

El *Global Experiment* de l'Any Internacional de la Química

pH del planeta

Aquest document conté la descripció de l'activitat **pH del planeta**, que forma part del *Global Experiment* que s'està duent a terme durant l'Any Internacional de la Química 2011.

En aquesta activitat, els estudiants recolliran una mostra d'aigua d'una font natural local. Es mesurarà el pH de la mostra utilitzant les solucions d'indicadors. El valor mitjà dels resultats de la classe s'enviarà a la base de dades del *Global Experiment* junt amb informació sobre la mostra i el centre escolar.

Continguts

- Instruccions per a l'enviament de resultats a la base de dades mundial 1
- Instruccions per a l'activitat (**professor**) 3
- Full de resultats de classe (en blanc) 4
- Full de treball de l'activitat (**alumne**) 5
- Notes del professor 6
- Full de resultats de classe (exemple) 12
- Carta de colors dels indicadors i taula RGB de colors dels indicadors 13

Instruccions per a l'enviament de resultats a la base de dades mundial

S'ha de presentar la informació següent a la base de dades mundial. Si les dades del centre escolar i de la localitat ja s'han presentat en altres activitats, aquests resultats s'han de vincular a la presentació anterior.

Data de mostreig: _____

Font d'aigua local: _____ (per exemple, el riu Ter)

pH de la font d'aigua local: _____

Tipus d'aigua: _____ (fresca, salada, estuaris, marina, etc.)

Temperatura: _____ (temperatura mentre es mesura el pH)

Nombre d'estudiants que hi participen: _____

Número de registre del centre escolar/classe: _____

Les activitats del *Global Experiment* han estat dissenyades per l'Equip del *Global Experiment* de l'Any Internacional de la Química.

Aquestes activitats estan disponibles sota la llicència Creative Commons Reconeixement-No Comercial-Compartir Igual (CC BY-NC-SA). Aquesta llicència permet a d'altres modificar i ampliar amb el seu treball per a fins no comercials, sempre que continguin el crèdit de l'Any Internacional de la Química i la llicència de les noves creacions en termes idèntics.

Aquestes activitats han estat traduïdes al català i editades en aquesta llengua per la Societat Catalana de Química (SCQ), filial de l'Institut d'Estudis Catalans (IEC).

El CESIRE-CDEC del Departament d'Ensenyament, la Societat Catalana de Química (SCQ) i UNESCOCAT constitueixen la Comissió per al *Global Experiment* a Catalunya.

Instruccions per a l'activitat (professor)

Esquema de l'experiment

Els estudiants han de treballar en grups petits (normalment parelles) per mesurar el pH d'una font d'aigua local. L'activitat consta de tres parts:

- Mesurar el pH de la mostra d'aigua local (i d'altres mostres, si és el cas).
- Analitzar les dades i enviar els resultats a la base de dades del *Global Experiment*.

Mètode

Part A - Assaig amb la mostra d'aigua

1. Etiquetar els recipients de l'1 al 6 i fer una marca a una alçada de 0,5 cm en cada recipient.
2. Agafar una porció de mostra d'aigua local i omplir tres dels recipients fins a la marca.
3. Afegir tres gotes d'indicador **blau de bromotimol** a cada recipient i agitar-lo per barrejar bé la solució.
4. Utilitzar la carta de colors per estimar el pH de cada solució i registrar el resultat de cada recipient amb una xifra decimal.
5. Si el pH de la mostra és de 7,6 o major, repetir la prova tres vegades utilitzant **porpra de m-cresol** com a indicador i anotar els resultats amb un decimal.

Part B – Anàlisi i presentació dels resultats

6. Decidir quin indicador ha donat la millor mesura del pH de la mostra. En general, aquest serà l'indicador que canvia de color en la zona de pH de la mostra.
7. Calcular el resultat mitjà de la vostra mostra d'aigua utilitzant els resultats del millor indicador.
8. Afegir el vostre resultat a la taula de resultats de la classe.
9. Quan la taula de resultats de la classe estigui completa, calculeu el resultat mitjà de la classe per a la mostra d'aigua local.
10. Col·laborar amb el vostre professor per enviar el resultat mitjà de tota classe a la base de dades del *Global Experiment*.

