

Assajos fisicoquímics en el laboratori de grau mitjà de química

Physicochemical tests in the laboratory of intermediate level chemistry

Jordi Masip, Paz Gómez i Elena Andrés / INS Provençana (l'Hospitalet de Llobregat) / Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament

24

resum

En aquest article es descriu i es reflexiona sobre la planificació i la realització d'un crèdit d'assajos físics i fisicoquímics del cicle formatiu de grau mitjà de laboratori. Es descriuen els assajos i es comenten els resultats obtinguts pels alumnes i les seves dificultats. S'explica com la metodologia utilitzada en el desenvolupament de la part experimental permet assolir els continguts procedimentals del crèdit. Es fan servir metodologies basades en la construcció de coneixement de manera guiada, juntament amb el treball per experts i el treball cooperatiu. Es presenta la planificació del crèdit, inclosa la proposta d'avaluació.

paraules clau

Treball cooperatiu, grups d'experts, assajos físics i fisicoquímics, cicle formatiu, laboratori.

abstract

This paper describes and discusses the planning and execution of a physical and physicochemical credit testing of an intermediate laboratory VET course. We describe the tests and discuss the results obtained by the students and the difficulties encountered. We also explain how the methodology used in developing the experimental procedures achieves the contents of the credit. Methodologies for constructing knowledge are used in guidance of experts and cooperative work. The planning is also presented, including the credit assessment proposal.

keywords

Cooperative work, group of experts, physical and physicochemical tests, VET course, laboratory.

Introducció

L'objectiu d'aquest article és donar a conèixer una proposta metodològica per tal de desenvolupar les competències professionals en l'àmbit dels assajos de laboratori que han d'assolir els alumnes de grau mitjà de laboratori (fig. 1). La proposta pretén fer més similar al món laboral la realització dels assajos en un centre de formació. En l'article es descriuen alguns dels assajos que els alumnes realitzen al llarg del crèdit i se'n comenten els resultats i les dificultats.

Els alumnes del crèdit, generalment, són majors d'edat, fa temps que han deixat d'estudiar, tenen poques nocions de química i no disposen de grans coneixements teòrics i pràctics amb relació als assajos físics i fisicoquímics. En definitiva, busquen aconseguir una titulació tècnica que els permeti trobar una millor feina. També hi ha alumnes que provenen de l'ESO i d'un batxillerat no acabat, amb la qual cosa el grup és bastant heterogeni. Malgrat tot, la seva actitud i motivació davant els estudis fa que superin les dificultats inicials del

llenguatge químic i de la por a la manipulació.

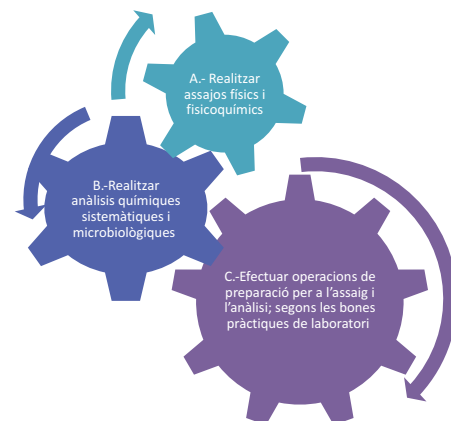


Figura 1. Competències professionals.

Contextualització

El cicle de grau mitjà de laboratori, de la família professional química, conté deu crèdits associats a diferents mòduls professionals i diverses unitats de competència que capaciten l'alumne per treballar com a tècnic en molts tipus de laboratoris. Aquest cicle formatiu està regulat per la LOGSE (annex al Decret 307/1995, de 7 de novembre; *Orientacions per al desplegament del currículum*, 1997), té un durada d'un curs acadèmic i actualment està pendent la publicació al DOGC del nou currículum segons la LOE (Llei Orgànica 2/2006, de 3 de maig), que l'amplia a dos cursos.

Dins d'aquest marc normatiu, s'observa que els assajos físics i fisicoquímics tenen una gran rellevància, al mateix nivell que en el cas d'altres tipus d'anàlisis més conegudes, com ara les proves microbiològiques i les anàlisis químiques generals.

En el currículum del crèdit d'assajos físics i fisicoquímics s'especifica que, durant el curs, els alumnes hauran d'assolir les competències professionals (fig. 1) en assajos de resistència mecànica, assajos tèrmics, elèctrics, òptics, assajos fisicoquímics i assajos metal·logràfics, els quals s'han distribuït en dues sessions setmanals de dues hores cadascuna.

Metodologia

El crèdit d'assajos fisicoquímics té un ampli ventall d'assajos, motiu pel qual, en els centres de formació professional, per falta d'equipaments (*Guia d'equipaments de la família professional química*, 2000), alguns d'ells s'han d'explicar de manera teòrica o bé per mitjà de visites externes a empreses. El professorat ha establert una metodologia diferent per a les diferents unitats didàctiques programades en el crèdit. En aquest article es tractarà la unitat didàctica 4 (UD4), majoritàriament pràctica, el contingut de la qual es presenta a la fig. 2, on es mostren els nuclis d'activitat (NAi) i activitats (Ai) establerts en la programació didàctica.

