuesta se justifica al permitir un uso del tiempo de estudio fuera del aula que crea un entorno de aprendizaje significativo a partir de una implicación directa en la adquisición comprensiva de los contenidos, y todo ello desde una acción que estimula la participación activa a través del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Los materiales que han sido realizados de forma específica para esta acción están en lengua gallega, pero dado que se trata de un lenguaje científico su consulta no debiera suponer ninguna dificultad especial para comprender la dimensión didáctica de la propuesta. En una breve presentación inicial destacamos las principales características de este modelo de aprendizaje.

**Palavras-chave:** Clase invertida; Aprendizaje semipresencial; Propuesta de intervención didáctica; Recursos didácticos en química.

### ABSTRACT

We present a proposal for Chemistry teaching in High School (particularly in the unit dedicated to acid-base processes) based on the strategy known as 'flipped classroom'. The use of this didactic strategy outside the classroom creates an environment that allows that constructivist learning of students takes place when students gain knowledge through their direct personal implication, being helped by the didactic benefits of using of Information and Communication Technologies. The specific materials that have been made for this action are in Galician language, but its consult should not involve any special difficulty in understanding the didactic dimension of the proposal. In a brief initial presentation, we underline the main features of this pedagogical model.

**Keywords:** Flipped classroom; Blended learning; Didactic intervention proposal; Didactic resources in chemistry.

### 1. Introducción

El modelo de “la clase invertida” es un modelo pedagógico que traslada fuera del horario de aula la instrucción directa, lo que permite que el alumnado acceda a su ritmo a los contenidos seleccionados previamente por el profesorado, empleando para tal fin distintos recursos multimedia. El uso del tiempo de clase debe crear un entorno de aprendizaje colaborativo y constructivista que debe estar conectado con la instrucción directa utilizada fuera el aula (Tucker 2012), y, por otra parte, el aprendizaje constructivista tiene lugar cuando los estudiantes adquieren sus conocimientos a través de experiencias e implicaciones personales directas (Ultanir, 2012). Estas dos consideraciones que se acaban de formular son a base de esta estrategia didáctica, permitiendo además que el tiempo de clase “convencional” que se libera se dedica a realizar tareas que permitan desarrollar procesos cognitivos más complejos, aprovechando la presencia del profesorado en el aula (Álvarez, 2012).

---

<sup>1</sup> Correo: ramon.cid@usc.es

<sup>2</sup> Correo: danielglzfdz@gmail.com

A pesar de ser una metodología que en la segunda mitad de esta década ha ido creciendo en interés no son muchos los ejemplos concretos de utilización en el ámbito de la enseñanza no universitaria, y más en concreto en los últimos cursos de secundaria. Por ello, presentamos esta propuesta con la intención de traer aquí esta estrategia didáctica desde una iniciativa específica para la clase de Química en el último curso de secundaria.

Otra de las características que definen este modelo es el empleo de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC), y en general de tecnologías multimedia, como recursos para introducir los contenidos de forma previa a la clase. Por este motivo, el aula invertida se clasifica como un modelo tecno-educativo (Martínez-Olvera, Esquivel-Gómez, & Martínez Castillo, 2015). Se pueden así redefinir los espacios educativos al trasladar parte importante de la instrucción directa fuera del aula y la realización de tareas significativas dentro de ella. De esta forma, el aula invertida incorpora otra de las bases e las que se pretende en la actualidad apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje, como son las acciones personalizadas y su universalización, así como la satisfacción en el logro de competencias no cognitivas, la adquisición de actitudes y aprender a aprender a través de la propia acción personal.

El origen de este modelo se remonta a diferentes teorías y modelos de enseñanza centrada en el alumnado, como el aprendizaje activo propuesta por Alison King (1993) o la instrucción entre pares desarrollada por Eric Mazur (1997). Pero la popularización que experimentó el modelo de la clase invertida en Química en la última década se debe, principalmente, al trabajo de profesores como Jonathan Bergmann y Aaron Sams (2011, 2012, 2017).

Desde diferentes investigaciones se concluye que la utilización de este modelo fomenta la interacción entre profesorado y alumnado (Flumerfelt & Green, 2013), permite un aprendizaje más activo (Leicht, 2012) aumenta la participación y el rendimiento escolar (Wilson, 2013) así como mejora el pensamiento crítico, la colaboración y la competencia de aprender a aprender (Ali, 2010).

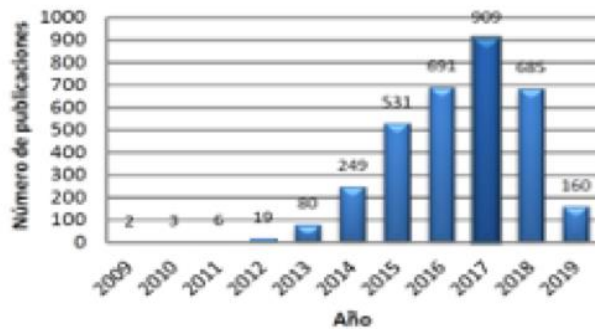
Una revisión bibliográfica realizada a principios del mes de junio de 2019 nos da un número de 3335 registros como, por ejemplo, artículos, encuentros, resúmenes de libros, entre otros, en los que se citan los términos clase invertida, aula invertida o “flipped classroom” (Web of Science, 2019). En estas publicaciones se contabilizan 10537 citas totales (que se reducen a 3428 si no se cuentan las citas propias), obteniéndose así un índice h de 43, lo que indica que se trata de un tema sobre el que existe interés en investigar en la actualidad. Tal como se puede apreciar en la Figura 1, el número de publicaciones relacionadas con la clase invertida se incrementó de forma notable en los últimos años, alcanzando su máximo, hasta el momento, en 2017. Por otra parte, en el año 2018 se logró el mayor número de citaciones de los correspondientes términos hasta ahora.

No obstante, la mayoría de estos trabajos recogen experiencias o puesta en práctica del modelo de la clase invertida en niveles de enseñanza superiores, sobre todo universitarios, en una gran variedad de disciplinas y cursos. Sin embargo, el número de artículos científicos (con un número de citaciones importante) dedicados a experiencias con este modelo en la educación secundaria es escaso.

Es cierto que se pueden encontrar experiencias concretas que ponen en práctica este modelo en libros como el de Santiago, Díez y Andía (2017), en el que relatan ocho pruebas en educación infantil y primaria, y dieciséis en secundaria (12-18 años) y nueve en la universidad, o en sitios web como el que coordinan los propios Raúl Santiago y Alicia Díez (<https://theflippedclassroom.es>), en el que se recogen experiencias para educación infantil, primaria, secundaria, e incluso educación superior. También existen diferentes blogs, artículos de opinión o canales de distintas redes sociales donde el profesorado comparte sus prácticas empleando este modelo. Pero como indica Robert Talbert (2018) en su página web, tras hacer una revisión bibliográfica sobre investigación en la clase invertida hasta 2017, la mayor parte de la literatura que hay al respecto la realizó el profesorado (de forma individual o en grupos pequeños de entre dos y cuatro miembros normalmente) que emplea el modelo de la clase invertida en sus propias aulas, recogiendo datos para informar después de los resultados. Aunque estas experiencias son interesantes, prosigue Talbert, porque son investigaciones sobre experiencias realizadas en la propia aula, sin embargo, los autores de estos artículos no tienen la mejor formación para hacer investigaciones educativas y acaban introduciendo errores metódicos en su trabajo que enturbian los resultados.

