

materia

Química Analítica

unidade didáctica 7

Equilibrios ácido-base

Julia Barciela García, Rosa M^a Peña Crecente
Departamento de Química Analítica, Nutrición e
Facultade de Ciencias

titulación

Grao en Enxeñaría Industrial de Procesos



Vicerreitoría de Cultura



unidade didáctica 7

Equilibrios ácido-base

Julia Barciela García, Rosa M^a Peña Crecente
Departamento de Química Analítica, Nutrición e
Facultade de Ciencias



© Universidade de Santiago de Compostela, 2010

Deseño

Unidixital

Edita

Vicerreitoría de Cultura
da Universidade de Santiago de Compostela
Servizo de Publicacións
da Universidade de Santiago de Compostela

Imprime

Unidixital
Servizo de Edición Dixital da
Universidade de Santiago de Compostela

Dep. Legal: C 1185-2010

ISBN 978-84-9887-280-4

ADVERTENCIA LEGAL: reservados todos os dereitos.
Queda prohibida a duplicación, total ou parcial desta
obra, en calquera forma ou por calquera medio (elec-
trónico, mecánico, gravación, fotocopia ou outros) sen
consentimento expreso por escrito dos editores.

MATERIA: Química Analítica

TITULACIÓN: Grao en Enxeñaría Industrial de Procesos

PROGRAMA XERAL DO CURSO

Localización da presente unidade didáctica

Bloque 1. INTRODUCCIÓN Á QUÍMICA ANALÍTICA

- Unidade Didáctica 1.** O Proceso Analítico
- Unidade Didáctica 2.** Cálculo de concentracións
- Unidade Didáctica 3.** Parámetros de calidade dos métodos analíticos
- Unidade Didáctica 4.** Operacións previas
- Unidade Didáctica 5.** Tratamento dos datos analíticos

Bloque 2: QUÍMICA ANALÍTICA CUANTITATIVA

- Unidade Didáctica 6.** Equilibrio químico
- Unidade Didáctica 7.** Equilibrios ácido-base. Aplicación á análise volumétrica
- Unidade Didáctica 8.** Equilibrios de formación de complexos. Aplicación á análise volumétrica
- Unidade Didáctica 9.** Equilibrios redox. Aplicación á análise volumétrica
- Unidade Didáctica 10.** Equilibrios de precipitación. Análise gravimétrica
- Unidade Didáctica 11.** Equilibrio de precipitación. Aplicación á análise volumétrica
- Unidade Didáctica 12.** Introducción ás Técnicas Analíticas

ÍNDICE

Presentación	7
Os obxectivos	8
Obxectivos xerais da materia	8
Obxectivos específicos da Unidade Didáctica	8
Os principios metodolóxicos	9
Os contidos básicos	10
Actividades propostas	11
1. Actividades de coñecementos previos e motivación.....	11
2. Actividades de desenvolvemento e consolidación.....	11
3. Actividades de síntese e xeneralización	13
Avaliación da Unidade Didáctica	13
Anexos	16
Anexo 1. Cálculos de concentracións	16
Anexo 2. Repaso coñecementos previos equilibrios ácido-base...	17
Anexo 3. Lectura: Acidez do río Eume.....	18
Anexo 4. A choiva ácida. Lecturas recomendadas	20
Anexo 5. Traballo en grupo cooperativo	23
Anexo 6. Exercicios: Equilibrios ácido-base e volumetrías.....	29
Anexo 7. Proxecto de traballo práctico no laboratorio	31
Bibliografía	32

PRESENTACIÓN

A unidade didáctica realizarase en 10 sesións (50 minutos cada unha) distribuídas entre clases teóricas, seminarios ou actividades presenciais, e unha clase práctica (4 horas).

Despois de estudar os conceptos básicos do equilibrio químico na unidade didáctica anterior (Unidade nº 6), neste tema imos aplicar estes coñecementos ao estudo dos Equilibrios Ácido-Base. Os equilibrios ácido-base forman parte do segundo bloque temático da materia no que se van desenvolver os equilibrios iónicos en disolución e as súas aplicacións á Análise Cuantitativa Clásica (Volumetrías e Gravimetrías). Na unidade didáctica anterior faise unha introdución xeral ós equilibrios químicos xa que estes nos proporcionarán os fundamentos tanto para a Análise Química como para outras áreas da ciencia tales como a Bioquímica, a Xeoloxía, a Oceanografía, etc.

Os ácidos e bases son algo moi común na nosa vida, aínda que a xente descoñeza os seus nomes químicos (aspirina: ácido acetilsalicílico, vitamina C: ácido ascórbico, etc.). Estes compostos son a base de moitos produtos medicinais e domésticos; a súa química e moi importante nos procesos industriais, e algúns dos procesos máis importantes dos sistemas químicos e biolóxicos son reaccións ácido-base en disolución acuosa. Por todo isto, o estudo dos ácidos e bases e os seus equilibrios será fundamental para calquera rama da ciencia que teña algo que ver coa química.

Dentro do bloque temático no que se inclúe, é importante o coñecemento en primeiro lugar desta unidade porque habitualmente os equilibrios explícanse de acordo coa influencia mutua duns noutros, e os equilibrios ácido-base considéranse esenciais para a comprensión dos conceptos que se estudarán posteriormente no resto dos tipos de equilibrios (Unidades 8, 9, 10 e 11).

Esta unidade didáctica é importante para a formación académica básica do alumno xa que lle permitirá unha maior comprensión e asimilación doutras materias que forman parte do seu plan de estudos: Enxeñaría da Reacción Química, Análise Instrumental, Química dos Alimentos (2º curso, 2º cuadrimestre), Control e Instrumentación de Procesos Químicos (3º curso, 1º cuadrimestre) e Procesos de Química Industrial (3º curso, 2º cuadrimestre).

Nesta unidade repasaranse os fundamentos dos equilibrios ácido-base (tanto de ácidos e bases fortes como débiles), as súas constantes de equilibrio e os cálculos de concentracións para todas as especies participantes nos mesmos. Dentro da unidade tamén se tratará con especial detalle o concepto de disolucións reguladoras (preparación, cálculo de pH, mecanismos de regulación). Por último como aplicación práctica, a unidade centrarase no estudo das volumetrías ácido-base, as cales se usan en moitos campos da análise química. Ó analizar unha curva de valoración poderase aprender a deducir as cantidades dos compoñentes ácidos e básicos presentes nun equilibrio deste tipo. Nesta unidade tamén se aprenderá a predicir as curvas de valoración dependendo do tipo de ácido e bases empregados, podendo indagar as concentracións de todos os

compoñentes da mestura, coñecer como funcionan os indicadores ácido-base e como elixir un indicador para unha valoración determinada.

OS OBXECTIVOS

Obxectivos xerais da materia:

- O.x.1.** Situar a Química Analítica no contexto xeral da Ciencia e particular da Química.
- O.x.2.** Adquirir os principios nos que se fundamenta a Química Analítica cunha énfase especial no estudo dos equilibrios en disolución e no emprego dos mesmos no desenvolvemento de técnicas analíticas, sobre todo nas Técnicas de Análise Clásica (volumetrías e gravimetrías).
- O.x.3.** Proporcionar unha base científica para a resolución razoada e a toma de decisións en problemas relacionados coa Química Industrial que posúan unha compoñente analítica.
- O.x.4.** Aplicar os coñecementos teóricos adquiridos sobre equilibrios en disolución e técnicas de análise na resolución de problemas analíticos concretos.
- O.x.5.** Valorar a precisión no emprego do instrumental de laboratorio. Compromiso co laboratorio, co traballo propio e de grupo, respectando as dependencias de maneira adecuada.
- O.x.6.** Fomentar a colaboración entre os distintos membros dun grupo.
- O.x.7.** Manexar as fontes bibliográficas con soltura.

