

Els misteris dels productes de neteja

The mysteries of cleaning products

Marta Segura i Josep M. Valls / Escola Pia Nostra Senyora



resum

Embrutar i netejar són dos fenòmens quotidians. Explicar-los, però, no és feina fàcil. En aquest treball experimental es proposa als alumnes el fet d'investigar d'una manera qualitativa i mitjançant reaccions senzilles els principals responsables de l'acció netejadora d'alguns dels productes de neteja més coneguts i fins i tot més televisius.

paraules clau

Tensioactiu, emulsió, saponificació, decoloració, complexació, desinfectant, oxigen actiu, pH.

abstract

Washing and dirtying are two daily phenomena. Explaining them is not an easy task. In these laboratory practices, students are encouraged to investigate the main cleaning products in a qualitative way and by using simple chemical reactions.

keywords

Tensioactive, emulsion, saponification, bleach, complexation, disinfectant, active oxygen, pH.

Introducció

El fet d'anar nets, de menjar amb coberts i amb plats nets, de portar roba neta, de tenir una casa sense brutícia, de nedar a la piscina i poder usar els lavabos públics amb totes les garanties d'higiene, etc., és una exigència a més d'una necessitat de la societat moderna.

El fet d'intentar explicar com funciona un producte de neteja no és una tasca fàcil. La primera dificultat la trobem, ja d'entrada, quan consultem l'etiqueta, en la qual els fabricants donen una lleugera informació de quines substàncies hi ha en aquella ampolla de disseny molts cops surrealista.

Els productes de neteja no deixen de ser productes químics que duen a terme una funció determinada per a cada tipus de brutícia (fig. 1). Quan un sol producte pot netejar més d'una superfície, aleshores l'assumpte es complica, ja que vol dir que en una sola ampolla tenim moltes substàncies diferents que fan funcions diferents.



Figura 1. Els productes de neteja són productes químics dins un altre tipus d'envàs.

Què ens embruta?

Per netejar abans cal embrutar; això és evident. L'origen de la brutícia pot ser molt variat, però intentarem agrupar-lo en diferents tipus:

1) Les taques de greix: quan suem o bé estem en contacte amb aliments, podem tacar-nos amb substàncies greixoses d'origens diferents. L'aigua sola no pot netejar la taca, ja que els greixos i l'aigua són substàncies immiscibles. Necessitem, doncs, l'ajuda de tensioactius que facin de pont entre l'aigua i el greix.

2) Les taques acolorides: quan manipulem substàncies, aliments o altres productes que tenen colors vius i ens taquem, el problema s'agreuja molt. L'eliminació d'aquestes taques requereix de mètodes dràstics que poden arribar a l'extrem de la decoloració de la taca. Però què passa si la roba també té color? Com podem eliminar una taca i no destruir els colors de la roba?

3) Les taques produïdes per la calç de l'aigua: aquestes taques, que sovint ens molesten, les trobem molt antiestètiques. No són

res més que restes de sabó o de les sals minerals presents a l'aigua. Algunes d'aquestes sals són solubles, però n'hi ha d'altres que no. És el cas del carbonat de calci i del carbonat de magnesi. Aquestes espècies químiques són el que nosaltres anomenem en la vida quotidiana *calç*.

4) Els microorganismes que poden ser causa de malalties: necessitem productes que matin aquests microorganismes. Això s'anomena *desinfecció*. Els productes per dur a terme aquesta funció han de ser inofensius per a l'home.

Un agent netejador per a cada cosa que ens embruta

Les taques de greix i l'acció tensioactiva

Per tal d'eliminar el greix d'una superfície o del cos ens calen unes substàncies que facin de pont entre dos líquids que no es dissolen entre ells: l'aigua i els olis.

Aquestes substàncies que tenen el poder de desengreixar són els *tensioactius*.

Els tensioactius són molècules amb unes característiques molt curioses: la seva estructura es pot dividir en dues parts. La cua, que és la part allargada, està formada per àtoms de carboni enllaçats entre si i és la part hidròfoba. És la part soluble en els greixos i que rebutja l'aigua (fig. 2).