De todas formas, queremos destacar los trabajos en el ámbito de la enseñanza de contenidos científicos desarrollados de Bort y M. Pons (2013), y los de Sanmartín (2016).

**Figura 1.** Número de publicaciones en las que se cita el término *clase invertida*, *aula invertida* o *flipped classroom* por año



## 2. Consideraciones pedagógicas y didácticas

Una consideración importante es que el conjunto de recursos audiovisuales elaborados o recopilados por el profesorado con anterioridad debe ser consultado por primera vez por el alumnado de forma previa a la clase donde ese contenido va a ser objeto de tratamiento. A diferencia del empleo de estrategias como la lectura o investigación sobre un tema antes de la clase que es lo habitual en materias de las áreas de las ciencias sociales, el elemento clave en este modelo es el uso de vídeos, presentaciones digitales o cualquiera otra tecnología multimedia como recursos introductorios de los contenidos, lo que hace que este elemento tecnológico se convierta en un modelo pedagógico, mediado por la tecnología, o tecno-educativo (Martínez-Olvera, Esquivel-Gámez, & Martínez Castillo, 2015).

Sin embargo, no hay que confundir o simplificar la metodología en la que se basa la clase invertida con el simple hecho de emplear tutoriales multimedia explicativos de forma previa a la clase tradicional, o indicando que el factor central del modelo es el empleo de vídeos. Tampoco se debe caer en el tópico, que normalmente suele encontrarse en referencias sobre la clase invertida, que simplifica la metodología empleada al indicar que se trata de hacer el trabajo del aula en casa y la tarea en la escuela. Para evitar estos malos entendidos, fue creada la llamada Red de Aprendizaje Invertida (en inglés Flipped Learning Network, abreviada como FLN), organización sin ánimo de lucro formada por educadores y profesionales experimentados que pretende proporcionar al profesorado el conocimiento, habilidades y recursos para poner en práctica de forma favorable el enfoque de aprendizaje invertido (en inglés *flipped learning*). En sus documentos, la FLN hace hincapié en que este modelo supone un enfoque más complejo, que permite al profesorado poner en funcionamiento una o varias metodologías en sus clases (Flipped Learning Network, 2014a). Así, para evitar confusiones sobre el término, la junta directiva de la FLN (formada por Aaron Sams, Jon Bergmann, Kristin Daniels, Brian Bennett, Helaine W. Marshall, & Kari M. Arfstrom), con apoyo de educadores con experiencia en esta práctica, establecieron la siguiente definición formal del término:

El aprendizaje invertido es un enfoque pedagógico en el que la instrucción directa se desplaza de la dimensión del aprendizaje grupal a la dimensión del aprendizaje individual, transformándose el espacio grupal restante en un ambiente de aprendizaje dinámico interactivo en el que se guía a los estudiantes en la aplicación de los conceptos y en su implicación creativa con el contenido do curso (Flipped Learning Network, 2014 a, p. 1).

Es decir, cuando se habla del aprendizaje invertido se hace referencia explícita al modelo pedagógico en el que se traslada la instrucción directa fuera del aula, de manera que el tiempo presencial en la clase se emplea en realizar actividades orientadas hacia el logro de un aprendizaje significativo y personalizado para el alumnado (Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, 2014). Mover fuera del horario de clase solamente la instrucción básica permite que el aula se convierta en un lugar dedicado tanto al avance en los conceptos que el alumnado adquirió previamente en su casa, como a la resolución de problemas ou a participar en el aprendizaje colaborativo (Prieto Espinosa, Prieto Campos e del Pino Prieto, 2016). Atendiendo a estos autores, se puede decir que:

La clase invertida se concibe como un sistema de aprendizaje en el que los alumnos adquieren conocimientos en cualquier lugar por medio de vídeos educativos, haciendo posible así que el tiempo en el aula se dedique a la participación activa del estudiante a través de actividades interactivas tales como resolución de dudas, formulación de problemas y debates bajo la supervisión del profesor (Prieto Espinosa, Prieto Campos e del Pino Prieto, 2016, p. 238).

Con frecuencia se emplean los términos aprendizaje invertido y aula/clase invertida como sinónimos, haciendo un uso indistinto de ambos, cuando en la realidad son conceptos diferentes. Tal como explica Kari M. Arfstrom (directora

ejecutiva fundadora da FLN), mientras que la clase invertida consiste en asignarle al alumnado textos, vídeos o contenidos elaborados o recopilados por el profesorado para que los revisen fuera del aula, antes de la hora de clase, el aprendizaje invertido es un enfoque o modelo pedagógico que transforma la dinámica de la instrucción (tal como recoge la definición proporcionada por la FLN), y supone un cambio en el enfoque del aprendizaje, centrándolo en el alumno, para el cual el profesorado debe crear un ambiente en el que guiar al alumnado mientras este aplica los conceptos y se involucra en su propio aprendizaje en el aula de una forma activa (Arfstrom K. M., 2014).

### 2.1. Los diferentes papeles en la clase invertida

A la hora de poner en práctica el modelo hay que tener en cuenta el papel que deben jugar cada uno de los actores que intervienen: el profesorado y el alumnado (no se incluye aquí el papel de otros actores como son las familias, muy importante en los cursos de primaria, pero que no es tan decisivo en las edades de los últimos cursos de secundaria, objeto de la propuesta que se presenta más adelante).

En este modelo el profesorado des un guía a través del proceso educativo, un facilitador del aprendizaje que apoya y ayuda a alumnado ante sus dudas y en la resolución de problemas, al que proporciona una retroalimentación regular (Tabla 1). Es el encargado de detectar el potencial del alumnado, tanto en las diferentes áreas curriculares como en sus habilidades sociales y personales (Garralón, 2017). Debe enseñar a aprender y a pensar de una manera crítica y participativa, de forma que el alumnado llegue a ser autónomo y reflexivo. Debe fomentar el trabajo en equipo, a través de técnicas de aprendizaje cooperativo y llevando al aula estrategias de argumentación, indagación y uso de pruebas.