Obxectivos específicos da Unidade Didáctica

- O.e.1.** Identificar os distintos sistemas ácido-base e calcular os seus valores de pH.
- O.e.2.** Realizar cálculos de concentracións de todas as especies presentes nos equilibrios baseados en reaccións ácido-base.
- O.e.3.** Comprender o funcionamento das disolucións reguladoras de pH, a súa preparación e mecanismos de regulación.
- O.e.4.** Trazar os diferentes tipos de curvas de valoración dos sistemas ácido-base. Coñecer as diferentes formas de detectar o punto final deste tipo de valoracións.
- O.e.5.** Aplicar as valoracións ácido-base a determinacións reais.

Obxectivos xerais	Obxectivos específicos
O.x.2.	O.e.1., O.e.3., O.e.5.
O.x.3.	O.e.1., O.e.2., O.e.3., O.e.4.
O.x.4.	O.e.2., O.e.3., O.e.4., O.e.5.
O.x.5.	O.e.5.
O.x.6., O.x.7.	O.e.4., O.e.5.

Táboa 1. Relación entre os Obxectivos Xerais e os Obxectivos específicos.

OS PRINCIPIOS METODOLÓXICOS

A metodoloxía elixida para presentar e desenvolver esta unidade é a construtivista. Esta metodoloxía parte dunha premisa: facer o alumno protagonista da súa aprendizaxe, que constrúa a súa aprendizaxe por si mesmo. O estudante debe xerar activamente o coñecemento. Neste senso, os coñecementos previos que este posúe teñen unha gran influencia no que aprende durante a súa instrución. Neste contexto, o papel do profesor é o de xerar un cambio na estrutura cognitiva do estudante, sendo o seu papel no só o de transmisor de coñecemento senón o de orientador e guía no longo proceso da aprendizaxe. Por outra parte, a ciencia cognitiva tamén afirma que a aprendizaxe é un feito social e require a cooperación con outras persoas, xustificándose o feito de que os humanos aprenden mellor en colaboración con outros.

A concepción construtivista da ensinanza implica o deseño e a elección de actividades de ensinanza que promovan a aprendizaxe significativa. Algunhas destas actividades son: exposicións por parte do profesor, traballo cooperativo dos alumnos, a titorización, o traballo no laboratorio, etc.

Empregarase a lección maxistral para presentar e desenvolver os principios teóricos e os conceptos fundamentais da unidade. Nas exposicións por parte do profesor vaise facer uso do método interrogativo, co fin de provocar un papel activo por parte do alumno, facéndose ó principio da unidade unha sondaxe dos coñecementos que posúe o alumno para, a partir deles, comezar a desenvolver o tema realizando preguntas abertas ou resolver problemas, e ó final volver preguntar sobre os conceptos fundamentais para comprobar o grao de comprensión. Presentaráselles ós alumnos información aparecida nos medios de comunicación e relacionada co tema, co fin de que vexan a aplicabilidade dos conceptos manexados.

Unha parte da unidade desenvolverase aplicando unha Técnica de Cooperación na aula, en concreto o Crebacabezas de Aronson. Nesta actividade divídese o grupo de traballo en equipos, a cada un dos compoñentes do equipo asígnaselle e faiselle responsable dunha parte diferente de tarefa a realizar e posteriormente explicar ós seus compañeiros de grupo. Deste xeito, a realización da totalidade do traballo estará condicionada pola mutua cooperación e responsabilidade entre os alumnos

Levaranse a cabo titorías personalizadas en pequenos grupos de alumnado para resolver cuestións e problemas individuais aparecidos durante o proceso de aprendizaxe.

Realizaranse tamén prácticas de laboratorio tales como valoracións ácido-base co emprego de diferentes indicadores que lle permitirán ao alumnado afondar na comprensión dos conceptos teóricos

OS CONTIDOS BÁSICOS

(Bloque II de Contidos da Materia: Química Analítica Cuantitativa)

1. Definición de ácidos e bases.

Química das disolucións acuosas, produto iónico da auga. O pH como medida da acidez. Ácidos e bases de Brönsted. Ácidos e bases de Lewis. Ácidos e bases polipróticos.

(Relacionado co obxectivo específico 1)

2. Forza de ácidos e bases.

Ácidos e bases fortes, ácidos e bases débiles. Par ácido-base conxugado, relación entre as constantes de disociación dos ácidos e as súas bases conxugadas. Constantes de disociación de ácidos ou bases débiles.

(Relacionado cos obxectivos específicos 1 e 2)

3. Cálculos cos ácidos e coas bases.

Cálculo do pH dunha disolución dun ácido ou base forte. Cálculo do pH dunha disolución dun ácido ou base débil. Aproximacións ou simplificacións.

(Relacionado cos obxectivos específicos 1 e 2)

4. Disolucións reguladoras ou tampón.

Tipos e mecanismos de regulación. Cálculo do pH dunha disolución tampón, ecuación de Henderson-Hasselbalch. Preparación dunha disolución reguladora cun pH concreto.

(Relacionado co obxectivo específico 3)

5. Volumetrías ácido-base.

Obxectivos. Punto final.

5.1. Indicadores ácido-base. Tipo ácido, tipo básico. Intervalo de viraxe.

5.2. Patróns primarios. Características e preparación.

5.3. Curvas de valoración. Tipos de curvas. Construción das curvas de Valoración: Ácido forte-base forte; Ácido débil-base forte; Ácido forte-base débil. Comparacións e indicadores apropiados. (Relacionado cos obxectivos específicos 2, 4 e 5; relacionado cos obxectivos xerais 2, 4, 5, 6 e 7).

ACTIVIDADES PROPOSTAS

1. Actividades de coñecementos previos e motivación:

1.1. Verificación de coñecementos previos: Relacionada co obxectivo específico 1 e co contido 1.

Metodoloxía: traballar cos alumnos un cuestionario sobre algúns conceptos básicos da química das disolucións acuosas, e comentalo conxuntamente na aula.

Recursos: fotocopias, proxeccións con ordenador.

Temporización: 5-10 minutos.

(Anexos 1 e 2)

1.2. Observación dos ácidos e bases na vida cotiá: Relacionada co obxectivo específico 1 e cos contidos 1 e 2.

Metodoloxía: dinamizadora, o/a profesor/a potenciará unha situación que provoque o descubrimento, traballando todo o grupo xunto. O alumno buscará exemplos da aplicación dos ácidos e bases a enxeñaría química, e comentaraos na seguinte sesión.

Recursos: fotocopias, proxeccións con ordenador para observar aspectos da vida cotiá relacionados cos ácidos e as bases.

Temporización: 5-10 minutos.

(Anexos 3 e 4)

2. Actividades de desenvolvemento e consolidación:

2.1. Explicación dos contidos por parte do/a profesor/a: Relacionada cos obxectivos específicos 1, 2, 3, 4 e 5, e cos contidos 1, 2, 3, 4 e 5 da unidade.

Metodoloxía: consistirá nunha exposición teórica maxistral do profesor/a, empregando como recursos o encerado, o xiz e proxeccións con ordenador. Ó longo desta actividade, intercalaranse algúns exercicios como exemplos das explicacións teóricas.

Temporización: aproximadamente 5 sesións.

2.2. Mapa conceptual: Relacionado cos obxectivos específicos 1, 2, 3, 4 e 5 e cos contidos 1, 2, 3, 4 e 5 da unidade.

Metodoloxía: Elaboración dun mapa conceptual que lle permita ó alumno, establecer as relacións entre os distintos conceptos traballados.

Temporización: 5-10 minutos.

2.3. Traballo en grupo cooperativo: relacionada co obxectivo xeral 6, obxectivo específico 4 e co contido 5.

Metodoloxía: desenvolvemento dun traballo en grupo, aplicando a Técnica de traballo cooperativo do Crebacabezas de Aronson, no que cada grupo elaborará os distintos tipos de curvas de valoración ácido-base. Ó final entregarase un exercicio para desenvolver e resolver polos grupos que deberán devolvelo para a súa cualificación.

Recursos: material bibliográfico subministrado polo profesor.

Temporización: 2 sesións

(Anexo 5)

2.4. Resolución de exercicios: graduados en dificultade e accesibles ó alumnado nos que se traballen: cálculo do pH de ácidos e bases tendo en conta os equilibrios de ácidos e bases débiles, achar o pH para disolucións reguladoras, establecer como se preparan disolucións tampón, determinar a concentración das diferentes especies presentes nun equilibrio ácido-base; cálculo da curva de valoración dun ácido ou unha base, busca do indicador máis idóneo para cada valoración.