L'objectiu, pel que fa als continguts conceptuals, és la construcció de coneixement de manera estructurada i la seva transferència i aplicació en la part pràctica i en altres unitats del crèdit.

Per tal de treballar els continguts procedimentals, es proposa de fer una «roda de pràctiques» (fig. 3), la qual respon fonamentalment a l'objectiu que els alumnes adquireixin un major grau d'autonomia en els aspectes procedimentals i manipulatius, alhora que permet la realització de la part pràctica quan no es disposa del material i els instru-

ments necessaris per fer simultàniament la mateixa pràctica amb tot el grup.

Les diferents pràctiques dissenyades per a la UD4 es duen a terme per parelles, la manera habitual de treball en el laboratori del nostre centre. La parella que realitza en primer lloc una pràctica actua com a responsable i, per tant, adquireix el rol d'«experta» (Gómez, 2011). Mitjançant l'adjudicació del rol d'expert al primer grup que realitza la pràctica, es va transferint la informació d'aquest grup al següent. Per tant, els mateixos alumnes s'ajuden els uns als altres quan van rotant de pràctica, alhora que tenen sempre com a referència la parella experta.

El professorat ha elaborat dos documents de treball pràctic per a l'alumnat, els quals inclouen preguntes per relacionar els resultats amb la part conceptual de cada assaig i són a l'abast dels alumnes a l'espai virtual del crèdit:

- Instruccions per desenvolupar cada pràctica (Azaustre *et al.*, 2007).

- Formularis per realitzar un informe de cada pràctica, que els alumnes després lliuraran al professorat.

El grup expert de cada pràctica prepara per a tots els altres grups les dissolucions necessàries

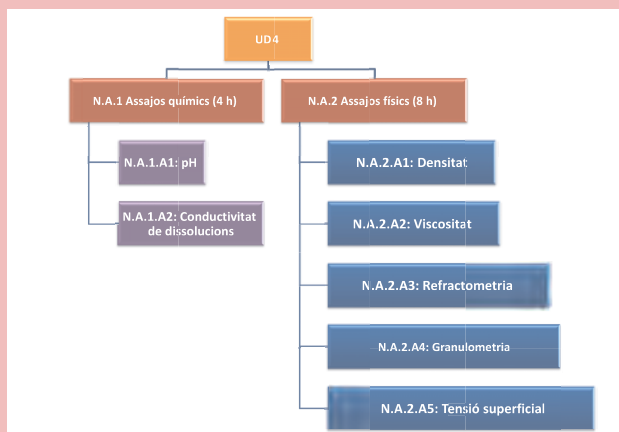


Figura 2. Esquema de la UD4.



Figura 3. Conjunt de pràctiques relacionades.

i les mostres problema de les quals es determina alguna propietat. D'aquesta manera, es minimitzen els reactius necessaris i els residus generats durant les pràctiques.

La seqüenciació de l'activitat pràctica és la següent:

- Es construeix una taula d'assignació de pràctiques setmanal per a cada parella d'alumnes i se li assigna a cada parella el rol d'experta en el primer treball pràctic que realitza.

- Cada grup, setmanalment i segons l'assignació esmentada al punt anterior, realitza una de les pràctiques de la roda. En aquesta part, l'alumnat assoleix les capacitats manipulatives i procedimentals del crèdit.

- També setmanalment, els alumnes elaboren i lliuren al professorat un informe de la pràctica realitzada, que serà avaluat.

- Al final, l'alumne haurà de realitzar un parell de pràctiques, escollides pel professorat, seguint el procediment establert, alhora que donarà el valor de la propietat mesurada amb les xifres significatives i les unitats adients (avaluació final).

Assajos realitzats durant el crèdit

A continuació, es mostren alguns assajos de la programació seguint la nomenclatura de la fig. 2. Els objectius de tots els assajos estan relacionats amb les competències professionals que han d'assolir els alumnes del cicle formatiu de grau mitjà de laboratori.

NA1. Assajos químics

Els assajos químics que es realitzen en aquest crèdit són la determinació del pH i de la conductivitat. Són assajos que focalitzen la correcta utilització dels aparells, ja que en altres crèdits s'aprofundeix més en els conceptes químics involucrats.