**Tabla 1.** Dados referentes à definição do verbo nos manuais escolares do 1.º ao 6.º ano do Ensino Básico (Fonte: Lopes, 2018, p. 263)

	Clase tradicional		Clase invertida	
	Profesorado	Alumnado	Profesorado	Alumnado
<b>Papel</b>	Transmisor Siempre experto	Oyente Siempre aprendiz	Colaborador En ocasiones aprendiz	Colaborador En ocasiones experto
<b>Antes de la clase</b>	Prepara la exposición	Lee y realiza ejercicios	Prepara actividades enriquecedoras	Completa un módulo de preguntas que recoje sus respuestas
<b>A comienzo de la clase</b>	Decide lo que es importante y relevante	Tiene poca información sobre lo que aprenderá	Puede anticipar donde tendrá dificultades el alumnado	Tiene preguntas concretas en mente
<b>Durante la clase</b>	Da la lección con material preparado	Trata de ir al ritmo que marca el profesorado	Guía el proceso; ayuda al alumnado según lo precise	Desarrolla competencias que se supone que tiene que adquirir
<b>Después de la clase</b>	Supervisa y califica las tareas del alumnado	Realiza tareas por su cuenta; carece de recomendaciones del profesorado	Realiza explicaciones adicionales; proporciona más recursos y revisa los trabajos	Continúa aplicando los conocimientos; sigue las recomendaciones del profesorado
<b>Horas de tutoría</b>	Normalmente repite lo dicho en la clase	Requiere confirmación del trabajo realizado	Sigue guiando al alumnado hacia un aprendizaje más profundo	Busca ayuda para solucionar las áreas que considera más débiles

Por su parte, el alumnado se sitúa en el centro del proceso del aprendizaje y adquiere una responsabilidad activa en el. Esto permite diseñar itinerarios personalizados, aumentando su autonomía. También puede revisar los contenidos tantas veces como precise, de forma que establece su propio ritmo de aprendizaje. Posteriormente, en el aula, el alumnado deberá participar activamente en las actividades correspondientes y trabajar en equipo, interactuando y colaborando entre iguales. De esta forma, el alumnado se convierte en protagonista de su aprendizaje a través de la realización de actividades en grupo con las que profundiza en los conocimientos que adquirió previamente en casa (Tabla 1).

Con este cambio de papeles que supone el paso de una clase convencional (basada en la instrucción directa) a la clase invertida, se pasa de centrar la actividad en el profesorado a situar al alumnado en el foco. Además, en vez de poner el énfasis institucional en los hechos y en la inevitable memorización se fomenta la indagación, la argumentación y la

creatividad. A diferencia de la clase habitual, en la clase invertida se trabaja la transformación del conocimiento en hechos más que en su acumulación, de forma que prime la calidad de la comprensión (evaluada a través de criterios y demostraciones) más que en la cantidad retenida (Tourón, Santiago, & Díez, 2014).

## 2.2. Las cuatro columnas del aprendizaje invertido

Como ya fue comentado con anterioridad, aunque los términos *clase invertida* y *aprendizaje invertido* están relacionados, desde la propia FLN advierten que invertir una clase no implica necesariamente conseguir un aprendizaje invertido (Flipped Learning Network, 2014 a). Es decir, que el profesorado pida a su alumnado que realice diferentes tareas de manera previa a su clase (como la lectura de textos, o visionado de vídeos en línea con materiales adicionales o la resolución de problemas), no es suficiente para que se logre un aprendizaje invertido.

En la actualidad, tal como indica el Observatorio de Innovación Educativa do Tecnológico de Monterrey no existe una única guía para poner en funcionamiento el aprendizaje invertido” (2014, p.7). Por este motivo, desde la FLN se definieron lo que llaman las cuatro columnas del aprendizaje invertido o las cuatro columnas de F-L-I-P™ (del inglés *The Four pillars of flipped learning* ou *The Four pillars of F-L-I-P™*), sigla que se forma al tomar la letra inicial del nombre en inglés (Ver Figura 2) de cada una das características que se deben cumplir para lograr un verdadero aprendizaje invertido,, y que vamos a presentar a continuación.

### A. Flexible environment o ambiente flexible

Se trata de una de las características fundamentales ya que, en la clase invertida, la flexibilidad se encuentra en varias facetas. Por una parte, existe una flexibilidad respecto al entorno físico donde tiene lugar. El profesorado adapta o redistribuye el espacio donde se produce el aprendizaje, adecuándolo a la sesión o al tema, de forma que se fomente el trabajo colaborativo o individual según se precise. Además de la creación de estos espacios, se consideran flexibles porque es el propio alumnado el que escoge cuándo y dónde aprende, otorgándoles una gran adaptabilidad al proceso. Por otra parte, además de la flexibilidad del propio entorno, al invertir la clase el profesorado también asume una flexibilidad en cuanto a sus expectativas respecto a los ritmos de aprendizaje de cada estudiante y de la evaluación de su aprendizaje.

**Figura 2.** Las cuatro columnas del aprendizaje invertido o de la F-L-I-P™. Adaptada de The 2014 Extension of the 2013 Review of Flipped Learning (Yarbro, Arfstrom, McKnight e McKnight, 2014)



Según la FLN (Flipped Learning Network, 2014 b), para conseguir un verdadero ambiente flexible, el profesorado debe:

- Crear espacios y marcos temporales para que el alumnado pueda interactuar y reflexionar sobre su aprendizaje.
- Observar y seguir al alumnado de un modo continuado, lo que permitirá realizar ajustes siempre y cuando sea preciso.
- Ofrecer al alumnado distintas formas de aprender el contenido y de demostrar su dominio sobre él.

### B. Learning culture o cultura de aprendizaje

- El aprendizaje invertido centra la instrucción en el alumno. Según la FLN (2014 a), en el modelo invertido el alumnado participa de manera activa en la construcción de conocimiento al mismo tiempo que evalúa y participa en su propio aprendizaje. De este modo, se hace significativo a nivel personal. Una de las características de este modelo es que permite revisar al alumno los contenidos a su ritmo, fuera del horario da clase.

Las indicaciones que se dan al profesorado desde la FLN para que el profesorado consiga esta cultura de aprendizaje son (Flipped Learning Network, 2014 b):

- Ofrecer al alumnado diversas oportunidades de involucrarse en actividades significativas en las que el propio alumnado es la pieza central, y no el profesorado.
- Dirigir las actividades como si se tratase de un guía o mentor, haciéndolas accesibles a todo el alumnado a través de la diferenciación y la realimentación.

*C. Intentional content o contenido dirigido*

El profesorado selecciona los contenidos que van a enseñar y los materiales que el alumnado debe examinar de manera autónoma antes de la clase. Emplean contenido dirigido o intencional para poder aprovechar al máximo el tiempo efectivo de clase con el que cuentan. Entre los métodos y estrategias de aprendizaje activo centrados en el alumnado están la instrucción entre pares, métodos basados en problemas, indagación, argumentación, uso de pruebas, etc. De esta manera se busca ayudar al alumnado a desarrollar no solo la comprensión conceptual si no también la fluidez en los procedimientos. Para lograrlo, desde la FLN (2014 b), se indica al profesorado que debe:

- Dar prioridad a los conceptos empleados en la instrucción directa para que sean accesibles al alumnado por cuenta propia.
- Crear o seleccionar contenidos relevantes (normalmente vídeos) para su alumnado.
- Emplear a diferenciación para hacer el contenido accesible y relevante para todo el alumnado.