(Esta actividade esta relacionada cos obxectivos específicos 1, 2, 4 e 5, e cos contidos 1, 2, 3, 4, 5 da unidade.)

Metodoloxía: Traballo individual, na clase e na casa, e faranse preguntas orais.

Recursos: encerado e xiz, caderno de clase, fotocopias e útiles de debuxo.

Temporización: 1,5 sesións.

(Anexo 6)

2.5. Resolución dun traballo de laboratorio: Relacionado cos obxectivos específicos 1, 2, 3, 4 e 5 e cos contidos 1, 2, 3, 4 e 5 da unidade.

Metodoloxía: os alumnos deberán resolver como se valoraría a acidez dun vinagre comercial mediante unha valoración facendo uso de indicadores ou dun electrodo de pH. A partir dun problema analítico sinxelo e utilizando documentación apropiada, deberán planificar o deseño da experiencia no laboratorio onde se exprese: procedemento que deberá seguirse secuencialmente, material e reactivos necesarios, tipo de reacción que se produce e os cálculos que hai que realizar, co obxecto de interpretar o procedemento escrito.

Recursos: Material bibliográfico.

Temporización: unha clase práctica (= 4 horas).

(Anexo 7)

3. Actividades de síntese e xeneralización:

3.1. Resolución de exercicios: graduados en dificultade e accesibles á maioría do alumnado, nos que se traballarán os contidos 1, 2, 3, 4, 5, sendo os exercicios máis complexos e completos cos do punto anterior. Esta actividade está relacionada cos obxectivos específicos 1, 2, 4 e 5 da unidade 7.

Metodoloxía: o/a profesor/a dirixirá o traballo do alumnado, que será individual, na clase e na casa e efectuará preguntas orais.

Recursos: encerado e xiz, fotocopias.

Temporización: unha sesión.

(Anexo 6)

AVALIACIÓN

Avaliación inicial:

Que: Tratará sobre os coñecementos previos e daranos as pautas para establecer a nosa intervención e para organizar as actividades de aprendizaxe.

(Relacionado coas actividades dos Anexos 1 e 2).

Cando: Durante o desenvolvemento da Unidade Didáctica 2 (*Cálculo de Concentracións*) do *Bloque I da materia: Introducción á Química Analítica*, e ó principio do desenvolvemento desta unidade.

Como: Boletín de exercicios. *Cálculos de concentracións*. Resolución de problemas prácticos relacionados coas concentracións en Química Analítica. Preparación de disolucións. Disolucións e estequiometría.
Boletín de exercicios: Repaso coñecementos previos equilibrios ácido-base.

Para que: Ver se os coñecementos previos son adecuados e suficientes.

Avaliación formativa:

Que: Continua, avaliarase como se está a realizar a ensinanza por parte do/a profesor/a e a aprendizaxe por parte do/a alumno/a, buscando que esta sexa significativa.

Cando: Ó longo de toda a unidade didáctica.

Como: Observación de hábitos de traballo e actitudes (interese, respecto, tolerancia, cooperación...). Preguntas profesor/alumno/a. Exercicios feitos na clase ou propostos para facer na casa. Saídas ó encerado.

Para que: Detectar as dificultades de aprendizaxe e as posibles aprendizaxes incorrectas, ademais de comprobar que as aprendizaxes son significativas.

Avaliación final: para constatar os resultados obtidos

Que: Capacidade para diferenciar os distintos tipos de ácidos ou bases e calcular os valores de pH, cálculos de concentracións nos equilibrios baseados en reaccións ácido-base. Comprensión do mecanismo de funcionamento das disolucións reguladoras. Aplicacións prácticas.

(Relacionado cos obxectivos específicos 1, 2 e 3, cos contidos 1-4 e coas actividades dos Anexos 3, 4, e 6).

Construción de curvas de valoración dos diferentes sistemas ácido-base. Aplicación das valoracións ácido-base a determinacións reais.

(Relacionado cos obxectivos específicos 4 e 5, co contido 5 e coas actividades dos Anexos 4, 5, 6 e 7).

Expresión mediante vocabulario científico-técnico adecuado.

Entrega de exercicios en prazo, con boa presentación, orde e limpeza.

Respecto, tolerancia e cooperación cos compañeiros da clase.

Cando: Ó finalizar a unidade didáctica, e ó finalizar o cuadrimestre.

Como: A avaliación desta materia consta dunha avaliación continua e un exame ó final do cuadrimestre.

Mediante unha avaliación continua que se realizará a través de dous mecanismos; en primeiro lugar, avaliarase positivamente a aqueles alumnos que participen nas clases de seminario, resolvendo no encerado os problemas propostos nos boletíns. Desta forma, incentívase ó alumno a intentar, polo menos, resolver os problemas propostos, o cal levará asociada unha posta ó día da materia, a formulación de dúbidas e o aproveitamento das titorías.

O segundo estará baseado na realización individual na casa por parte do alumno dun exercicio que deberá entregar ó profesor para a súa cualificación. Neste segundo apartado irán incluídos os exercicios formulados nas actividades de traballo en grupo, e as buscas de información.

No caso do traballo en grupo, entregarase un exercicio práctico para desenvolver e resolver en grupo durante unha das sesións presenciais nas que se fará unha actividade de aprendizaxe cooperativa. No traballo en grupo e na práctica de laboratorio, terase tamén en conta a participación de cada membro no desenvolvemento da actividade e o coidado do material.

Finalmente, realizarase un exame ó acabar o cuadrimestre que consistirá en preguntas de razoamento, tanto teóricas como prácticas, nas cales se poida avaliar a capacidade de dedución e razoamento do alumno

A cualificación final da materia calcularase tendo en conta os seguintes aspectos, que se resumen ademais na táboa seguinte:

1. Cualificación obtida no exame final da materia. Supoñerá o 75% da cualificación da materia. O exame constará de preguntas teóricas e problemas.
2. Cualificación obtida na realización dos traballos en grupo, traballos prácticos e de problemas para resolver individualmente ou en equipo e outras actividades académicas dirixidas (suporán o 20% da cualificación da materia).
3. Cualificación obtida pola asistencia e participación activa na clase e pola asistencia a titorías (suporá o 5% da cualificación da materia).
4. As capacidades adquiridas en cada unidade temática avaliaranse conxuntamente coas distintas actividades da materia, é dicir, coas cualificacións da docencia teórica, práctica (de problemas), das actividades académicas dirixidas e das prácticas de laboratorio.

Aspecto	Criterios	Instrumento	Peso
Asistencia e participación	* Participación activa na clase * Asistencia a titorías	Observación e notas do profesor	5%
Conceptos da materia	Dominio dos coñecementos teóricos e prácticos (problemas)	Exame final	75%
Traballo práctico de problemas	Entrega de problemas resoltos	Traballos individuais ou de grupo	20%

Para que: Valorar o grao alcanzado polas aprendizaxes, e o tipo de aprendizaxes que se realizaron. Comprobar o cumprimento dos obxectivos específicos e a superación dos criterios de avaliación.

ANEXOS

Anexo 1. Cálculos de concentraciones.