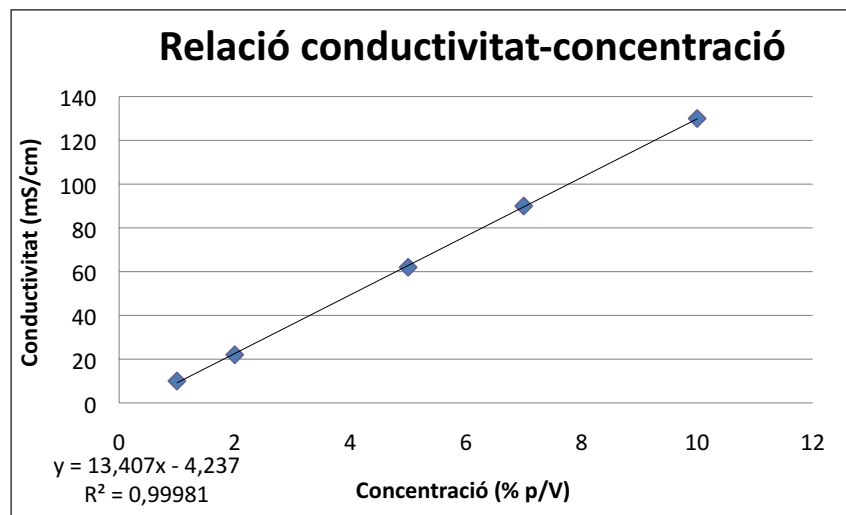


Figura 4. Conductivitat versus concentració.

NA1.A1. pH

L'objectiu d'aquesta pràctica és el calibratge, l'ús i el manteniment de pHmetres analògics i digitals. Així, doncs, es mesura el pH de solucions preparades pels alumnes i de productes comercials d'ús quotidià.

L'alumne observa les diferències en el valor del pH de les diferents dissolucions, com ara un vinagre concentrat i un altre de diluït, sals neutres i àcides i/o bàsiques, etc.

NA2.A2. Conductivitat

De la mateixa manera que en el cas anterior, l'objectiu d'aquesta pràctica és l'ús, el calibratge i el manteniment de conductímetres de diferents models, a més de trobar el valor de la concentració d'una mostra problema a partir de la seva conductivitat. Per tant, l'alumnat ha de mesurar la conductivitat de solucions patró, elaborar una taula de conductivitats de diferents patrons i, a partir de la interpolació en la recta de calibratge, trobar la concentració desconeguda. A la fig. 4 es mostren alguns dels resultats obtinguts pels alumnes.

Els alumnes partien de la hipòtesi que si mesuraven diverses vegades la mateixa mostra amb el mateix aparell, el resultat

seria el mateix, però van comprovar que no era així, la qual cosa es va convertir en una manera pràctica d'introduir conceptes de qualitat com ara *sensibilitat*, *exactitud* i *precisió en la mesura*.

Amb aquestes pràctiques, els alumnes, a més de la part manipulativa, assoleixen continguts conceptuals relacionats amb els paràmetres de qualitat de les mesures amb aparells, a banda dels conceptes relacionats amb els electrolits de manera experimental.

NA2. Assajos físics

NA2.A1. Densitat

Els assajos de densitat es divideixen en dos tipus generals: la densitat de sòlids i la densitat de líquids (fig. 5). No es realitzen densitats de gasos, ja que només es requereixen en les indústries productores de gasos.

A1.1. Densitat de líquids

Tot seguit, s'explica i es dona el resultat d'una anàlisi de densitat d'un líquid amb el mètode de determinació de densitat més precís. En aquest mètode es fan servir el picnòmetre i la balança analítica.

Per dur a terme la pràctica, a l'alumne se li proporciona una mostra problema de concentració desconeguda i, a partir de la

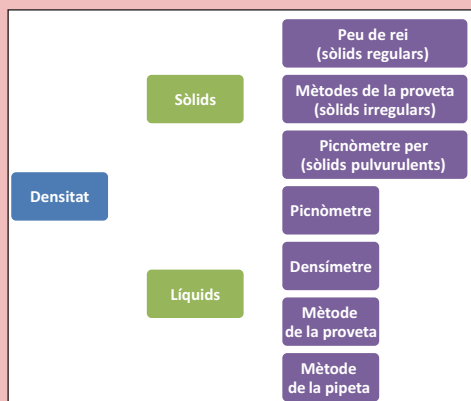


Figura 5. Assajos per determinar la densitat.

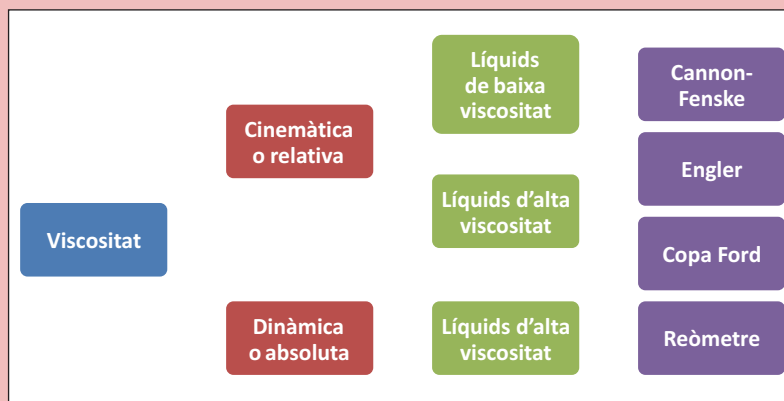


Figura 7. Tipus de viscositat.

determinació de la densitat de diferents dissolucions de concentracions ja conegudes, pot interpolat en una recta de calibratge el valor de la concentració de la mostra problema (fig. 6).