*D. Professional educator ou facilitador/educador/docente profesional*

En este modelo de aprendizaje invertido el profesorado deja de ser el mero transmisor de conocimientos para adquirir un papel más exigente, aunque visualmente, es menos destacado. Durante el tiempo de clase deben observar de un modo continuo y próximo a su alumnado para poder darles información relevante, guiándolo y asesorándolo en sus tareas, y evaluando su trabajo de forma inmediata (Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, 2014). Para la FLN (2014 b), esta tarea implica una reflexión constante por parte del profesorado sobre su propia práctica, relacionarse con otros/as docentes para mejorar su instrucción, aceptando la crítica constructiva y adaptándose a una nueva realidad en el aula. Para ello el profesorado tiene que:

- Estar a disposición del alumnado para dar realimentación individual o grupal inmediata, según es solicitada.
- Llevar a cabo evaluaciones formativas durante el tiempo de clase a través de la observación y el registro de información para complementar la instrucción.
- Colaborar y reflexionar con otros/as profesores/as y asumir la responsabilidad de la transformación de su práctica docente.

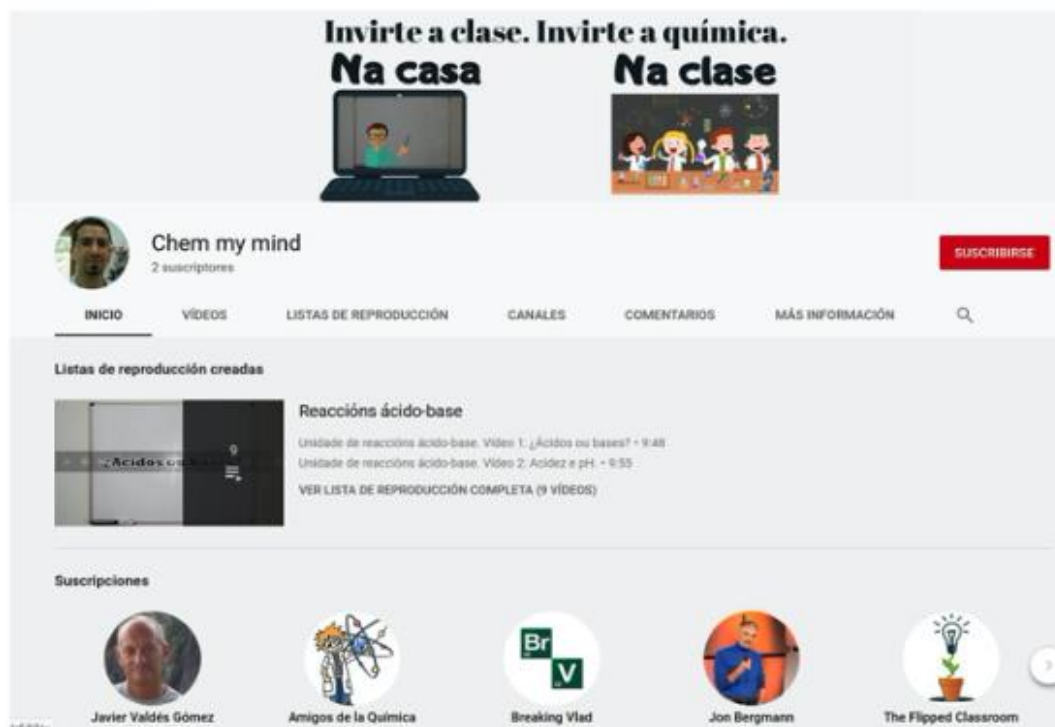
### 3. Descripción metodológica de la propuesta

Este trabajo es una propuesta de intervención para un aula de último curso en secundaria, que es preparatorio para la entrada en la universidad. Se basa en el modelo de la clase invertida estándar, submodelo que se caracteriza en que el alumnado trabaja previamente los contenidos a través de vídeos y actividades en línea, y después, en el aula, realiza tareas complementarias con la guía del profesorado. Esta propuesta se centra en la unidad didáctica de reacciones ácido-base, que forma parte de la materia de Química del último curso de secundaria, y se centra en los materiales didácticos que hemos creado específicamente para ella.

Se diferencian dos zonas de actuación:

- Fuera de la clase
- Antes del comienzo de la sesión presencial, el alumnado deberá realizar una serie de actividades de aproximación a los contenidos teóricos, adaptadas al nivel medio de la clase, ya que son trabajadas individualmente por su cuenta. Estas actividades consisten en la visualización del vídeo correspondiente y en la realización del cuestionario de auto-avaliación que se acompaña.
- Para esto fue creado un canal en YouTube *Chem my mind*” (ver en Figura 3 y en Referencias como acceder a este canal, y el Anexo I), en el que se encuentra la lista de reproducción *Reacciones ácido-base* que está formada por los *nueve vídeos* que cada alumna y alumno deberán visualizar (ver Figura 3)

Figura 3. Canal de YouTube *Chem my mind* (<https://www.youtube.com/channel/UCKqPwk-mdw0nE66wIBq8yig>)



Cada vídeo (ver Figura 4) aborda un apartado de la unidad y tiene una duración de alrededor de diez minutos. Además, están acompañados de una breve descripción y del enlace al correspondiente *cuestionario de auto-evaluación* (Ver en Referencias el acceso al listado de cuestionarios) que el alumnado tiene que completar antes de la clase presencial. Estos cuestionarios consisten en pruebas tipo test de razonamiento, más que en la resolución de ejercicios numéricos, pudiendo variar su dificultad en función de las características del alumnado. Al finalizar, los alumnos y alumnas recibirán una copia de las respuestas correctas, y accederán a los resultados obtenidos acompañados breves explicaciones y aclaraciones que pueden ser de carácter individual o grupal según el resultado general del cuestionario en cuestión. Este cuestionario le da información al profesorado sobre atención individual que cada alumno está prestando a la propuesta. En este sentido, la acción proporciona una apreciación de carácter actitudinal sobre cada alumno más que una cualificación en realización al resultado del cuestionario. Además, con los datos obtenidos, el profesor puede llevar a cabo un seguimiento del alumnado lo que le permitirá dar una atención más personalizada en función de las respuestas al cuestionario.

- En la clase

Aquellas actividades que sean más complejas son realizadas en el aula, donde el alumnado contará con la ayuda y guía del profesorado. En esta parte de la propuesta de intervención se trabajará la resolución de cuestiones y ejercicios numéricos. Como alternativa a las actividades de los libros de texto, sugerimos la resolución de boletines de ejercicios confeccionadas de forma específica y adaptados a los objetivos concretos de la unidad didáctica (ver en Referencias como acceder a los boletines, y también el Anexo III).

Comienzan con un breve resumen de la parte teórica que fue abordada en el vídeo correspondiente y recopilan los ejercicios que aparecieron sobre estos contenidos en las pruebas de acceso a la universidad. Para los apartados que no cuentan con ejercicios en estas pruebas, se crearon las actividades necesarias (ver Anexos). Estos boletines pueden ser trabajados tanto de forma individual como, preferiblemente, en parejas o grupos pequeños, favoreciéndose el aprendizaje, el intercambio de ideas y la ayuda entre iguales. El profesorado atiende de forma personalizada, sugiere, corrige, propone, guiando el trabajo que se está realizando en ese momento (Szparagowski, 2014)

#### 4. Conclusiones

En realidad, la clase invertida, puede considerarse como una adaptación a ese tipo de actividades, a veces complementarias, que el profesor o profesora encarga a los alumnos como tarea para casa. Incluso podría relacionarse

con lo que se ha venido en llamar atención a la diversidad por arriba”. Pero es más que todo esto, pues se trata de una acción perfectamente estructurada y programada que se lleva a cabo durante todo el curso. Obviamente, en el caso en el que se extienda esta estrategia a otras materias habría que realizar una programación global de aula bajo unas directrices pedagógicas de consenso. En algunos casos, como en cursos de primaria, donde un profesor o profesora imparte varias áreas es más fácil establecer la acción conjunta, lo que no es tan sencillo en el caso de las materias de secundaria.