- As solucións salinas fisiolóxicas que se usan nas inxeccións intravenosas teñen unha concentración do 0,9% (p/p) de cloruro de sodio (NaCl). ¿Cantos gramos de NaCl se necesitarían para preparar 500 g de solución salina?
- Temos unha disolución comercial de HNO₃ concentrado do 70,0% (p/p) en HNO₃. Calcular o peso de HNO₃ presente en medio quilogramo de esa disolución concentrada de HNO₃.
- ¿Que porcentaxe de volume de alcohol ten unha botella de cervexa de 875 mL con 8,0 mL de alcohol?
- ¿Que volume de alcohol comercial do 70% (v/v) se podería preparar se só se dispón de 160 mL de alcohol isopropílico puro?
- Cando se evaporan 50,0 g dunha disolución de sulfato de sodio (Na₂SO₄) ata sequidade prodúcense 20,0 gramos de sal. Cal é o % (p/p) de sal na disolución?
- Pídesenos que preparemos 25,0 mL dun perfume cunha concentración de esencia do 52,0% (p/v). Calcular o peso de esencia necesario para preparar dito perfume.
- Describe como prepararías 250,0 mL dunha disolución de NaNO₃ de concentración 0,707 M. (PM NaNO₃ = 84,99 g/mol).
- Unha disolución de ácido sulfúrico ten unha densidade de 1,2 g/mL e unha riqueza do 20 % en peso. Calcule a súa concentración expresada en moles/L e en g/L.
- Temos 505 mL duna disolución de HCl de concentración 0,125 M e queremos diluíla para facela exactamente 0,100 M. Que cantidade de auga teremos que engadirle?
- Calcule a concentración de As en ppm dun preparado para formigas a partir dunha disolución que é $1,0 \times 10^{-4}$ M de Ca₃(AsO₄)₂. (Pat As=75,0 g/mol, supoña densidade disolución= 1,00 g/mL).

ANEXOS

Anexo 2. Repaso coñecementos previos equilíbrios ácido-base.

- Formule un exemplo de ácido forte, base forte, ácido débil e base débil.
- Identifique os seguintes compostos como ácido ou base, forte ou débil: a) NH_3 , b) H_3PO_4 , c) LiOH , d) HF .
- Formule un exemplo de ácido poliprótico e outro de base polibásica.
- Calcule o pH dunha disolución 0,1 M de HF , e o de outra 0,1 M de KOH .
- O pH dunha disolución acuosa é de 12,6. ¿Cal será a $[\text{H}_3\text{O}^+]$ e o valor do pOH á temperatura de 25 °C?
- Determinar o pH e o pOH dunha disolución 0,2 M de NH_3 sabendo que o valor da K_b do amoníaco a 25 °C é de $1,8 \times 10^{-5}$.
- Determinar o pH e o pOH dunha disolución 0,1 M de ácido acético sabendo que o valor da K_a a 25 °C é de $1,75 \times 10^{-5}$.
- Calcular a K_b do KCN se sabemos que a K_a do HCN ten un valor de $4,9 \times 10^{-10}$.
- Calcular o valor da K_b da base conxugada do ácido HA sabendo que o $\text{p}K_a$ do ácido ten un valor de 4,9.
- Sabendo que a $\text{p}K_a$ do HCN (25 °C) ten un valor de 9,21, calcular o pH.
- Nun laboratorio temos dous matraces, un contén 15,0 mL de HCl cunha concentración 0,05 M e o outro contén 15,0 mL de ácido etanoico (acético) de concentración 0,05 M. a) Calcule o pH de cada unha das disolucións. b) Que cantidade de auga habería que engadir a máis ácida para que o pH das dúas disolucións fose o mesmo? K_a (ácido etanoico) = $1,8 \cdot 10^{-5}$.
- Razoe utilizando os equilíbrios correspondentes, se os pH das disolucións que se relacionan a continuación son ácidos, básicos ou neutros. a) Acetato potásico 0,01 M; b) Nitrato sódico 0,01 M; c) Sulfato amónico 0,01 M; d) Hidróxido de bario 0,01 M.

ANEXOS

Anexo 3. Lectura: Acidez do río Eume

<http://www.elcorreogallego.es/galicia/ecg/reos-rio-eume-murieron-no-adaptarse-alta-acidez-su-cauce/idEdicion-2008-07-01/idNoticia-319071/>

Data de publicación: 01/07/2008

El Correo Gallego.es

Google buscar

El Correo Gallego buscar

Portada Santiago Comarcas Galicia España Mundo Deportes Economía Gente y comunicación Opinión Ocio Participa Canales Servicios Suplementos

El tiempo Agenda municipal Galicia ambiental Fotos Gallego del año Webcams Callejero Páginas amarillas Páginas blancas Canle dixtal

Galicia | galicia@elcorreogallego.es | RSS [Noticia 1 de 1]

MEDIOAMBIENTE

Los reos del río Eume se murieron por no adaptarse a la alta acidez de su cauce

01.07.2008 La mortalidad se produjo en una zona de trasvase entre aguas dulces y saladas

http://www.lavozdegalicia.es/galicia/2008/07/09/0003_6971882.htm

Data de publicación: 09/07/2008

La Voz de Galicia.es

Periódico Web buscar

PORTADA GALICIA DEPORTES SOCIEDAD DINERO ESPAÑA MUNDO OPINIÓN PARTICIPA BLOGS OCIO SERVICIOS CLASIFICADOS CANALES ED. IMPRESA

A Coruña A Mariña Arousa Barbanza Carballo Deza Ferrol Lemos Lugo Ourense Pontevedra Santiago Vigo Emigración

CONTAMINACIÓN

La Xunta atribuye ahora la acidez del río Eume a la autovía Ferrol-Vilalba

Las conclusiones de un mes de estudios fijan el origen de la muerte de peces en las condiciones del terreno

Luis A. Núñez | 9/7/2008



Los desagües de la autovía siguen vertiendo líquido amarillo a un afluente del río Eume | SANTI VILA

<http://www.elcorreogallego.es/galicia/ecg/rio-eume-gloria-pesquera-trampa-mortal-cientos-reos/idEdicion-2008-06-29/idNoticia-318408/>

Data de publicación: 29/06/2008

El Correo Gallego.es

Google buscar

El Correo Gallego buscar

Portada Santiago Comarcas Galicia España Mundo Deportes Economía Gente y comunicación Opinión Ocio Participa Canales Servicios Suplementos

El tiempo Agenda municipal Galicia ambiental Fotos Gallego del año Webcams Callejero Páginas amarillas Páginas blancas Canle dixtal

Galicia | galicia@elcorreogallego.es | RSS [Noticia 1 de 1]

PERDICIÓN

Río Eume: de gloria pesquera a trampa mortal de cientos de reos

29.06.2008 El PP indica que "a Xunta coñecía a contaminación causante das mortes dende hai máis dun ano" > Advierte de un posible impacto de las obras de la autovía

http://www.lavozdegalicia.es/ferrol/2009/06/18/0003_7792503.htm

Data de publicación: 08/06/2009

La Voz de Galicia.es

PORTADA GALICIA DEPORTES SOCIEDAD DINERO ESPAÑA MUNDO OPINIÓN PARTICIPA BLOGS OCIO Y CULTURA SE
A Coruña A Mariña Arousa Barbanza Carballo Deza Ferrol Lemos Lugo Ourense Pontevedra Santiago

MEDIO AMBIENTE

La Xunta prorrogará el control de la acidez del río Eume hasta el sellado de los taludes de la AG-64

Sogaris está dispuesta a mantener el tratamiento aunque venza el contrato

R.P.P. | 18/6/2009

<http://www.lavozdegalicia.es/ferrol/2009/03/11/00031236778084637917347.htm>

Data de publicación: 11/03/2009

La Voz de Galicia.es

lavoz.es tienda empresas **postnos**
Galicia buscar

PORTADA GALICIA DEPORTES SOCIEDAD DINERO ESPAÑA MUNDO OPINIÓN PARTICIPA BLOGS OCIO SERVICIOS CANALES TIENDA INMO MOTOR EMPLEO
A Coruña A Mariña Arousa Barbanza Carballo Deza Ferrol Lemos Lugo Ourense Pontevedra Santiago Vigo Emigración

MEDIO AMBIENTE

Nuevas mediciones indican la acidez del río Eume

Los pescadores advierten de que podrían repetirse este año las muertes de reos que remontan el cauce.