NA2.A2. Viscositat

En aquesta pràctica, es programen i es realitzen dos tipus d'assajos de viscositat: la determinació de la viscositat estàtica o relativa, d'una banda, i la determinació de la viscositat dinàmica o absoluta, de l'altra. En els primers, la força que fa fluir el líquid és la gravetat, mentre que en els segons ho fa un motor. Per calcular la viscositat estàtica, es mesura el temps de caiguda del líquid, mentre que la viscositat dinàmica la calcula directament l'aparell. La fig. 7 mostra la llista d'assajos de viscositat realitzats.

A continuació, es fa una breu descripció de cadascun dels assajos.

A2.1. Assaig amb Cannon-Fenske

Aquest aparell (fig. 9) determina la viscositat relativa per mitjà de la mesura del temps que tarda un líquid a passar per dues marques. Aquest temps depèn de la fluïdesa del líquid i del capil·lar de l'aparell. S'utilitza en la indústria per determinar la viscositat de líquids molt fluids. Com que la viscositat depèn de la temperatura, de la concentració i del producte o material en qüestió, es van plantejar tres tipus de pràctiques:

- Mesura de la viscositat d'un líquid a diferents temperatures.
- Mesura de la viscositat d'alcohols primaris de diferent cadena lineal (taula 1).
- Mesura de la viscositat d'una mateixa dissolució a diferents concentracions.

En la taula 1 es mostra un exemple dels resultats obtinguts pels alumnes.

Així, doncs, els alumnes relacionen la viscositat amb la fórmula

molecular de la substància que mesuren. Tal com es pot veure en la taula 1, una dificultat que es troben els alumnes a l'hora de donar un resultat és com cal establir correctament les xifres significatives, tot i que aquest és un aspecte que es tracta contínuament al llarg del curs. Els alumnes tenen la idea prèvia que com més decimals tingui el número, més exacte serà el resultat. En un altre crèdit del cicle formatiu, però, s'explica el con-

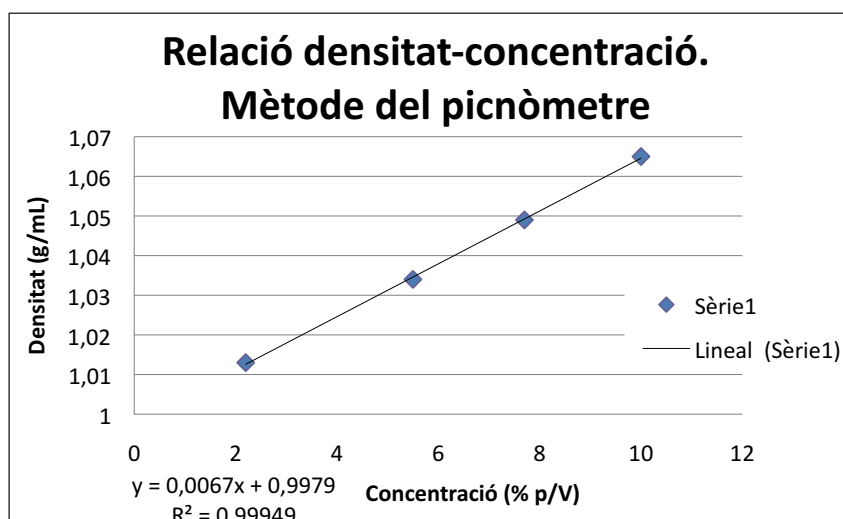


Figura 6. Gràfic de calibratge i interpolació de la densitat d'una mostra problema.

Taula 1. Resultats de l'assaig amb Cannon-Fenske

Nom substància	Aigua	Metanol	Etanol	Butanol
Fórmula química	H ₂ O	CH ₃ OH	CH ₃ (CH ₂)OH	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₃ OH
Temps de pas del líquid (s)	101	288	300	390

cepte xifra significativa d'una mesura com els díigits que es coneixen no afectats per l'error. Es considera, doncs, que les xifres significatives d'un número són les que tenen significat o bé aporten alguna informació. Les xifres no significatives, d'altra banda, apareixen com a resultat de càlculs i no tenen cap significat. En aquest cas, les dades de partida per fer els càlculs tenen tres xifres significatives, motiu pel qual el resultat s'hauria de donar amb tres xifres significatives.