Por otra parte, esta iniciativa no tiene que ser excluyente con otras estrategias didácticas, pudiendo complementarse con otros modelos de enseñanza, conviviendo con otras acciones y actividades más asentadas en la práctica habitual del profesorado, y que han demostrado su utilidad a la hora de ayudar en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Hay que indicar, también, que la clase invertida es totalmente compatible con plataformas online que ya comienzan a ser habituales en el aula. Nos estamos a referir a las aulas virtuales” vinculadas tanto a paquetes informáticos que se implementan de forma oficial desde las administraciones educativas, como aquellos que pertenecen a propuestas de compañías privadas. Desde ella puede el profesorado establecer el marco de conectividad con el alumnado.

En cualquier caso, la puesta en práctica de este modelo favorece que las clases sean más activas conectando mejor con el alumnado, tanto por el uso de una metodología basada en el uso de las tecnologías multimedia, como porque permiten que sea el alumno el que adapte su aprendizaje a sus propias condiciones de tiempo y ritmo de estudio. Esto da lugar a una mayor participación, un aumento de su protagonismo en su aprendizaje, logrando ser más autónomos y conocedores de sus conocimientos y carencias, permitiéndoles, además, la adquisición de la competencia de aprender a aprender. El profesorado deja de ser un mero transmisor del conocimiento y se convierte en guía de la actividad dejando el verdadero protagonismo al alumnado en cada una de las fases de la actividad.

Como se ha dicho al comienzo de este trabajo, no son muchas las aportaciones concretas que en el marco de la enseñanza secundaria se han realizado, y menos aún en el caso de la enseñanza de la Química. Esta ha sido la razón principal de hacer nuestra propuesta, que debe ser complementada con una investigación didáctica que ponga de manifiesto los beneficios concretos de la misma. Hemos llevado a pequeña escala una puesta en práctica de esta estrategia en un curso terminal de secundaria en un centro público de Santiago de Compostela, durante la instrucción relativa a la unidad didáctica “Equilibrio ácido-base”. Esto nos ha permitido una primera aproximación para una valoración cualitativa de la propuesta a través de las respuestas dadas por el alumnado, observando un inicio de cambio en relación al abandono de esa habitual actitud pasiva basada en el tradicional aprendizaje por transmisión-recepción. Todo ello nos anima a hacer un estudio más profundo, con más contenidos incluidos, para traer a esta revista esos resultados en un futuro próximo en el marco de una investigación amplia.

De todas maneras, e independientemente de resultados concretos relativos a la propuesta que se ha presentado aquí, hay toda una serie de beneficios pedagógicos que, tanto por la revisión bibliográfica hecha, la realización de los materiales para la propuesta y la primera puesta en práctica en el aula referida en el párrafo anterior nos permite sacar algunas conclusiones. Creemos que los beneficios pedagógicos más claros aparecen en la mejora del pensamiento crítico, la creatividad, la comprensión de los conceptos y la fluidez de los procedimientos. Y esto es así al dedicar la mayor parte de la instrucción convencional en el aula a tareas de aprendizaje colaborativo, de ayuda entre iguales y de relación interpersonal, uniéndose a esto el compromiso previo en el trabajo en casa, la implicación directa en relación de las actividades y el esfuerzo personal en la consecución de un aprendizaje significativo. Es evidente que cada alumna o alumno presenta sus propios ritmos de actuación, y que, al tratarse de una estrategia nueva, necesitará del establecimiento de un cambio de rutinas. Es por ello, que los beneficios aparecerán después de que el alumnado haga suyo el nuevo marco pedagógico a través de la reflexión personal de su propio aprendizaje, y esto requiere de tiempo y de dedicación.

## Referencias

- Ali, R., Ghazi, S. R., Shahzad, S., & Khan, H. N. (2010). The impact of brain-based learning on students academic achievement. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 2(2) 542-556.
- Alvarez B. (2012). Flipping the classroom: Homework in class, lessons at home. *Education Digest. Essential Readings Condensed for Quick Review*, 77(8) 18-21.
- Arfstrom, K. M. (xullo de 2014). What s the difference between a flipped classroom and flipped learning? *EdTech Focus On K-12 Magazine*. Obtenido el 30 de noviembre de 2019, de <https://edtechmagazine.com/k12/article/2014/07/whats-difference-between-flipped-classroom-and-flipped-learning>