(OPCIONAL: Altres mostres d'aigua)

11. Repetir el mètode, parts A i B, amb altres mostres d'aigua que tingueu a l'abast.
12. Netejar bé els recipients entre uns assaigs i d'altres per evitar la contaminació.

Materials

- **6 recipients** (blancs o transparents, que puguin contenir una alçada d'1 cm de líquid).
- **1 comptagotes** o pipeta.
- **1 flascó rentador**.
- **Indicador** blau de bromotimol (de l'equip, preparar-lo seguint les instruccions).
- **Indicador** porpra de m-cresol (de l'equip, preparar-lo seguint les instruccions).
- **Cartes de colors** dels indicadors.
- **Mostra d'aigua local** d'una font natural.

Opcional

- Altres mostres d'aigua.
- Indicador universal.

Full de resultats de classe

Registreu el valor mitjà de pH obtingut per la classe per a la mostra d'aigua local (i d'altres fonts d'aigua, si es tenen a l'abast; vegeu les notes del professor). Registreu les dades complementàries preparades per al seu enviament a la base de dades del *Global Experiment*.

Grup	Font d'aigua local	Mostres				
		A	B	C	D	E
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
Mitjana						

- Font d'aigua local: _____
- Tipus d'aigua: _____
- Data del mostreig: _____
- Temperatura: _____
- Nombre d'alumnes implicats: _____

Full de treball de l'activitat (alumne)

En aquesta activitat mesurareu el pH d'una mostra d'aigua local. El pH és un número que us permet comparar diferents mostres d'aigua. Podreu comparar els vostres resultats amb els d'altres escoles de tot el món.



Part A - Assaig amb la mostra d'aigua local

- Etiquetar els recipients de l'1 al 6 i fer una marca a una alçada de 0,5 cm en cada recipient.
- Agafar una porció de mostra d'aigua local i omplir tres dels recipients fins a la marca.
- Afegir tres gotes d'indicador **blau de bromotimol** a cada recipient i agitar-lo per barrejar bé la solució.
- Utilitzar la carta de colors per estimar el pH de cada solució i registrar el resultat de cada recipient amb una xifra decimal.
- Si el pH de la mostra és de 7,6 o major, repetir la prova tres vegades utilitzant **porpra de m-cresol** com a indicador i anotar els resultats amb un decimal.

Part B – Anàlisi i presentació dels resultats

Test	Indicador	Mostra d'aigua local	Tipus d'aigua de mostreig				
			A	B	C	D	E
1	Blau de bromotimol						
2							
3							
4	Porpra de m-cresol						
5							
6							
Mitjana							

- Decidir quin indicador ha donat la millor mesura del pH de la mostra.
- Calcular el resultat mitjà de la vostra mostra d'aigua utilitzant els resultats del millor indicador.
- Afegir el vostre resultat a la taula de resultats de la classe.
- Quan la taula de resultats de la classe estigui completa, calcular el resultat mitjà de la classe per a la mostra d'aigua local. Aquest és el número que haureu d'introduir a la base de dades del *Global Experiment*.

Notes del professor

La química parla de nosaltres i de tot allò que té a veure amb nosaltres. Explorar la química ens dona una visió profunda del nostre món que és sovint sorprenent i útil. Els àcids són un dels primers grups de substàncies que reconeixem per les seves propietats químiques, a la cuina i a la bugaderia, així com a la fàbrica i al laboratori.

L'activitat permetrà a la vostra classe explorar la idea de l'acidesa que s'aplica als nostres subministraments d'aigua utilitzant la mesura més freqüent, el pH. Els estudiants aprendran un mètode per mesurar el pH i la manera de comprovar la seva fiabilitat. Presentaran les dades a la base de dades del *Global Experiment* i podran comparar els seus resultats amb d'altres d'arreu del món.