En canvi, el cap és la part hidròfila, és a dir, és soluble en l'aigua i rebutja el greix. Aquesta part està formada per un grup d'àtoms que poden tenir càrrega negativa, positiva o neutra. En funció de com és la càrrega del cap, els tensioactius es classifiquen en tensioactius catiónics, aniònics o no iònics.

Les funcions principals d'un tensioactiu són *rebaixar la tensió superficial* de l'aigua i *crear emulsions* entre els greixos i l'aigua. Com que disminueixen la tensió superficial de l'aigua, les gotes s'aixafen més i aquest fet millora el procés de neteja de la superfície bruta.

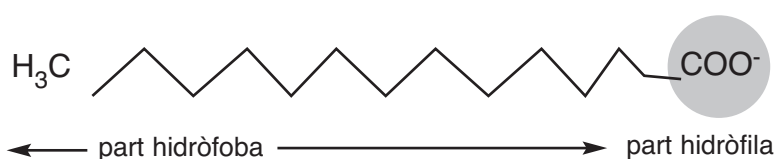


Figura 2. Estructura general d'un tensioactiu.



Roba amb taques acolorides.

experiència de laboratori

1. Com eliminem les taques de greix?

Material i productes

- Tubs d'assaig
- Flascó d'aigua desionitzada
- Espàtula
- Acetona (dissolvent orgànic)
- Laurilsulfat de sodi
- Oli d'oliva
- Dissolvent de pintures (aiguarràs)
- Detergent comercial en pols



Productes per eliminar taques greixoses.

Procediment experimental

Preparem tres tubs d'assaig amb un dit d'aigua desionitzada, un dit d'acetona i un dit d'aigua desionitzada i una punta d'espàtula de laurilsulfat de sodi (tensioactiu).

Afegim a cada tub una gota d'oli d'oliva. Agitem bé els tres tubs i observem què passa.

A continuació, repetim l'experiència utilitzant dos productes de neteja de la vida quotidiana. Per fer-ho, prenem un quart tub i hi posem un dit de dissolvent de pintures i, en un cinquè tub, aigua i una punta d'espàtula de detergent de roba en pols.

Un cop feta l'experiència 1, podem veure com l'aigua pura no és capaç de dissoldre un greix com l'oli d'oliva i, en canvi, els dissolvents orgànics com l'acetona o el dissolvent de pintures sí que el dissolen.

Si dins l'aigua hi ha un tensioactiu, el greix és capaç de quedar dispers en l'aigua formant una emulsió temporal i, de fet, ens semblarà que s'ha dissolt.

El detergent de roba conté un tensioactiu, de manera que el greix ha quedat emulsionat.

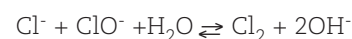
Les taques acolorides

La major part dels colorants venen de pigments orgànics. Aquests poden ser transformats per accions d'oxidació química en formes que no tenen color.

Dos dels oxidants més efectius per a aquesta acció es coneixen des de fa molt de temps: l'hipoclorit de sodi (NaClO) i l'hipoclorit de calci ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$).

El lleixiu conté hipoclorit de sodi i avui dia encara és molt usat. L'acció de l'hipoclorit és molt forta en un gran nombre de colorants i, malgrat que és molt bona per treure taques, té un inconvenient, i és que també decolora la roba de color.

Però el lleixiu no porta només hipoclorit. Aquest producte de la vida quotidiana conté ions hipoclorit i diclor en medi bàsic, en equilibri.



El lleixiu conté agents desinfectants i destructors de greixos, tal com veurem més endavant.

Actualment existeixen altres substàncies que treuen les taques de color i que no alteren el color de la roba. Són oxidants basats en el mateix oxigen. Un oxidant suficient per alterar el color de moltes taques sense alterar el color dels teixits.

experiència de laboratori

2. Decolorem més o menys

Material i productes

- Tubs d'assaig
- Flascó d'aigua desionitzada
- Espàtula
- Colorant alimentari verd
- Solució a l'1 % de verd malaquita oxalat
- Solució d'hipoclorit de sodi $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
- Lleixiu comercial



Productes decolorants.