- Arfstrom, K. M. (s.d.). *Flipped learning - Arfstrom consulting*. Obtenido e 30 de noviembre de 2019, de <http://www.arfstrom.net/flipped-learning.html>
- Bergmann, J., & Sams, A. (2011). The flipped class: Myths vs. reality. *The Daily Riff*. Obtenido o 30 de noviembre de 2019 de: <http://www.thedailyriff.com/articles/how-the-flipped-classroom-is-radically-transforming-learning-536.php>.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. Washington: ISTE.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2017). *Dale la vuelta a tu clase. Lleva tu clase a cada estudiante, en cualquier momento y cualquier lugar* (cuarta edición, Fernández, Maia). Madrid: Fundación Santa María-Ediciones SM
- Bort, J., & Pons, L. (2013). Flipped classroom al laboratori. *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, 27, 9-14.
- Flipped Learning Network (12 de marzo de 2014a). *Definition of Flipped Learning - Flipped Learning Network Hub*. Obtenido el 30 de noviembre de 2019, de <https://flippedlearning.org/definition-of-flipped-learning/>
- Flipped Learning Network. (12 de marzo de 2014b). *The Four Pillars of F-L-I-PTM*. Obtenido el 30 de noviembre de 2019, de <https://flippedlearning.org/wp-content/uploads/2016/07/PilaresFlip.pdf>
- Flumerfelt, S., & Green, G. (2013). Using lean in the flipped classroom for at risk students. *Educational Technology & Society*, 16(1) 356–366.
- Garralón, B. (13 de maio de 2017). *¿Y el rol del profesor en el Modelo Flipped Classroom?* Obtenido el 30 de noviembre de 2019, de <https://www.theflippedclassroom.es/y-el-rol-del-profesor-en-el-modelo-flipped-classroom/>
- King, A. (1993). From sage on the stage to guide on the side. *College Teaching*, 41(1) 30-35.
- Leicht, R. M. et al. (2012). Employing the classroom flip to move lecture out of the classroom. *Journal of Applications and Practices in Engineering Education*, 3(1) 19–31.
- Martínez-Olvera, W., Esquivel-Gómez, I., & Martínez Castillo, J. (2014). Aula invertida o modelo invertido de aprendizaje: Origen, sustento e implicaciones. In I. Esquivel-Gómez (Coord.), *Los modelos tecno-educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI* (pp. 143-160). Veracruz: DSAE-Universidad Veracruzana.
- Mazur, E. (1997). *Peer instruction: A user's manual*. New Jersey: Prentice Hal.
- Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. (outubro de 2014). *Aprendizaje invertido (reporte edu trends)*. Obtido el 30 de noviembre de 2019, de <https://observatorio.tec.mx/edutrendsaprendizajeinvertido>
- Prieto Espinosa, A., Prieto Campos, B., & del Pino Prieto, B. (2016). Una experiencia Flipped Classroom. *Actas de las XXII Jenui*. Almería, 237-244. Granada: Universidad de Granada.
- Sanmartín, J. (2016). Experiencia FC en el Colegio Plurilingüe Vila do Arenteiro. En *The Flipped Classroom*. Obtenido el 30 de noviembre de 2019 de: <https://www.theflippedclassroom.es/experiencia-fc-en-el-colegio-plurilingue-vila-do-arenteiro/>
- Santiago, R. (2014). *Analizando el Flipped Classroom: ¿qué hacen el profesor y el alumno?* Obtenido el 30 de noviembre de 2019, de <https://www.theflippedclassroom.es/analizando-el-flipped-classroom-que-hacen-el-profesor-y-el-alumno/#post/0>
- Santiago, R., Díez, A., & Andía, L. A. (2017). *Flipped classroom: 33 experiencias que ponen patas arriba el aprendizaje*. Barcelona: UOC.
- Szparagowski, R. (2014). The effectiveness of the Flipped Classroom. *Honors Projects*. 127. <https://scholarworks.bgsu.edu/honorsprojects/127>
- Talbert, R. (2012). Inverted classroom. *Colleagues*, 9(1), 18-19.
- Talbert, R. (1 de marzo de 2018). *What does the research say about flipped learning*. Obtenido el 30 de noviembre de 2019, de <http://rtalbert.org/what-does-the-research-say/>
- Tourón, J., Santiago, R., & Díez, A. (2014). *The Flipped Classroom: Cómo convertir la escuela en un espacio de aprendizaje*. Grupo Océano.
- Tucker, B. (2012). The Flipped Classroom. *Education Next*, 12(1).
- Ultanir, E. (2012). *An epistemological glance at the constructivist approach: Constructivist learning in Dewey, Piaget, and Montessori*. Online Submission,
- Web of Science. (1 de junio de 2019). Web of Science [v.5.32] – Informe de citas. Obtenido el 1 de junio de 2019, de: [https://apps.webofknowledge.com/CitationReport.do?action=home&product=UA&search\\_mode=CitationReport&cr\\_pqid=10&qid=10&isCRHidden=&SID=E4uw13DKB4OogyKSm7n](https://apps.webofknowledge.com/CitationReport.do?action=home&product=UA&search_mode=CitationReport&cr_pqid=10&qid=10&isCRHidden=&SID=E4uw13DKB4OogyKSm7n)
- Wilson, S. G. (2013). The flipped class: A method to address the challenges of an undergraduate statistics course. *Teaching of Psychology*, 40(3) 193–199.

Yarbro, J., Arfstrom, K. M., McKnight, K., & McKnight, P. (xuño de 2014). *The 2014 Extension of the 2013 Review of Flipped Learning*. Obtido o 21 de febreiro de 2019, de <https://flippedlearning.org/wp-content/uploads/2016/07/Extension-of-Flipped-Learning-Lit-Review-June-2014.pdf>

*Chem my mind* (7 de maio de 2019). Obtenido el 30 de diciembre de 2019 de: <https://www.youtube.com/channel/UCKqPwk-mdw0nE66wjBq8yig>

Acceso al listado de cuestionarios: <https://drive.google.com/folderview?id=1VDyxU3sbvnMtMQ-WgGqsblJl8FkUcLOx6>

Acceso al listado de boletines: <https://drive.google.com/folderview?id=1-LAcxuAqEUYTx-ws8N46bBUNqSuBfpV4>

## Anexo I

Listado de vídeos creados para la unidade didáctica de reacciones ácido-base de la materia de Química de último curso de secundaria.

<p><a href="#">Vídeo 1: Ácidos ou bases?</a> Duración: n: 09:47</p>	<p><i>Ola estudante da Química!</i> Neste primeiro vídeo da unidade de reaccións ácido-base trátanse os conceptos de ácidos e bases segundo dúas das principais teorías: a Teoría de Arrhenius e a Teoría de Brønsted-Lowry. Dentro desta última, explicaranse os conceptos de par ácido-base conxugada e o seu análogo par base-ácido conxugado, así como o concepto de anfótero.  Ao finalizar o vídeo lémbtrate de facer a tarefa de auto-avaliación que está dispoñible neste enlace: <a href="https://forms.gle/pvwdWyMBUFcsPWNX6">https://forms.gle/pvwdWyMBUFcsPWNX6</a></p>
<p><a href="#">Vídeo 2: Acidez e pH.</a> Duración: n: 09:54</p>	<p><i>Ola estudante da Química!</i> Neste segundo vídeo da unidade de reaccións ácido-base trátase o concepto de acidez e introdúcense as escalas de pH e pOH descritas por Søren Sørensen. Para isto, veranse a reacción de autoionización da auga e o produto iónico da auga. Ademais, determinarase se unha disolución é ácida, neutra ou básica en función tanto da concentración de oxonios, da concentración de hidroxilos, do pH e do pOH.  Ao finalizar o vídeo lémbtrate de facer a tarefa de auto-avaliación que está dispoñible neste enlace: <a href="https://forms.gle/bp9iwsKjHG3jg1Lr6">https://forms.gle/bp9iwsKjHG3jg1Lr6</a></p>
<p><a href="#">Vídeo 3: Quen é o máis forte?</a> Duración: n: 10:30</p>	<p><i>Ola estudante da Química!</i> Neste terceiro vídeo da unidade de reaccións ácido-base trátase a fortaleza relativa dos ácidos e das bases. Para isto, introduciranse a constante de acidez (<math>K_a</math>) e a constante de basicidade (<math>K_b</math>). Tamén se introducirán os conceptos de grado de ionización e de disociación e se falará dos ácidos polipróticos.  Ao finalizar o vídeo lémbtrate de facer a tarefa de auto-avaliación que está dispoñible neste enlace: <a href="https://forms.gle/rS2k9C2dYZPWyNZZ8">https://forms.gle/rS2k9C2dYZPWyNZZ8</a></p>