Realitzar l'activitat «pH del planeta»

Les notes següents estan escrites per ajudar el professor a fer servir l'activitat «pH del planeta» a les seves classes. Les notes cobreixen els temes següents:

- Marc i propòsit de l'activitat.
- Resultats de l'aprenentatge.
 - Educació primària.
 - ESO.
 - Batxillerat i cicles formatius.
- Materials i equipament necessaris.
- Seguretat.
- Preparació abans de l'activitat.
- Antecedents sobre pH i acidesa.
- Activitats complementàries.



Marc i propòsit de l'activitat

Aquesta activitat ha estat escrita per ser inclosa com a part d'una unitat de treball relacionada amb l'aigua. No obstant això, el professorat la pot utilitzar només per proporcionar als seus alumnes l'oportunitat de contribuir a un experiment de ciència internacional.

L'activitat presenta diferents opcions i activitats complementàries perquè el professorat pugui escollir les parts que li interessin i adaptar l'activitat al temps de què disposi i a l'aprofundiment del coneixement sobre el tema de l'acidesa de l'aigua convenient per a la seva classe.

Resultats de l'aprenentatge

Processos científics:

- Mesurar l'acidesa i avaluar la qualitat de les dades.
- Interpretar les dades en termes del medi ambient i de la naturalesa de les aigües en qüestió.
- Fer preguntes científiques.
- Dur a terme investigacions científiques.

Conceptes químics:

- Els àcids i les bases.
- Les reaccions químiques dels àcids i les bases.
- El pH com una mesura de l'acidesa.

Primària – A les escoles de primària, l'activitat és una excel·lent oportunitat per als alumnes per recollir dades utilitzant un equipament senzill i desenvolupant l'habilitat de contrastar la coincidència de colors.

Els estudiants necessiten algun coneixement sobre els decimals i el procés de fer una mitjana per a la comprensió de la part analítica de l'activitat.

El tema de l'acidesa és un dels conceptes de la química més propers a les experiències que tenen els alumnes amb productes químics en els aliments i en altres productes de la llar.

Aquest és un bon exemple per distingir entre els processos físics i químics, i és una de les primeres experiències que els estudiants tenen amb la reactivitat química.

L'escala del pH és millor tractar-la com una mesura de l'acidesa sense fer referència a la seva base química.

No obstant això, és imprescindible tractar la naturalesa de l'escala, contrària a la intuïció (un pH més baix implica una major acidesa).

Pot ser útil el fet de fer èmfasi en l'exploració de l'escala relacionant els termes *neutre* amb un pH de 7, *àcid* amb la regió de l'escala de pH inferior a 7 i *bàsic* amb la regió per sobre de 7.

Els alumnes poden aprendre de manera útil que les aigües amb valors de pH per sobre o per sota de 7 poden ser perilloses i que el perill augmenta amb la distància respecte al valor de neutralitat.

ESO – Les explicacions poden incloure els ions d'hidrogen (H^+) o (H_3O^+) i les equacions químiques simples apropiades per a aquest nivell.

Batxillerat i cicles formatius – Les explicacions poden incloure els àcids forts i els àcids febles i l'equilibri químic. Es poden utilitzar mètodes alternatius per a la mesura del pH com pH-metres o sensors de pH, si es tenen a l'abast.

Materials i equipament necessaris

Mostres d'aigua: les mostres d'aigua es poden recollir en ampolles de plàstic (1,5 L és suficient). Si les mostres s'han d'utilitzar dies més tard, s'han de guardar en una nevera i deixar que arribin a la temperatura ambient abans de fer els experiments; també cal utilitzar-les immediatament després d'obrir l'ampolla.

La mostra d'aigua d'una font natural local, que s'indicarà a la base de dades del *Global Experiment*, pot procedir del mar, d'un riu, d'un llac o d'un estany gran. Intenteu trobar una font d'aigua que sigui d'un indret conegut perquè pugui ser identificada pels estudiants d'altres centres escolars amb la finalitat de poder establir comparacions. Cal recollir la mostra d'aigua en la data més propera possible a la classe en la qual es realitzaran els experiments.