Redacción Digital | Ferrol | 11/3/2009 | Actualizada a las 14:34 h

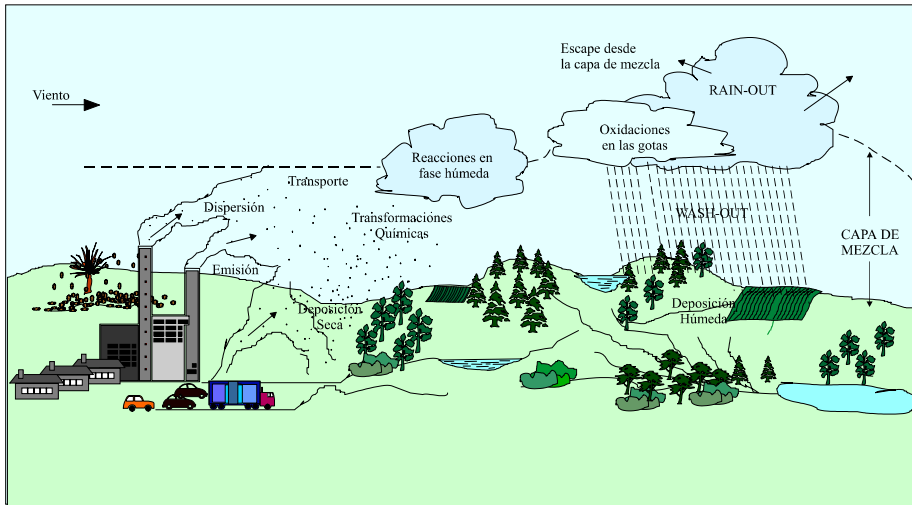
Valoración ★★★★★ (12 votos)



Medición en el Eume

ANEXOS

Anexo 4. A choiva ácida. Lecturas recomendadas



http://www.epa.gov/acidrain/education/site_students_spanish/index.html

La lluvia ácida es lluvia que se ha vuelto **ácida** debido a ciertos contaminantes que se hallan en el aire. La lluvia ácida es un tipo de **deposición ácida**, que puede aparecer en muchas formas. La deposición húmeda se refiere a la lluvia, la nieve, el aguanieve o la niebla, cuya acidez es mucho mayor que la normal. La deposición seca es otra forma de deposición ácida y se produce cuando los gases y las partículas de polvo se vuelven más ácidos. Ambos tipos de deposición, húmeda y seca, pueden ser acarreados por el viento, a veces a distancias sumamente grandes. La deposición ácida en sus formas húmeda y seca cae sobre los edificios, los automóviles y los árboles, y puede hacer que aumente la acidez de los lagos. En su forma seca, la deposición ácida puede ser inhalada por los seres humanos y causar problemas de salud a algunas personas

<http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/10CAtm1/340DepAc.htm>

Algunas de las moléculas que contaminan la atmósfera son ácidos o se convierten en **ácidos** con el agua de lluvia. El resultado es que en muchas zonas con grandes industrias se ha comprobado que la lluvia es más ácida que lo normal y que también se depositan **partículas secas ácidas** sobre la superficie, las plantas y los edificios. Esta **lluvia ácida** ya no es el don beneficioso que revitalizaría tierras, ríos y lagos; sino que, al contrario, trae la enfermedad y la decadencia para los seres vivos y los ecosistemas.

www.epa.gov/acidrain/spanish/

La lluvia ácida representa un serio problema ambiental que afecta a grandes extensiones territoriales de los Estados Unidos y Canadá. La lluvia ácida es particularmente dañina para los lagos, los arroyos y los bosques así como para las plantas y los animales que viven en estos ecosistemas. Este Sitio de la Red ofrece información sobre lo siguiente:

- [Qué causa la lluvia ácida](#)
- [Los efectos de la lluvia ácida](#)
- [Cómo medimos la lluvia ácida](#)
- [Qué se está haciendo para reducir la lluvia ácida](#)

books.google.com/books?isbn=9701702662

INGENIERIA AMBIENTAL

Henry, J. G.; Heinke, G.W.; Traducción: Escalona, H.J. Ed. Pearson Education, 1999.

Capítulo 5.3 - LLUVIA ÁCIDA: UN PROBLEMA REGIONAL

- 5.3.1. La naturaleza del problema
- 5.3.2. Fuentes y distribución de la lluvia ácida
- 5.3.3. Efectos de la lluvia ácida en los sistemas acuáticos
- 5.3.4. Efectos de la lluvia ácida en los sistemas terrestres
- 5.3.5. Efectos de la lluvia ácida en las aguas subterráneas, los materiales y la construcción
- 5.3.6. Medidas de remedio y control

122

Perturbaciones ambientales de origen humano Capítulo 5

y afecta el bienestar de las futuras generaciones. La necesidad de manejar nuestro medio en forma responsable, que es el tema del capítulo 16, es evidente ahora para todo el mundo, pero sólo las medidas radicales nos ayudarán.

5.3 LLUVIA ÁCIDA: UN PROBLEMA REGIONAL

5.3.1 La naturaleza del problema

La lluvia ácida, el rótulo con el que se describe normalmente la sedimentación ácida tanto húmeda como seca, es una adición bastante reciente a nuestro idioma. Aunque el término fue acuñado hace 120 años por el químico británico Angus Smith con base en sus estudios sobre el aire de Manchester, Inglaterra, no fue sino hasta que se creó una red de vigilancia de la calidad de la lluvia en el norte de Europa, en la década de 1950, cuando se reconoció la incidencia generalizada de la lluvia ácida. Durante la última década, la lluvia ácida ha sido un importante motivo de preocupación porque continúa contaminando grandes áreas de nuestro planeta. La lluvia ácida se produce (siguiendo la dirección del viento) en las áreas de importantes emisiones industriales de dióxido de azufre (SO₂) y de óxidos de nitrógeno (NO_x) (Environment Canada, 1981). Después de que el SO₂ y los NO_x se depositan en la atmósfera se transforman en partículas de sulfato o de nitrato, y más tarde se combinan con vapor de agua en ácidos sulfúrico o nítrico diluidos. Estos ácidos retornan más tarde al suelo en forma de rocío, llovizna, niebla, cellisca, nieve y lluvia.

La precipitación pluvial transparente normal es ligeramente ácida, con un pH aproximado de 5.6. Esto se debe al equilibrio entre el agua de lluvia y el CO₂ del aire, el cual se disuelve en

http://www.elpais.com/articulo/cultura/lluvia/acida/amenaza/buda/alto/mundo/elpucul/20071107elpucul_3/Tes

Data de publicación: 07/11/2007

EL PAÍS.COM Cultura Martes, 14/11/2007, 17:27 h

Inicio Internacional España Deportes Economía Tecnología **Cultura** Gente y TV Sociedad Opinión Blogs Participa buscar

Música | Babelia | Cine | Cartelera cine

ELPAÍS.com > Cultura

La lluvia ácida amenaza al buda más alto del mundo

A la escultura china, de 71 metros de altura, se le desprenden los rizos y está a punto de perder las orejas

EFE - Pekín - 07/11/2007

Vota ☆☆☆☆☆ | Resultado ★★★★★ 12 votos

La lluvia ácida, que afecta a una tercera parte del territorio chino, es una de las causas del avanzado deterioro del Buda de Leshan, el más alto del mundo, al que se le han desprendido los rizos, según informa la prensa estatal. El rostro de la escultura de piedra, de 71 metros de altura y erigida en el siglo VIII, está surcado por chorretones negros y una de sus orejas está a punto de desprenderse a causa de la lluvia ácida, los microbios alimentados por la alta humedad y el desgaste del tiempo, según han confirmado algunos expertos.

China
A FONDO
Capital: Pekín
Gobierno: República comunista
Población: 1,330,044,544 (est. 2008)

No es la primera vez que la gigantesca estatua, Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO, se enfrenta a las agresiones de la lluvia ácida. En 2001 se puso en marcha un proyecto de unos 14 millones de euros para limpiarla.

"La conservación del buda gigante debería ser un proyecto duradero, y creo que este tipo de grandes proyectos de mantenimiento tendrían que llevarse a cabo cada cinco años", ha asegurado Peng Xueyi, director del Instituto de Reliquias Culturales de Leshan. Pero además, ha señalado,



es fundamental una "reforma general" del entorno ecológico de la zona y una gestión más racional de la avalancha de turistas. En 2006, Leshan recibió 2,81 millones de turistas, un 15% más que en el año anterior.