<p><a href="#">Vídeo 4: Cal é o pH?</a> Duració n: 10:32</p>	<p><i>Ola estudante da Química!</i> Neste cuarto vídeo da unidade de reaccións ácido-base trátase o cálculo numérico do pH dunha disolución. Para isto, englobaranse tódalas posibles situacións en catro casos xenéricos, segundo sexa unha disolución dun ácido forte, unha disolución dunha base forte, unha disolución dun ácido feble ou unha disolución dunha base feble.  Ao finalizar o vídeo lémbrete de facer a tarefa de auto-avaliación que está dispoñible neste enlace: <a href="https://forms.gle/1E3RHvgDZwbSgmnH8">https://forms.gle/1E3RHvgDZwbSgmnH8</a></p>
<p><a href="#">Vídeo 5: Sales! A hidroliz arse!</a> Duració n: 09:29</p>	<p><i>Ola estudante da Química!</i> Neste quinto vídeo da unidade de reaccións ácido-base trátase a hidrólise de sales. Así, grazas á axuda de exemplos representativos, abordarase a determinación cualitativa do pH dunha disolución en función da sal disolta. Resumiranse tódalas posibles situacións en catro casos, segundo se os ións da sal proceden dun ácido forte e dunha base forte, dun ácido feble e unha base forte, dun ácido forte e dunha base feble ou dun ácido feble e dunha base feble. Neste último caso, introducirase o concepto de constante de hidrólise (<math>K_h</math>).  Ao finalizar o vídeo lémbrete de facer a tarefa de auto-avaliación que está dispoñible neste enlace: <a href="https://forms.gle/gk2cJstVXvNUN3wo8">https://forms.gle/gk2cJstVXvNUN3wo8</a></p>
<p><a href="#">Vídeo 6: Que temos en común?</a> Duració n: 11:56</p>	<p><i>Ola estudante da Química!</i> Neste sexto vídeo da unidade de reaccións ácido-base trátase o efecto do ión común. Amosarase como afecta o principio de Le Châtelier a un equilibrio ácido-base. Para iso analizarase cualitativamente como se modifica tanto o grao de disociación ou o grao de ionización, como o pH ou o pOH en catro disolucións, ao engadirilles un ácido ou unha base forte e ao engadirilles unha sal que teña algún ión común, segundo o caso. Para finalizar, tratarase o caso particular do efecto da variación do pH sobre o equilibrio de solubilidade dunha sal.  Ao finalizar o vídeo lémbrete de facer a tarefa de auto-avaliación que está dispoñible neste enlace: <a href="https://forms.gle/WmLMMFFQFDJX947S9">https://forms.gle/WmLMMFFQFDJX947S9</a></p>
<p><a href="#">Vídeo 7: Disoluci óns regula- doras do pH.</a> Duració n: 04:08</p>	<p><i>Ola estudante da Química!</i> Neste sétimo vídeo da unidade de reaccións ácido-base trátanse as disolucións reguladoras do pH, tamén coñecidas como disolucións amortecedoras ou disolucións tampón. Para iso, explicaranse a formación e os mecanismos de regulación do pH tanto das disolucións reguladoras ácidas como das disolucións reguladoras básicas.  Ao finalizar o vídeo lémbrete de facer a tarefa de auto-avaliación que está dispoñible neste</p>

	<p>enlace:  <a href="https://forms.gle/Rbo7hB11DWiPThHYA">https://forms.gle/Rbo7hB11DWiPThHYA</a></p>
<p><a href="#">Vídeo 8: Indicam e o pH.</a>                  Duració                  n: 04:54</p>	<p><i>Ola estudante da Química!</i>                  Neste oitavo vídeo da unidade de reações ácido-base tratam-se as formas de determinar o pH num laboratório, xa sexa cualitativamente, co emprego dos indicadores de pH ou dos papeis indicadores, como cuantitativamente, coa utilización de pH-metros.                  Ao finalizar o vídeo lémbrete de facer a tarefa de auto-avaliación que está dispoñible neste enlace: <a href="https://forms.gle/duYvDTyeZQbzyB3P9">https://forms.gle/duYvDTyeZQbzyB3P9</a></p>
<p><a href="#">Vídeo 9: Volumet rias.</a>                  Duració                  n: 07:52</p>	<p><i>Ola estudante da Química!</i>                  Neste noveno e último vídeo da unidade de reações ácido-base tratam-se as volumetrías. Para iso, amosaranse en que consiste unha acidimetría e unha alcalimetría. Ademais, levarase a cabo a explicación da resolución teórica dos exercicios numéricos desta parte da unidade.                  Ao finalizar o vídeo lémbrete de facer a tarefa de auto-avaliación que está dispoñible neste enlace: <a href="https://forms.gle/mjiEVmJ6mvLa24756">https://forms.gle/mjiEVmJ6mvLa24756</a></p>

## Anexo II

Cuestionario para traballar en casa desde a plataforma online despois de ver o Vídeo 1.

Téngase presente que se trata de un Cuestionario online que o alumnado debe realizar despois de ver o vídeo, respondendo a través de la cuenta específica que desde la plataforma correspondiente de Google se ha creado. Esta es la razón por la que el lector o lectora de este artículo puede llegar al inicio del Cuestionario con el link que se proporciona, pero no podrá entrar en el.

### CUESTIONARIO VIDEO 1. ¿Ácido oU base?

1.- O ácido perclórico ( $HClO_4$ ) compórtase como:

- un ácido segundo a teoría de Arrhenius.
- un ácido segundo a teoría de Brønsted-Lowry.
- as dúas respostas anteriores son correctas.
- tódalas respostas son falsas.

2.- O dihidróxido de bario ou  $Ba(OH)_2$  compórtase como:

- unha base segundo a teoría de Arrhenius.
- unha base segundo a teoría de Brønsted-Lowry.
- as dúas respostas anteriores son correctas.
- tódalas respostas son falsas.

3.- O amoníaco ( $NH_3$ ) compórtase como:

- unha base segundo a teoría de Arrhenius.
- un base segundo a teoría de Brønsted-Lowry.

- c) as dúas respostas anteriores son correctas.  
 d) tódalas respostas son falsas.
- 4.- O hidroxeno sulfato ( $HSO_4^-$ ) compórtase como:  
 a) un ácido segundo a teoría de Arrhenius.  
 b) un ácido segundo a teoría de Brønsted-Lowry.  
 c) un base segundo a teoría de Brønsted-Lowry.  
 d) un ácido ou unha base, segundo a teoría de Brønsted-Lowry e en función da substancia á que se enfronte.
- 5.- O ácido conxugado do hidróxencarbonato ( $HCO_3^-$ ) é:  
 a) o ácido carbónico ( $H_2CO_3$ ).  
 b) o anión carbonato ( $CO_3^{2-}$ ).  
 c) a  $H_2O$ , porque lle cede un protón.  
 d) a  $H_2O$ , da que capta un protón.
- 6.- A base conxugada do hidróxencarbonato ( $HCO_3^-$ ) é:  
 a) ácido carbónico ( $H_2CO_3$ ).  
 b) o anión carbonato ( $CO_3^{2-}$ ).  
 c) a  $H_2O$ , porque lle cede un protón.  
 d) a  $H_2O$ , da que capta un protón.

### Anexo III

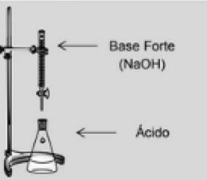
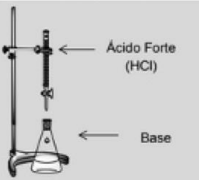
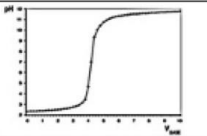
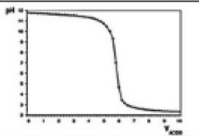
En la Figura Anexo 3.1 presentamos un ejemplo de Boletín de actividades con el que complementa el trabajo previo realizado por el alumnado en casa a partir de los videos de inicio de apartado y de la actividad con el Cuestionario correspondiente a ese vídeo.