Si heu decidit que els alumnes analitzin diverses mostres d'aigua local, podeu demanar que recullin ells mateixos les mostres i que les portin al centre escolar. Cal comprovar que es

disposa d'indicador universal per fer les mesures de pH en el cas que les mostres puguin tenir valors de pH fora del rang habitual de la majoria de les aigües naturals.

Indicadors: el blau de bromotimol es pot trobar fàcilment en botigues d'animals per fer proves de pH amb l'aigua dolça dels aquaris. El porpra de *m*-cresol s'utilitza per fer proves de pH en mostres marines.

Els professors de primària poden col·laborar amb les escoles de secundària locals si necessiten preparar els indicadors a partir de les mostres d'indicadors sòlids (en pols) que proporcionen els equips de proves.

Preparació de la solució de blau de bromotimol:

Dissoldre 0,1 g de blau de bromotimol en 16 mL de NaOH 0,01 M. Quan s'hagi dissolt, afegir a poc a poc 234 mL d'aigua (destil·lada, si és possible). Conservar a temperatura ambient.

Preparació de la solució de porpra de *m*-cresol:

Dissoldre 0,1 g de porpra de *m*-cresol en 26 mL de NaOH 0,01 M. Quan s'hagi dissolt, afegir a poc a poc 224 mL d'aigua (destil·lada, si és possible). Conservar a temperatura ambient.

Seguretat

Els materials utilitzats en aquesta activitat no són perillosos en la forma de les solucions diluïdes que suggereixen els procediments. No obstant això, els indicadors sòlids poden causar irritació, especialment si s'ingereixen. S'han de manipular amb cura en preparar les solucions dels indicadors i cal rentar-se les mans després.

Equip de proves

L'equip de proves inclou:

- Les mostres dels dos indicadors, 0,1 g de blau de bromotimol i 0,1 g de porpra de *m*-cresol, en sobres de plàstic.
- La carta de colors per a cada indicador.

Instruccions:

- Per fer l'experiment.
- Per a la preparació dels indicadors i l'ús de les cartes de colors.

Informació general – Acidesa i pH

El primer grup de substàncies amb les quals la gent aprèn alguna cosa sobre la reactivitat química sovint són els **àcids**. Molts àcids són productes per a la llar, com ara el vinagre, l'àcid clorhídric o l'àcid cítric. D'altres, com l'àcid sulfúric i el fòsfòric, s'usen industrialment i se'n fabriquen milions de tones cada any.

Els àcids reaccionen amb les **bases**, un grup una mica menys conegut però igualment important de substàncies que inclou l'amoniac, el bicarbonat de sodi (hidrogencarbonat de sodi) i la sosa càustica (hidròxid de sodi). Milers d'àcids i moltes de les bases han estat identificats; molts d'ells són d'origen natural i importants en els processos de la vida.

La majoria de les reaccions àcid-base més comunes es produeixen a l'**aigua**. Una de les propietats especials de l'aigua, però no l'única, és que pot reaccionar com un àcid i com una base. A causa d'aquesta propietat, i pel fet que l'aigua és una substància tan comuna i important, en general és molt pràctic utilitzar-la com a substància que diferencia els àcids de les bases. Així, l'aigua actua com una base amb els àcids i com un àcid amb les bases. Les mostres d'aigua pura i les solucions que tenen la mateixa acidesa que l'aigua pura es diu que són **neutres**. Les reaccions àcid-base s'anomenen a vegades **reaccions de neutralització**, tot i que el pH final no sigui sempre neutre.