A2.2. Assaig amb Engler

Aquest aparell (fig. 8) està dissenyat per determinar la viscositat

d'olis industrials o líquids d'alta viscositat. Actualment, encara s'utilitza en la indústria i els resultats es donen en graus Engler, unitat de mesura específica per a l'aparell. Per determinar la viscositat Engler, es realitza l'assaig per duplicat: un assaig amb el líquid problema i un altre assaig amb aigua destil·lada. Es mesura el temps de caiguda de 200 mL de fluid problema i de 200 mL d'aigua destil·lada (els dos a la mateixa temperatura). El quocient dels dos temps dona el valor de viscositat en graus Engler.

En la taula 2 es mostren els resultats obtinguts pels alumnes amb dos tipus d'olis diferents.

Taula 2. Resultats de l'assaig amb Engler

	Temps (s), 15 °C	Viscositat °E	Temps (s), 40 °C	Viscositat °E
Aigua	56		49	
Oli de gira-sol	750	18,75	284	5,79
Oli d'oliva	806	14,39	353	7,20

Taula 3. Resultats de l'assaig amb copa Ford

Mostra i temperatura	Copa Ford (dades)	Temps (s)	Mitjana temps viscositat (graus Din)	Viscositat (cSt)
Sabó blau	ASTM-D1200	98	97	356
		96		
		96		

En aquesta pràctica, els alumnes no han tingut cap tipus de dificultat i han vist clarament que la temperatura està relacionada amb la viscositat del fluid.

A2.3. Assaig amb copa Ford

El viscosímetre anomenat copa Ford (fig. 9) es va dissenyar per mesurar la viscositat de les pintures. L'aparell és un recipient amb un orifici al fons per a la sortida del fluid, de diferents diàmetres normalitzats. Es mesura el temps que triga el fluid des que comença a caure fins a la primera ruptura del fil del fluid. El temps que tarda, en segons, correspon a la viscositat copa Ford, que s'expressa en graus Din. En el resultat, cal indicar la copa Ford utilitzada en funció del diàmetre del forat de sortida (copa Ford 1, copa Ford 4).

En la taula 3 es mostren els resultats obtinguts pels alumnes per a una mostra de sabó.

Els alumnes han fet l'assaig amb diferents fluids (sabó, oli de gira-sol, etc.) i han observat que en alguns casos no s'observava la ruptura del fil. Mentre que alguns grups consideraven que l'aparell no funcionava, d'altres van concloure que calia utilitzar una copa Ford amb un diàmetre



Figura 8. Aparell Engler.

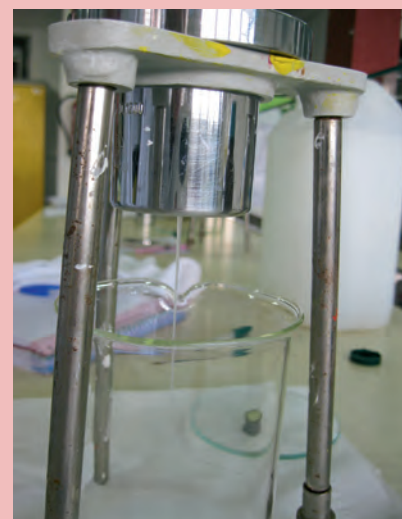


Figura 9. Copa Ford.

de pas diferent. Per tant, han arribat a reflexionar sobre el tipus d'aparell més adequat en funció del producte del qual es vol mesurar la viscositat.

A2.4. Assaig amb reòmetre

A diferència de la resta dels aparells, el reòmetre (fig. 10) mesura la força rotacional necessària per fer fluir la substància problema. A partir de la represen-

tació de les dades de la velocitat de gir i de la força parell motor, l'alumne podrà identificar, sobre la base de la variació de la viscositat, si es tracta d'un fluid newtonià o no newtonià.

A la fig. 11 es mostren els resultats obtinguts i la taula comparativa a partir de la qual els alumnes treuen conclusions del tipus de fluid que analitzen.

Tal com es pot observar en la fig. 11, els alumnes disposen d'una gràfica entre el material del campus virtual que han de comparar amb les gràfiques que els han donat les diferents mostres. A partir d'aquí, han de determinar quin tipus de fluid és la maionesa, la farina de blat de moro o el quètxup, productes que coneixen prou bé. La comparativa amb la fig. 12 estableix que la farina de blat de moro és un fluid dilatant, no newtonià.