Acció dels decolorants.

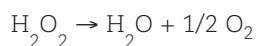
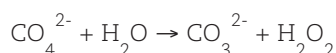
Procediment experimental

Preparem dos tubs d'assaig amb un dit d'aigua desionitzada. En el primer tub, hi posem una gota de colorant alimentari verd; en el segon, cinc gotes de la solució verd malaquita oxalat.

Afegim a cada tub cinc gotes de la solució d'hipoclorit de sodi i observem què passa.

Repetim el procediment anterior, però ara canviant l'hipoclorit de sodi per cinc gotes de lleixiu. Agitem bé tots els tubs i observem què passa.

Productes de les marques Kalia o Neutrex porten percarbonats (CO_4^{2-}) o perborats (BO_3^-), capaços de generar oxigen.



Aquests productes són molt menys agressius que el lleixiu, però en alguns casos són menys efectius. No treuen el color de les taques molt resistents.

Les reaccions químiques que tenen lloc en aquests processos són reaccions de transferència d'electrons, anomenades *reaccions redox*. Els protagonistes són l'hipoclorit (de sodi), el diclor, els percarbonats, l'aigua oxigenada i el dioxigen.

En l'experiència 2, l'hipoclorit de sodi és capaç de decolorar el colorant verd malaquita mentre el colorant alimentari queda inalterat. Quan repetim l'experiència amb el lleixiu, podem veure com el colorant verd malaquita perd el color molt ràpidament mentre el colorant verd alimentari va perdent el color d'una manera gradual. Passats uns minuts, també perdrà tot el color. Mentre el colorant alimentari no es decolora amb l'hipoclorit, el verd malaquita no resisteix l'acció de cap decolorant.

El lleixiu i l'hipoclorit de sodi decoloren els colorants més sensibles; en canvi, els més resistents necessiten l'acció del diclor present en el lleixiu per arribar-se a decolorar.

En l'experiència 3, tant en el cas d'haver afegit el perborat de sodi del flascó de laboratori com en el d'haver afegit el Neutrex sòlid, a mesura que agitem, podem veure com el vi rosat va perdent color mentre el violeta cristall queda inalterat.

El Neutrex porta percarbonat de sodi, que, de la mateixa mane-

experiència de laboratori

3. Decoloracions amb oxigen actiu

Material i productes

- Tubs d'assaig
- Flascó d'aigua desionitzada
- Espàtula
- Vi rosat comercial
- Solució a l'1 % de violeta cristall
- Perborat de sodi sòlid
- Neutrex sòlid o Trior



Productes generadors d'oxigen.

Procediment experimental

Preparem quatre tubs d'assaig: en els dos primers introduïm un dit d'aigua desionitzada i una gota de solució a l'1 % de violeta cristall, en els altres dos introduïm un dit de vi rosat.

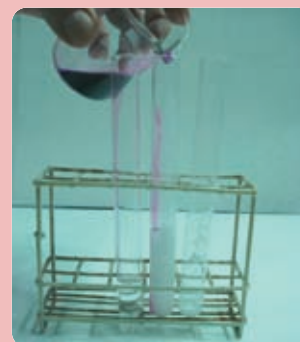
En el primer tub i en el tercer, afegim una punta d'espàtula de perborat de sodi sòlid. Fem el mateix però afegint el Neutrex sòlid en els tubs dos i quatre.

experiència de laboratori

4. L'oxigen es manifesta

Material i productes

- Tubs d'assaig
- Flascó d'aigua desionitzada
- Espàtula
- Aigua oxigenada al 3 %
- Perborat de sodi sòlid
- Neutrex sòlid o Trior
- Solució de permanganat de potassi $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ en medi àcid



Reacció del permanganat amb l'aigua oxigenada, el perborat de sodi i el Neutrex sòlid.

Procediment experimental

Preparem tres tubs d'assaig amb un dit de dissolució de permanganat de potassi en medi àcid. En el primer tub afegim cinc gotes d'aigua oxigenada al 3 %; en el segon tub afegim una punta d'espàtula de perborat de sodi i, en el tercer, una punta d'espàtula de Neutrex sòlid, respectivament.