àcid acètic + hidrogencarbonat de sodi → acetat de sodi + diòxid de carboni + aigua

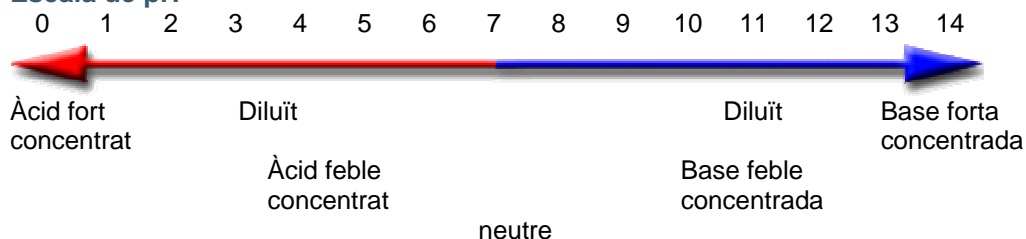
Algunes variacions d'aquestes reaccions àcid-base es produeixen a la cuina, en totes les cèl·lules del nostre cos i en molts dels processos naturals al camp.

Força àcida - El grau en què els àcids i les bases reaccionen amb l'aigua és una mesura de com són de **forts** l'àcid o la base. L'àcid clorhídric, un àcid fort comú, es troba a l'estómac i es ven a les drogueries. Reacciona amb l'aigua gairebé completament. Altres àcids, com l'àcid acètic, l'àcid que es troba en el vinagre, reaccionen només parcialment amb l'aigua i són àcids **febles**. Les bases poden ser igualment classificades com a febles o fortes.

La força d'una solució àcida, la seva acidesa, és una propietat útil de conèixer perquè és un indicador important de com podria reaccionar químicament. Per exemple, l'àcid clorhídric concentrat és útil per a la neteja del ciment d'obra, però l'àcid acètic concentrat és molt menys eficaç. Diluint l'àcid es redueix l'acidesa d'una solució àcida, per això l'addició d'aigua sol ser una manera útil de reduir el risc d'àcid o de base en els vessaments.

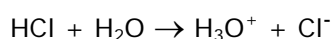
Escala de pH - S'utilitza per mesurar l'acidesa de les solucions. El pH de les solucions més comunes es troba entre 0 i 14. Valors més baixos de pH impliquen una major acidesa.

Escala de pH



Els àcids forts tenen el pH més baix i poden tenir valors de pH negatius en el cas dels àcids forts concentrats, com l'àcid sulfúric. Les bases fortes tenen valors més alts: poden ser més grans que 14. L'aigua pura, d'altra banda, és neutra i té un pH al voltant de 7, tot depenent de la temperatura.

La utilitat de l'escala de pH ve d'allò que és el que es mesura realment. La mesura és el grau d'extensió de la reacció de l'àcid amb l'aigua. Per exemple, en el cas de l'àcid clorhídric:



És comú referir-se als àcids en termes de concentració d'ions hidrogen, H^+ , en lloc d'ions H_3O^+ . Això té el seu origen en la conveniència i la tradició, i com que els ions d'hidrogen no existeixen en solucions d'aigua, els termes s'utilitzen indistintament.

Ions oxoni- Els productes de la reacció anterior són **ions** (partícules amb càrrega elèctrica) i l'ió H_3O^+ (ió oxoni) és el responsable de les propietats àcides.

Una de les raons per les quals els àcids constitueixen una categoria tan útil de substàncies és perquè tots els àcids comuns formen ions H_3O^+ en reaccionar amb l'aigua i, per tant, els àcids tenen una sèrie de propietats comunes.

En el cas de l'àcid clorhídric, la ionització és essencialment completa en aigua; l'àcid clorhídric s'anomena **àcid fort**. Per a l'àcid acètic, es forma molt menys H_3O^+ i la majoria de les molècules d'àcid acètic són en forma no ionitzada.