Figura Anexo 3.1.- Ejemplo de Boletín de actividade (<https://drive.google.com/drive/folders/1-LACxuAqEUYTx-ws8N46bBUNqSuBfpV4>)

#### Boletín 9. Unidade reaccións ácido-base da materia de Química de 2º de Bacharelato. Valoracións ácido-base.

A **valoración ácido-base** (tamén coñecida como volumetría ou titulación) é unha técnica de análise cuantitativo que permite coñecer a concentración de ácido ou de base presente nunha disolución.

##### Tipos de valoracións ácido-base

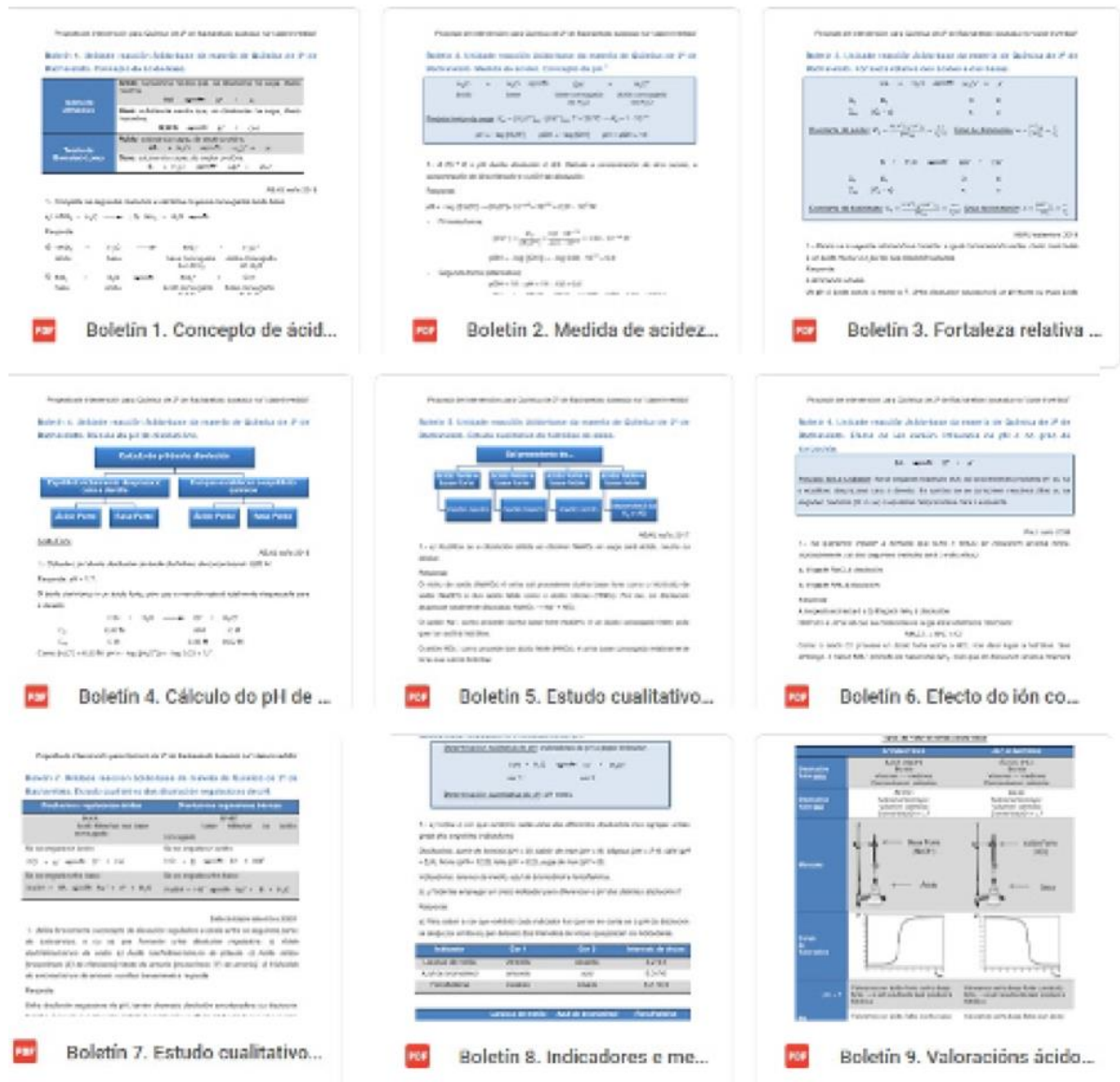
	ACIDIMETRÍAS	ALCALIMETRÍAS
Disolución Valorante	BASE (NaOH) Bureta Volumen → medimos Concentración coñecida	ÁCIDO (HCl) Bureta Volumen → medimos Concentración coñecida
Disolución Valorada	ÁCIDO Matraz erlenmeyer Volumen coñecido Concentración = ¿?	BASE Matraz erlenmeyer Volumen coñecido Concentración = ¿?
Montaxe		
Curva de Valoración		
pH = 7	Valoramos un ácido forte cunha base forte → a sal resultante non producirá hidrólise	Valoramos unha base forte cun ácido forte → a sal resultante non producirá hidrólise
No P.E. = pH ≠ 7	Valoramos un ácido feble cunha base forte → a sal resultante producirá hidrólise. Ao tratarse dunha sal que procede dun ácido feble e unha base forte, a disolución será básica: pH > 7. Exemplo: $NaCH_3COO$	Valoramos unha base feble cun ácido forte → a sal resultante producirá hidrólise. Ao tratarse dunha sal que procede dunha base feble e un ácido forte, a disolución será ácida: pH < 7. Exemplo: $NH_4Cl$

\*Recorda: no punto de equivalencia da valoración (P.E.) cúmprese:  $[H_3O^+]_{\text{ácido}} = [OH^-]_{\text{base}}$ .

Tal como se indica en el apartado Referencias se puede acceder a todos los Boletines con el [link](#):

Figura Anexo 3.2.- Boletines de actividades (<https://drive.google.com/drive/folders/1-LACxuAqEUYTxws8N46bBUNqSuBfpV4>)

## Boletins unidade reaccions ácido-base



The figure displays nine worksheets (Boletins) related to acid-base reactions, organized in a 3x3 grid. Each worksheet contains educational content such as text, chemical equations, diagrams, and graphs.

- Boletín 1. Concepto de ácido...** (Top Left)
- Boletín 2. Medida de acidez...** (Top Middle)
- Boletín 3. Fortaleza relativa...** (Top Right)
- Boletín 4. Cálculo do pH de...** (Middle Left)
- Boletín 5. Estudio cualitativo...** (Middle Middle)
- Boletín 6. Efecto do ión co...** (Middle Right)
- Boletín 7. Estudio cualitativo...** (Bottom Left)
- Boletín 8. Indicadores e me...** (Bottom Middle)
- Boletín 9. Valoracións ácido...** (Bottom Right)