Imagen del Buda de Leshan- AFP

publicidad

<http://www.elcorreogallego.es/comarcas/ecg/cerceda-sufre-peor-lluvia-polvo-acido-limeisa-30-anos/idEdicion-2007-12-18/idNoticia-244453/>

Data de publicación: 18/12/2007

El Correo Gallego.es Google buscar

El Correo Gallego buscar

Portada Santiago **Comarcas** Galicia España Mundo Deportes Economía Gente y comunicación Opinión Ocio Participa Canales Servicios Suplementos

El tiempo Fotos Tierras de Santiago Callejero Páginas amarillas Páginas blancas

Comarcas | comarcas@elcorreogallego.es | RSS [Noticia 1 de 1]

CERCEDA

Cerceda sufre la peor lluvia de polvo ácido de Limeisa en 30 años

18.12.2007 La aldea de A Lousa amaneció ayer inundada por un nuevo vertido procedente de la chimenea de la central térmica de Fenosa ▶ Los vecinos exigirán hoy a la empresa el pago de los daños ▶ El alcalde cree que se solucionará en enero

Anexo 5. Traballo en grupo cooperativo

Deseño e aplicación dunha Técnica de Aprendizaxe Cooperativa: CREBACABEZAS CON GRADIENTE e ROTACIÓN APLICADO Á ANÁLISE VOLUMÉTRICA

R. M. Peña Crecente, S. García Martín, C. Herrero Latorre J. Barciela García
Departamento de Química Analítica, Nutrición e Bromatoloxía, Universidade de
Santiago de Compostela, Facultade de Ciencias. 27002 Lugo.

Resumo

Neste traballo móstrase un exemplo de deseño e aplicación da metodoloxía de ensino cooperativo desenvolvido na materia de Química Analítica da titulación de Enxeñaría Técnica Industrial, Universidade de Santiago de Compostela, empregando a técnica de Crebacabezas con Gradiente e Rotación.

Palabras clave: Metodoloxía activa de ensino aprendizaxe, aprendizaxe cooperativa, crebacabezas de Aronson, enxeñaría.

Introdución

Este traballo levouse a cabo na Facultade de Ciencias da Universidade de Santiago de Compostela durante o primeiro cuatrimestre do curso académico 2007-2008 na materia de Química Analítica (Grupo ECTs), materia troncal da titulación de Enxeñaría Técnica Industrial, especialidade Química Industrial, cuxa carga docente é de 6 créditos repartidos en 4,5 créditos de teoría, e 1,5 de seminarios.

A Química Analítica é unha materia que tradicionalmente se impartiu mediante clases maxistras, nas cales a participación do alumno era simplemente de receptor da información; neste traballo fórmase cambiar este rol do alumno, por un máis activo, participando en grupos de traballo e elaborando o seu propio material didáctico e construíndo parte da súa propia aprendizaxe. Para iso, aplicáronse as metodoloxías do ensino cooperativo¹, nas que os estudantes traballan xuntos, en grupos ou equipos, axudándose mutuamente en tarefas xeralmente académicas^{2,3}. É importante matizar que nunha situación cooperativa os individuos procurarán obter resultados que sexan beneficiosos para eles mesmos e para os outros membros do grupo⁴, lográndose por un lado, a adquisición de

¹ M. A. Santos, R. García, M. Lorenzo. Curso de Aprendizaxe Cooperativa na Universidade: Fundamentos, Técnicas e Actividades. Programa de Formación e Innovación Docente Universidade de Santiago de Compostela. Maio 2007

² P. Fernández, M. A. Melero. La interacción social en contextos educativos. Siglo XXI de España Editores, España, 1995.

³ G. Echeita. El aprendizaje cooperativo: un análisis psicosocial de sus ventajas respecto a otras estructuras de aprendizaje. En: La interacción social en contextos educativos. Siglo XXI de España Editores, España, 1995, pp. 167-192

⁴ D. W. Johnson, R. T. Johnson, E. J. Holubec. El aprendizaje cooperativa en el aula. Ed. Paidós, Buenos Aires, 1999

coñecementos, e por outro, o desenvolvemento do individuo e a súa socialización.

Metodoloxía empregada

A metodoloxía que se vai empregar dentro das Técnicas de cooperación na aula será o Crebacabezas de Aronson⁵, na cal se divide o grupo de traballo en equipos, e a cada un dos compoñentes do equipo se lle asigna e se lle fai responsable dunha parte diferente da tarefa que se vai realizar. Deste xeito, a realización da totalidade do traballo estará condicionada pola mutua cooperación e responsabilidade entre os alumnos.

Para desenvolver esta metodoloxía, asignarase ós estudantes a equipos (Grupos Crebacabezas) para traballar o material académico, que foi partido ou dividido en tantas seccións como membros teña o equipo. Cada membro do equipo (Grupo Crebacabezas) ocuparase de estudar ou aprender unha desas seccións. Dentro de cada grupo elíxense os expertos e cada experto réunese co seu Grupo de Expertos, realizan o plan de traballo sobre a súa sección correspondente e elaboran un documento. Os estudantes (expertos) volven ós seus equipos iniciais (Grupos Crebacabezas), ensinan a súa sección ós seus compañeiros e cada Grupo Crebacabezas realiza un informe co material achegado por cada experto.

Neste caso, fíxose unha modificación ó Crebacabezas de Aronson, sendo un crebacabezas con gradiente e rotación, xa que, aínda que no método de Aronson, o profesor propón a composición dos grupos crebacabezas (A,B,C...), axustándose ó criterio de máxima heteroxeneidade, neste caso, o profesor, forma os grupos segundo as cualificacións obtidas polos alumnos en traballos previos. Para iso, nun primeiro lugar, asignáronse as tarefas máis sinxelas ós expertos de cada grupo que ata o momento presentaran menor disposición cara á materia. Unha vez resolto, o primeiro problema formulado, os alumnos rotaranse, de forma que a dificultade das tarefas irá variando, facéndose máis difícil para estes alumnos. Ó variar a dificultade da tarefa, preténdese que nas sesións sucesivas, estes alumnos se vexan máis capacitados para abordar tarefas máis complicadas e así aumenten a súa autoestima e o seu nivel de aprendizaxe.

Ó mesmo tempo preténdese conseguir que os alumnos manexen a bibliografía recomendada en clase, que consulten libros e non só os apuntamentos do profesor. E, por suposto, alcanzar o obxectivo académico de comprender os equilibrios ácido-base así como a construción e interpretación das diferentes curvas de valoración.

Descrición do traballo

O contido elixido para aplicar a metodoloxía de aprendizaxe cooperativa foi o tema dos Equilibrios Ácido-Base, que se imparte nesta materia. É un tema fundamental dentro da materia, xa que da súa comprensión dependen outras partes posteriores. E co seu estudo preténdese que o futuro enxeñeiro consolide o coñecemento químico

⁵ E. Aronson, S. Patnoe. The Jigsaw Classroom. Building Cooperation in the Classroom, Ed. Longman, New York, 1997

necesario para comprender o comportamento das distintas moléculas no medio acuoso e predicir as súas interaccións. O traballo dos alumnos centrouse nunha parte moi concreta do tema, a elaboración das Curvas de Valoración. Escolleuse isto xa que, por un lado, era unha parte doada de adaptar á metodoloxía para aplicar. E por outro, porque ó tratarse de coñecementos básicos para o desenvolvemento da materia, era unha forma de asegurarse a participación activa dos alumnos; conseguindo unha maior comprensión para o resto da materia.

Neste caso, o traballo desenvolveuse en 3 días, (3 horas lectivas).

O primeiro día (fase A) o profesor realizou unha explicación teórica do fundamento das Volumetrías Ácido-Base, tipos de volumetrías ácido base e desenvolvemento teórico de cada un dos puntos en que se van dividir as curvas segundo o pH para a valoración ácido forte-base forte e base forte-ácido forte. Realizáronse cálculos con exemplos e construíronse estes dous tipos de curvas de valoración.