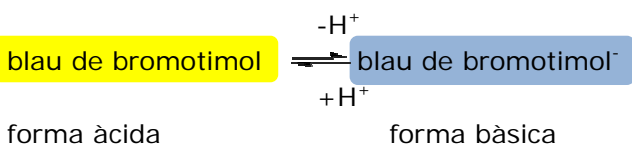
La mesura del pH consisteix a determinar la concentració de H_3O^+ . El rang de valors és gran, per la qual cosa s'utilitza una escala logarítmica:

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}_3\text{O}^+]$$

Això significa que la concentració de H_3O^+ en un pH de 8,5 és la mil·lèsima part de la concentració en un pH de 5,5 (una variació de valors freqüent en el cas de les mostres d'aigua natural).

Mesurament del pH - Les dues maneres més comunes per mesurar el pH impliquen l'ús d'**indicadors** o de **pH-metres**.

Els **indicadors** són àcids febles que canvien de color quan experimenten una reacció àcid-base i (formalment) perden el H^+ . Les reaccions solen ser reversibles i, per tant, l'indicador té dues formes moleculars: l'àcid i la base.

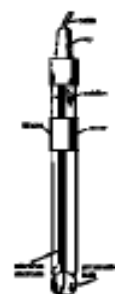


El canvi de color en els indicadors, en general, té lloc en un canvi de 10 vegades en la concentració de H_3O^+ i, per tant, cobreix un canvi en el pH d'una unitat.

Les solucions indicadores que cobreixen rangs de pH més amplis, com l'indicador universal, són les mesclades de diversos d'indicadors.

pH-metres - Funcionen mesurant el potencial d'un elèctrode de vidre sensible al pH. Les membranes de vidre es poden fer malbé i han de ser emmagatzemades i manipulades acuradament per tal que durin uns 2 anys (o potser més).

Els elèctrodes canvien amb el pas del temps i, per tant, els pH-metres s'han de calibrar amb regularitat. Això es fa mitjançant solucions **tampó** de pH conegut. Les solucions tampó són, en general, mesclades de les formes àcida i bàsica d'un àcid feble. Les solucions tampó es preparen, en general, a partir de protocols, o bé es poden comprar en forma de pastilles o en forma líquida.



Interpretació dels valors de pH

Els valors de pH obtinguts en l'activitat s'han d'interpretar amb precaució, perquè hi ha una variabilitat natural a causa dels diferents nivells de llum, de les temperatures i de les eines emprades en les diverses tècniques de mesura. En el cas de les fonts d'aigua dolça, la variabilitat natural és bastant gran, normalment, entre 6,5 i 8,0. Les aigües marines, en general, són solucions tampó i tenen un rang de variabilitat menor en els valors del pH, entre 8,1 i 8,4.

Els canvis de temperatura provoquen canvis en el pH de les solucions mostra i dels sensors de pH. Malgrat això, totes aquestes variacions són petites, si la temperatura es manté propera als 20-25 °C, però cal esperar una variació més gran a temperatures més extremes.

Per a les aigües naturals, el pH també canvia durant el dia a causa de la matèria viva de l'aigua. La respiració dels organismes produeix diòxid de carboni, que redueix el pH de la mostra. Durant el dia, el pH augmenta perquè els organismes fotosintètics redueixen els nivells de diòxid de carboni.

La geologia de la zona també pot afectar el pH de les aigües locals. La presència de pedra calcària pot elevar el pH considerablement. En el cas dels oceans, la pedra calcària i altres fonts de carbonat de calci contribueixen al fet que el pH marí sigui normalment de 8,3, però el diòxid de carboni addicional a l'atmosfera, a causa del canvi climàtic, es dissol en part a l'oceà i disminueix el pH (en quantitats molt petites).

Activitats addicionals

Les activitats següents ofereixen als estudiants l'oportunitat d'adquirir un coneixement més profund en la comprensió dels conceptes d'*acidesa* i *pH*.

- El canvi de pH - Experiments en formats diversos que posen de manifest la variació del pH. Per exemple, bufar amb una canya de beguda dins de mostres d'aigua.
- pH a la vida quotidiana – Mesura del pH en els líquids quotidians que hi ha a casa i en diferents mostres de sòl.
- Indicadors naturals - Exploració d'indicadors casolans, com el suc de col llombarda.
- Variació en el pH - Mesura de la variació natural del pH de l'aigua durant els esdeveniments regulars (24 hores) i després de la pluja, etc.
- Altres activitats.