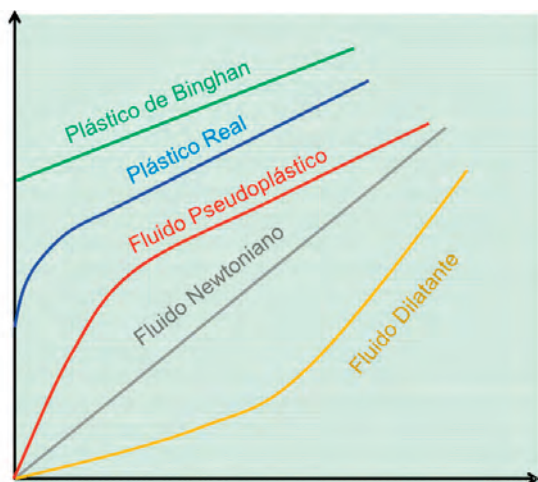


Figura 11. Gràfica resum dels diferents comportaments reològics dels fluids.

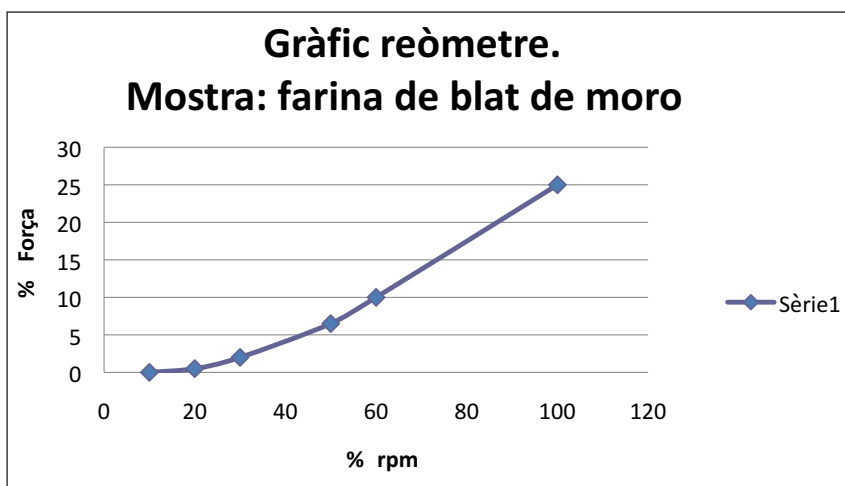


Figura 12. Resultats de l'assaig amb el reòmetre.



Figura 10. Reòmetre.



Figura 13. Refractòmetre.

NA2.A3. Mètodes òptics

Els mètodes òptics a estudiar són molts i molt diversos. En aquest cicle formatiu, estan distribuïts en dos crèdits diferents. Els mètodes òptics que es treballen en el crèdit que analitzem, i que són molt utilitzats en el control de qualitat de productes, són els no espectroscòpics. Entre els que es tracten al crèdit 2, hi ha la polarimetria i la refractometria. En aquest article s'explica només l'assaig de refractometria.

A3.1. Refractometria

El refractòmetre (fig. 13) mesura l'índex de refracció de la substància i els graus Brix. Els alumnes realitzen mesures a diferents temperatures per poder estudiar les variacions de l'índex de refracció en funció d'aquesta.

Una altra activitat que es realitza consisteix a calcular el percentatge d'alcohol o de sucre d'una mostra a partir de la interpolació de la recta de calibratge, elaborada fent mesures d'índex

% pro-panol	Índex de refracció
0	1,3993
20	1,3958
40	1,3923
60	1,3888
80	1,3853
100	1,3825

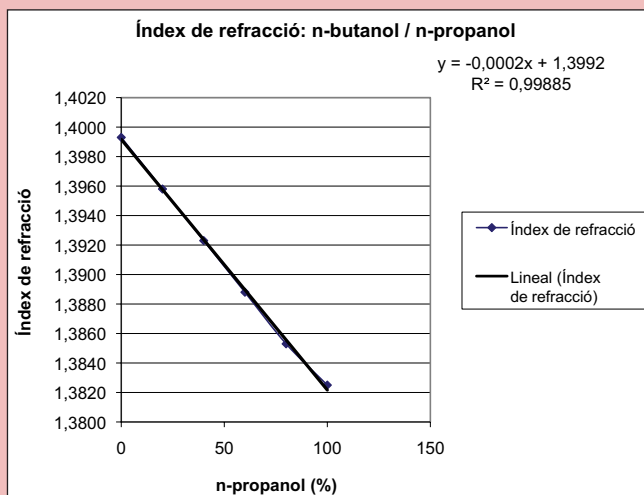


Figura 14. Resultats de la determinació del percentatge d'un alcohol en una barreja de dos alcohols.



Figura 15. Diaris de laboratori.

de refracció amb solucions patró de concentració coneguda.

En la fig. 14 es mostren els resultats d'una activitat més complexa: la determinació per refractometria del percentatge d'un alcohol en una barreja de dos alcohols.

Mitjançant la realització del mateix assaig però amb reactius o amb productes de la mateixa família, l'alumnat pot arribar a interpretar la matèria i la relació que existeix entre l'estructura atòmica (món microscòpic) i la propietat que es mesura (món macroscòpic). Alguns exemples poden ser els següents:

- Índex de refracció d'alcohols lineals: relació entre el nombre d'àtoms de carboni de la molècula i l'índex de refracció.