O segundo día, (fases B, C, D) dividíronse os alumnos en grupos de traballo, formados cada un por 4 tipos de expertos con diferentes niveis de dificultade (divididos polas zonas da curva de valoración). O traballo cooperativo consistía en construír a curva de valoración dun ácido débil cunha base forte. Na Fase B: reuníronse os grupos de expertos de cada zona e consultaron a bibliografía subministrada para comprender o mecanismo da súa zona da curva de valoración (20 minutos). Unha vez realizada esta parte da tarefa, reuníronse os membros do grupo crebacabezas e puxeron en común os coñecementos adquiridos, para construír a curva de valoración completa (Fase C) e a continuación, realizaron un exercicio para poñer en práctica os coñecementos adquiridos (Fase D).

Na Táboa 1, obsérvase como se ten dividido o traballo neste segundo día, co nivel de dificultade de cada tarefa (catro tipos de expertos) e na Figura 1 represéntase a curva de valoración ácido débil-base forte que tiveron que construír os alumnos.

	ZONA DA CURVA DE VALORACIÓN	Grao de dificultade
<i>Experto nº 1</i> →	1. Antes de empezar a valoración	- sinxelo
<i>Experto nº 2</i> →	2. Antes do punto de equivalencia	difícil
<i>Experto nº 3</i> →	3. No punto de equivalencia	difícil
<i>Experto nº 4</i> →	4. Despois do punto de equivalencia	+ sinxelo

Táboa 1: División do traballo en cada grupo Crebacabezas.

O terceiro día (Fases E, F e G), os alumnos desenvolveron un traballo cooperativo similar pero para construír a curva de valoración dunha base débil cun ácido forte, variando a repartición das zonas da curva de valoración para os 4 tipos de expertos.

Fase E: reunión de grupos de expertos que, manexando a bibliografía subministrada, deberon interpretar a zona da curva de valoración que se lles asignou. Finalmente (Fase F), reuníronse os expertos de cada grupo

crebacabezas, posta en común e interpretación conxunta da totalidade da curva de valoración. Para afianzar os coñecementos adquiridos, construíron a curva de valoración de metilamina con ácido clorhídrico calculando o valor do pH para distintos volumes de ácido (Fase G).

Os alumnos dispuxeron de 20 minutos para levaren a cabo as reunións de expertos (fase B, e E) e 30 minutos para as reunións do seu grupo crebacabezas, na que se explicaron entre si, as distintas zonas da curva de valoración, construíron e entregaron a curva de valoración dun exercicio práctico así como compararon distintos tipos de curvas de valoración e as relacionaron co tipo de equilibrio ó que se corresponden. (Fases C-D e F-G).

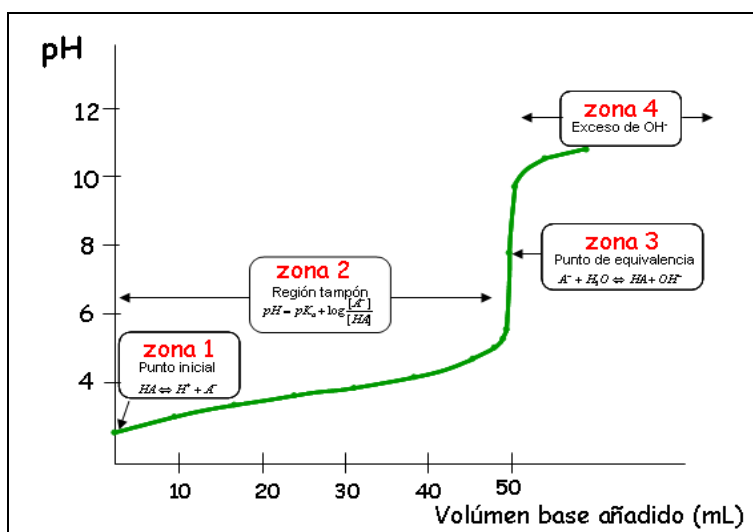


Figura 1.- Curva de valoración que vai ser construída polos alumnos

Na Táboa 2 obsérvase como se distribuíron as zonas ós distintos expertos e o seu grao de dificultade para cada un dos días do traballo cooperativo.

	Aprendizaxe coop. 2º día	Grao dificultade	Aprendizaxe coop. 3º día	Grao dificultade
Experto 1	Zona 1	2	Zona 2	3
Experto 2	Zona 2	3	Zona 1	1 - 2
Experto 3	Zona 3	3	Zona 4	1 - 2
Experto 4	Zona 4	1	Zona 3	3

Táboa 2.- Distribución dos expertos e grao de dificultade.

Sistema de avaliación: O traballo desenvolvido polos alumnos avalíase por parte do profesor, representando un 5 por cento da nota final. A avaliación fíxose, tendo en conta: a capacidade do grupo en resolver os problemas formulados, así como a súa capacidade para traballar dunha forma cooperativa e eficaz.

Resultados e/ou conclusións

Este traballo mostrou un exemplo de aplicación das diferentes metodoloxías das técnicas de Aprendizaxe Cooperativa na materia de Química Analítica da titulación de Enxeñaría Técnica Industrial, na especialidade de Química Industria.

Con esta metodoloxía os alumnos construíron parte da súa aprendizaxe do temario da materia, e adquiriron outras habilidades como a de busca de información, desenvolveron o razoamento crítico, a habilidade para escribir, a capacidade de expresión oral e a capacidade para o liderado. Ó mesmo tempo aprenderon a ver situacións e problemas dende perspectivas diferentes ás súas, perdendo progresivamente o seu egocentrismo, desenvolvendo a súa autonomía e a súa capacidade de enfrontarse ás presións do grupo.

Utilizando a Técnica de crebacabezas de Aronson, conseguiuase unha interdependencia positiva entre os alumnos, que promoveu a súa interacción cara a cara e a responsabilidade de cada integrante do grupo, desenvolvéndose as habilidades do grupo e as relacións interpersoais, e obrigándoos a facer unha reflexión sobre o traballo do grupo e ten posibilitado unha máis xusta distribución do poder da información, non centralizada no profesor. Consegúndose en definitiva, incrementar a satisfacción dos estudantes do seu proceso de aprendizaxe, ó ser membros activos deste.

No referente ás cualificacións hai que indicar que o 83% dos grupos resolveron satisfactoriamente os exercicios propostos, o cal é indicativo que se logrou a comprensión dos conceptos básicos do tema proposto. Con respecto á cualificación global, no exame final, un exercicio estaba baseado na aplicación dos conceptos traballados neste tema, e resolvérono un 52%. Dato que se o comparamos cos resultados obtidos en exames de anos previos (30%), indícanos que esta forma de aprendizaxe activa, deu mellores resultados que o sistema tradicional de clases maxistras.

Aínda que tamén hai que sinalar, as retencias dos alumnos a este tipo de traballo, xa que non están afeitos a ter que participar activamente en clase, o que produce retencias a aceptar esta forma de traballar os seus coñecementos, ó ter que confiar nos coñecementos dos seus compañeiros, ó depender o traballo do grupo das súas capacidades, ou simplemente ter que enfrontarse a unha busca da información en bibliografía, á que non están habituados. Con respecto ó profesor, a súa maior retencia, é que se necesita o triplo de tempo, que se se empregase a metodoloxía clásica, o cal é en moitos casos o gran problema.

Ó finalizar o traballo entregóuselhes ós alumnos participantes un cuestionario para valorar a súa actitude cara á aplicación da Aprendizaxe Cooperativa como metodoloxía de ensino-aprendizaxe. Os resultados obtidos foron que en xeral (82%) os alumnos se sentiron satisfeitos en canto

ó desenvolvemento de habilidades e á metodoloxía empregada para tal fin. Unicamente se mostraron máis desconfiados á hora da autoavaliación ó considerar que traballando sós poderían ter realizado a tarefa en menos tempo (50%), que os seus compañeiros de grupo lles facían perder tempo (72%) ou que unha explicación teórica por parte da profesora lles tivese suposto unha mellor asimilación dos contidos (39%). Aínda así, a valoración global para o traballo en grupo cooperativo foi favorable para o 83%.