Full de resultats de classe

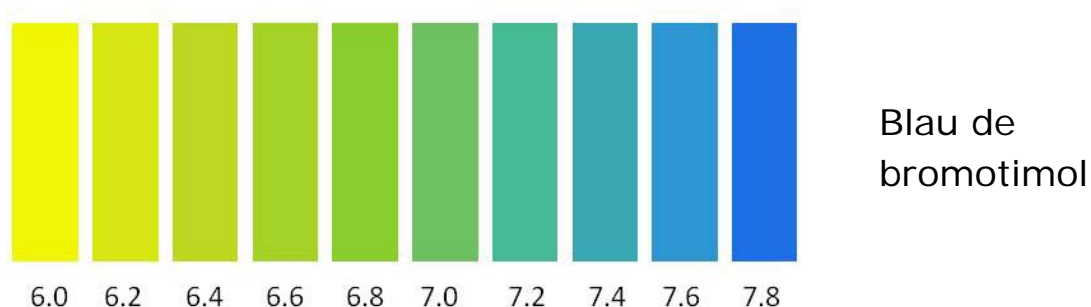
- Registreu en aquesta taula els valors mitjans de pH obtinguts pels alumnes per al recurs o font d'aigua local i per a altres mostres d'aigua, si s'han dut a terme (o bé si s'han analitzat) (vegeu les notes del professor).

(Aquest conjunt de dades es va obtenir utilitzant el mètode anterior en una classe de 25 estudiants d'11 anys treballant en parelles.)

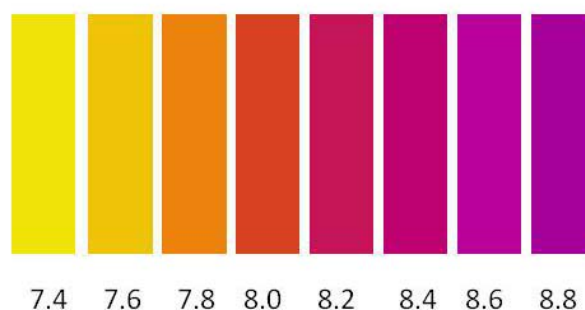
Grup	Tipus de mostres d'aigua					
	Mostra local: Llac	A Aigua de l'aixeta	B Peixera	C Mar	D	E
1	6,7	8,0	6,6	8,1		
2	6,9	7,9	6,5	8,0		
3	6,5	8,0	6,6	8,1		
4	6,7	8,0	6,7	8,2		
5	6,7	8,4	6,4	8,0		
6	6,9	8,1	6,3	8,0		
7	6,8	7,7	6,3	8,4		
8	6,8	8,0	6,5	8,1		
9	6,8	8,1	6,7	8,4		
10	6,7	8,1	6,7	8,3		
11	6,8	8,2	6,5	8,3		
12	6,6	7,8	6,6	8,1		
13	6,6	7,8	6,4	8,1		
14						
15						
Mitjana	6,7	8,0	6,5	8,2		

- Font d'aigua local: _____ (per exemple, el riu Ter, davant de l'institut)
- Tipus d'aigua: _____ (fresca, salada, estuaris, marina, etc.)
- Data de mostreig: _____ (14/02/2011)
- Temperatura: _____ (temperatura mentre es mesura el pH)
- Nombre d'estudiants que hi participen: _____

Carta de colors dels indicadors



Porpra de m-cresol



Taula RGB de colors dels indicadors

pH	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8
Blau de bromotimol	241 231 19	216 231 19	189 215 35	165 210 38	137 206 44	108 192 95	70 185 149	57 166 180	44 150 210	30 110 230					
Porpre de m-cresol								240 227 7	239 195 7	237 130 13	215 66 35	198 20 88	189 1 113	186 2 154	166 2 154