- Índex de refracció a diferents concentracions d'un mateix reactiu: relació entre la concentració i l'índex de refracció.

Aquests equips són analògics, de manera que els alumnes han de tenir prou habilitat a l'hora de trobar el valor de l'índex de refracció a l'escala que es veu a l'ocular. Quan no disposen bé la mostra en el prisma, els resulta difícil d'enfocar i, per tant, treure un valor d'índex de refracció. D'aquesta manera, l'a-

lumnat aprèn la importància de dipositar acuradament la mostra i també s'ha d'esforçar a rentar bé el prisma després de col·locar-hi cada patró, si no vol obtenir lectures errònies en els patrons següents o en la mateixa mostra.

Proposta d'avaluació

L'avaluació de la part pràctica representa un cinquanta per cert del total de la nota de la unitat didàctica i consisteix en tres parts: l'informe de la pràctica, el diari de laboratori i la tasca desenvolupada en el laboratori. Els criteris d'avaluació dels informes comprenen una part general i una part específica de cada assaig. Inclouen les dades recollides i els resultats a partir del tractament d'aquestes dades. Els alumnes han de raonar la validesa dels resultats i interpretar-los; d'aquesta manera, es promou la utilització de programes informàtics per al tractament i la presentació de dades que, d'altra banda, necessitaran en el seu futur àmbit laboral. Malgrat que tots o gairebé tots els alumnes estan molt informatitzats, coneixen molt poc les tècniques de representació gràfica. Per aquest motiu s'han incorporat a la part pràctica unes nocions bàsiques de full de càlcul, per tal que els

ajudin en la detecció de possibles errades en la recollida de dades i en la interpretació de resultats.

Diari de laboratori

El primer criteri d'avaluació del diari és que els alumnes el vagin omplint cada dia a mesura que realitzen les pràctiques (fig. 15). La resta dels criteris està relacionada amb la manera d'omplir el diari, en el qual es demanen dades que els alumnes recullen durant les pràctiques o bé dades dels reactius i els materials utilitzats, o també dades de caire més general, com ara la data de realització de l'assaig, etc.

Treball individual durant la realització de la part procedimental

Les pautes que s'han seguit per avaluar com treballen els alumnes en el laboratori es divideixen en tres parts bàsiques: la primera està relacionada amb la seguretat i la higiene, és a dir, es comprova que l'alumne treballa amb bata, amb els cabells recollits, amb el calçat i els pantalons adequats i que utilitza correctament els EPI (equips de protecció individualitzada), com ara les ulleres de seguretat i els guants (fig. 16).

D'altra banda, també es fan preguntes per saber si l'alumne



Figura 16. Alumne realitzant una mesura de viscositat amb Cannon-Fenske sense ulleres i només amb un quant.



Figura 17. Una parella o grup de laboratori fent la pràctica de viscositat del reòmetre.

entén el procediment de la pràctica i si hi aplica coneixements procedimentals d'altres crèdits del cicle. Així, per exemple, si es demana en un punt del procediment de fer una dissolució, l'alumne haurà d'aplicar coneixements de cursos anteriors i mostrar la seva competència en aspectes concrets.

Així mateix, també es té en compte la cura del seu lloc de treball i del material que ha fet servir (tot ha de quedar net i en el seu lloc).

Conclusions

Entenem que, tot i que la primera finalitat del treball pràctic realitzat pels alumnes en el labo-

ratori en aquest crèdit d'assajos físics i fisicoquímics sigui l'aprenentatge manipulatiu i el reforç dels principis teòrics en els quals es basen les diferents tècniques analítiques, un objectiu clau és fer rèpliques dels assajos, comparar les dades obtingudes, comparar-les també amb dades de referència, etc., per tal d'apropar el treball pràctic als requisits del món laboral, on aquests aspectes són d'una importància cabdal.

L'alumnat desenvolupa competències sobre la naturalesa de la ciència i el treball professional:

- Interpretar el resultat.
- Decidir si el resultat és o no és possible (el professional que realitza un assaig és el primer a

observar un resultat i ha de ser capaç de distingir i raonar si aquest és possible o no).

- Unir el treball pràctic en el centre amb el treball pràctic en una empresa (valoració per part de l'empresa de la tasca de l'alumnat de manera que es posi de manifest el paper determinant d'aquesta tasca).

Es va preguntar als alumnes el seu parer en relació amb la metodologia de treball utilitzada i què els semblava el nou tipus d'organització i el treball per grups d'experts.