ANEXOS

Anexo 6. Exercicios: Equilibrios ácido-base e volumetrías.

- Nun laboratorio dispónse de cinco matraces que conteñen cada un deles disolucións das que se ten a seguinte información: a) $\text{pH} = 7$; b) $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3}$; c) $\text{pOH} = 2$; d) $[\text{OH}^-] = 10^{-6}$; e) $\text{pH} = 1$. Ordena os devanditos matraces de maior a menor acidez.
- Calcula o pH e a concentración de todas as especies presentes nunha disolución 10^{-2} M de hidróxido de calcio.
- Xustifica por que o ión HCO_3^- actúa como ácido fronte ó NaOH e como base fronte ó HCl
- Calcula o pH e a molaridade de cada especie química presente no equilibrio de ionización dunha disolución de amoníaco 0,15 M. Datos: $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \times 10^{-5}$.
$$\text{NH}_3(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{ac}) + \text{OH}^-$$
- Cando a unha disolución de amoníaco se lle engade cloruro de amonio: decide se son verdadeiras ou falsas as seguintes afirmacións xustificando as respostas.
 - a) Aumenta a disociación do amoníaco
 - b) A disociación do amoníaco non varía
 - c) O pH diminúe
 - d) Aumenta o pH
- Discute, razoadamente, as seguintes afirmacións:
 - a) Se engadimos auga destilada a unha disolución de $\text{pH} = 4$, aumenta a concentración de protóns.
 - b) Se engadimos cloruro amónico a unha disolución de $\text{pH} = 7$, diminúe o pH.
- Calcula o pH da disolución que se forma cando se mesturan 1,0 litros de amoníaco 0,25 M con 0,400 litros de ácido clorhídrico 0,30 M. Datos: $K_b(\text{amoníaco}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.
- Unha disolución de HBO_2 en concentración 10^{-2} M ten un valor de pH de 5,6.
 - a) Razo e se o ácido e a súa base conxugada serán fortes ou débiles.
 - b) Calcule a constante de disociación do ácido (K_a).
 - c) Calcule, se é posible, a constante de basicidade do ión borato (K_b).
 - d) Se 100 mL de esta disolución de HBO_2 se mesturan con 100 mL dunha disolución 10^{-2} M de hidróxido sódico, que concentración da base conxugada se obterá?

- Prepárase unha disolución engadindo 0,300 moles de HAc e 0,300 moles de NaAc en auga abondo para preparar 1 L de disolución.
 - a) Calcular o pH desta disolución.
 - b) Calcular o pH á disolución anterior cando se lle engaden 0,020 moles de NaOH.
 - c) Calcular o pH á disolución do inicio cando se lle engaden 0,020 moles de HCl

- 250 mL de ácido nítrico concentrado do 32% e densidade 1,19 g/mL, colócanse nun matraz aforado de 1 litro e engádesse auga destilada ata enrasar. Cantos mL da disolución diluída de ácido nítrico serán necesarios para neutralizar 50 mL dunha disolución de NaOH cuxo pH é 13,93? Datos: Masas atómicas: H: 1; O: 16; N: 14.

- Se 10,1 mL de vinagre necesitaron para a súa neutralización 5 mL dunha base 0,2 M.
 - a) Cal será a molaridade do ácido presente no vinagre?
 - b) Supoñendo que a acidez do vinagre é debida ó ácido acético. ¿Cal é a porcentaxe en peso do ácido acético si a densidade do vinagre é de 1,06 g/mL?
 Datos: Pm acético = 60 g/mol.

- Pídenlle a un estudante que calcule a concentración de ácido láctico, HC₃H₅O₃, nun vaso de leite. O primeiro que fai é determinar a concentración dos ións hidronio presentes, obtendo como resultado 3,09 x 10⁻³ M.
 - a) Que valor debería dar a concentración de ácido láctico?
 - b) A continuación, dinlle que o pH dunha cunca de café (a 25 °C) é de 5,12.
 - c) Cal será a concentración de ións hidronio no café?
 - d) Se mesturase 125 mL do café anterior cun volume igual de leite, ¿cal será o pH do café con leite obtido?
 Datos (25 °C): Considera que o leite é unha disolución acuosa e que toda a súa acidez se debe ó ácido láctico, e que este é un ácido monoprotónico. Ka (ácido láctico) = 1,40 x 10⁻⁴. Supón volumes aditivos.

- Construír a curva de valoración de 50,0 mL de metilamina 0,100M con HCl (0,100M). Facelo para os seguintes volumes de HCl: 0, 15, 49, 50, 55 y 85 mL. Datos: Ka(CH₃NH₃⁺) = 2,3 10⁻¹¹

$$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{Cl}^-$$

ANEXOS

Anexo 7. Proxecto de traballo práctico no laboratorio

Determinación da acidez dun vinagre comercial

- O alumno, deberá buscar material bibliográfico que lle permita elaborar un procedemento para levar a cabo o problema analítico que se lle formula.
- Buscar diferentes métodos para levar a cabo a determinación
- Elixir o máis idóneo tendo en conta os medios dos que se dispón no laboratorio de prácticas.
- Escribir o material necesario para levar a cabo a práctica e un guión da práctica.
- Levar a cabo a determinación na mostra subministrada.
- Rexistrar os datos e procesalos.
- Comparar os resultados obtidos cos datos bibliográficos, e cos dos seus compañeiros.

Bibliografía

- GUITERAS, J., R. RUBIO, G. FONRODONA (2003): *Curso experimental en Química Analítica*, Madrid: Ed. Síntesis.
- HERRERO, C., S. GARCÍA, R.M. PEÑA (1999): *Manual Práctico de Química Analítica*, Lugo: Unicopia.
- SKOOG, D., D. WEST, F. HOLLER, S. CROUCH (2004): *Química Analítica*, México: Ed. McGraw-Hill.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bibliografía básica

- BURRIEL, F., F. LUCENA, *et. al.* (2002): *Química Analítica Cualitativa*, Madrid: Ed. Thomson.
- HARRIS, D.C. (2001): *Análisis Químico Cuantitativo*, Barcelona: Ed. Reverté.
- HARVEY, D. (2002): *Química Analítica Moderna*, Madrid: Ed. Mc Graw Hill.
- SKOOG, D., D. WEST, F.J. HOLLER, S.R. CROUCH (2005): *Fundamentos de Química Analítica*, Madrid: Ed. Thomson.

2. Problemas e ejercicios

- BERMEJO, F. (1998): *Cálculos numéricos en Química Analítica*, Santiago de C.: Ed. Tórculo.
- GORDUS, A.A. (1987): *Química Analítica: Teoría y 590 problemas resueltos*, Madrid: Ed. McGraw-Hill.
- HAMILTON, L.F.; S.G. SIMPSON, D.W. ELLIS (1981): *Cálculos de Química Analítica*, México: Ed. McGrawHill.
- LÓPEZ CANCIO, J.A. (2000): *Problemas de Química*, Madrid: Ed. Prentice Hall.
- (2005): *Problemas resueltos de Química Analítica*, Madrid: Ed. Thomson.
- YÁÑEZ, P., J.M. PINGARRÓN, F.J.M. VILLENA, (2003): *Problemas resueltos de Química Analítica*, Madrid: Ed. Síntesis.

3. Otros materiales

3.1. Vídeos:

- BARBOSA, J., E. BOSCH, M.D. PRAT, (1987): *La medida Química: Medidas volumétricas*, Universidad de Barcelona.

3.2. Páginas Web e contenidos multimedia:

- <http://www.files.chem.vt.edu/chem-ed/index.html>. *The Chemistry Hypermedia Project*
- <http://www.geocities.com/proyectoweb2001/index.htm>. *Proyecto Web 2001: Utilización de las nuevas metodologías docentes e internet en la enseñanza de la Química Analítica.*
- http://www.uhu.es/alfredo_velasco/Enlaces.htm. *Enlaces de interés en Química Analítica.*



Unha colección orientada a editar materiais docentes de calidade e pensada para apoiar o traballo de profesores e alumnos de todas as materias e titulacións da universidade



Servizo de Normalización
Lingüística