El grup d'alumnes pot comparar les diferències respecte de la metodologia utilitzada en altres crèdits en els quals tot el grup ha de fer alhora la mateixa pràctica. A més, en el grup hi ha alumnes repetidors que poden establir comparacions amb la metodologia emprada durant el curs anterior, en el qual no s'utilitzaven els grups d'experts. En el cas de l'assaig de la viscositat d'un fluid amb un reòmetre, per exemple, com que només es disposa d'un aparell, el treball pràctic es feia de manera demostrativa amb tot el grup davant l'aparell, mentre que amb la roda de pràctiques cada parella ha hagut d'utilitzar l'aparell (fig. 17).

Podem concloure que, respecte dels cursos anteriors, les metodologies dels grups d'experts i de la ronda de pràctiques han comportat els avantatges i desavantatges següents, segons el punt de vista del professorat i de l'alumnat:

Avantatges:

- Major autonomia per part dels alumnes.
- Major interrelació entre els alumnes.
- Augment de l'autoestima dels alumnes en tenir el grau d'experts.
- Millora de la comprensió de les instruccions de treball.
- Aprendre a col·laborar i ajudar la resta del grup.

- Augment del grau d'implicació i compromís dels alumnes.

- Presa de consciència de la limitació dels recursos en els centres.

- Tots els alumnes poden utilitzar tots els aparells (no es fan demostracions pràctiques al grup sencer).

- El professorat deixa de tenir tots els alumnes demanant ajut al mateix temps.

Desavantatges:

- Per al professorat, és complicada la posada en marxa de diferents pràctiques al mateix temps.

- El professorat ha de coordinar molt bé el temps de cada pràctica.

- Cal fomentar la implicació dels alumnes, sobretot per al seu rol d'experts.

- Desconfiança envers els experts.

Després de l'experiència viscuda, els professors consideren que la nova metodologia de la UD4 és una pràctica més enriquidora, ja que han observat que els alumnes aconsegueixen tenir una major autonomia i un major grau de manipulació en el laboratori.



Jordi Masip Tarragó

És professor tècnic de formació professional (especialitat de laboratori) en el Departament de Química de l'INS Provençana de l'Hospitalet de Llobregat. És llicenciat en ciències químiques per la Universitat de Barcelona. Ha treballat durant prop de vint anys a la indústria, en el sector tèxtil i de serveis, com a cap de producció, gestió de qualitat i gestió de residus urbans i industrials.

A/e: jmasip25@xtec.cat.

Agraïments

Els autors volen expressar el seu agraïment d'una manera molt especial a tots els alumnes del cicle de grau mitjà de laboratori, ja que, sense el seu treball, el seu esforç i la seva col·laboració i implicació, el treball dels autors no tindria cap sentit. Cal agrair-los també les observacions, els comentaris i les maneres d'aprendre, ja que tots plegats millorem contínuament. I s'ha d'agrair especialment a aquells alumnes que han participat en aquest article la tasca feta realitzant part de les fotografies que s'hi poden veure.

A Miquel Villalobos, que durant tants cursos ha format el professorat de la família química i ens ha involucrat en la seva manera de treballar en el laboratori.

Al grup de metodologies de l'Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat Autònoma de Barcelona, per transmetre la sensibilització en altres maneres de treballar a l'aula, com és el cas de l'aprenentatge basat en problemes, el treball col·laboratiu i els grups d'experts.



Paz Gómez Jorge

És professora d'ensenyament secundari (especialitat d'anàlisi i química industrial) a l'INS Provençana. És llicenciada en ciències químiques i diplomada en estudis avançats del programa de doctorat «Didàctica de les ciències i les matemàtiques» per la Universitat de Barcelona. És coordinadora de l'equip de química i col·laboradora en altres grups de l'Institut de Ciències de l'Educació de la UAB.

A/e: pgomez13@xtec.cat.

Referències

AZAUSTRE, M.; MARTÍNEZ, L.; MOLINA, A. (2007). *Recursos de la família professional química d'anàlisi i control*. Crèdit 3: Assaigs físics. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament.

<<http://www.xtec.cat/web/recursos/famprof/quimica>>

GÓMEZ, P. (2011). «El treball amb grups d'experts en el mòdul d'anàlisi instrumental d'un cicle formatiu de grau superior». *Educació Química EduQ*, 11: 17-25.

<<http://blocs.iec.cat/scq/publicacions/educacio-quimica-eduq-2/educacio-quimica-eduq/>>

Orientacions per al desplegament del currículum: Cicle formatiu de grau mitjà. Laboratori (1997). Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament.

Guia d'equipaments de la família professional química: Laboratori d'assaigs físics (2000).

Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament.

<<http://www.xtec.cat/web/recursos/famprof/quimica>>



Elena Andrés González

És professora d'ensenyament secundari (especialitat d'anàlisi i química industrial) en el Departament de Química de l'INS Provençana de l'Hospitalet de Llobregat. És llicenciada en ciències ambientals per la Universitat Autònoma de Barcelona i màster en qualificació pedagògica per l'Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat de Barcelona.

A/e: eandre2@xtec.cat.