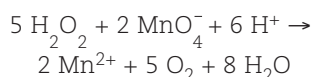
ra que el perborat, genera oxigen. El Trior porta perborat de sodi.

Els percarbonats i perborats alliberen peròxid d'hidrogen quan es dissolen en aigua, i aquest es descompon alliberant oxigen.

L'oxigen alliberat actua com a decolorant sobre els colorants d'origen natural. En comparació amb el lleixiu, l'oxigen té un menor poder decolorant, però ens és molt vàlid per treure el color de les taques dels teixits tenyits.

En l'experiència 4 podem observar com les tres substàncies reaccionen amb el permanganat, que és de color lila, transformant-lo en ions manganès (II) i generant oxigen. Mitjançant aquesta senzilla reacció redox, veiem com l'oxigen es manifesta. Per aquest motiu aquests productes reben el nom d'oxigen «actiu».

Els productes que generen oxigen «actiu» són l'aigua oxigenada, el perborat de sodi i el percarbonat de sodi. El Neutrex experimenta la mateixa reacció, ja que porta una d'aquestes substàncies en la seva formulació.



experiència de laboratori

5. Un producte doble

Material i productes

- Tubs d'assaig
- Flascó d'aigua desionitzada
- Espàtula
- Carbonat de sodi
- Indicador universal de pH
- Aigua oxigenada al 3 %
- Solució de permanganat de potassi 0,1 mol.dm⁻³ en medi àcid
- Neutrex líquid bicomponent



El Neutrex líquid, un producte doble.

Procediment experimental

En un tub d'assaig introduïm un dit d'aigua desionitzada i una punta d'espàtula de carbonat de sodi. Seguidament, hi afegim unes gotes d'indicador universal de pH.

Repetim l'experiència, però utilitzant el component incolor del producte comercial Neutrex líquid.

En un tercer tub introduïm un dit de la solució de permanganat de potassi en medi àcid i afegim cinc gotes d'aigua oxigenada al 3 %.

Finalment, repetim l'experiència utilitzant el component blau del producte comercial Neutrex.

En l'experiència 5, en el tub que contenia carbonat de sodi, podem observar el color de la solució que indica que tenim un pH força bàsic. En el cas del tub d'assaig amb el Neutrex, observem que el pH també és força bàsic.

El carbonat de sodi desincrusta els greixos a causa de la seva elevada basicitat.

En el tercer tub on s'havia introduït la solució de permanganat de potassi, observem com el permanganat es decolora i s'allibera oxigen.

Quan el permanganat es decolora, apareixen oxigen i escuma.

El component blau del Neutrex porta el generador d'oxigen actiu i un tensioactiu, per això apareix l'escuma.

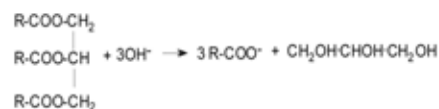
El Neutrex líquid porta dos components. L'un actua de desincrustant i l'altre, de decolorant lleu. Actuen junts en el moment de rentar la roba, de manera que és un producte doble que intenta potenciar la seva eficàcia.

Els desincrustadors de greixos

Inicialment, hem vist com els greixos es podien «dissoldre» amb els tensioactius formant emulsions. Es tracta d'un procés més aviat físic. Però hi ha alguna manera «química» d'actuar contra un greix? És a dir, es pot destruir un greix?

Per respondre a aquestes preguntes, cal entrar dins el món de la química orgànica i veure que un greix és un èster que ve d'un àcid orgànic de cadena llarga i d'un alcohol com el glicerol.

La reacció de saponificació es produeix quan fem reaccionar el greix (èster) amb un hidròxid alcalí, com el de sodi o el de potassi, i s'obtenen la sal de l'àcid orgànic corresponent i glicerol.



Si a un producte de neteja a base de tensioactius li afegim hidròxid de sodi o bé amoníac (que genera ions hidròxid), podem obtenir un netejador eficaç, ja que no només emulsiona els greixos, sinó que també els desincrusta saponificant-los.

Aquest producte es pot utilitzar com a netejador de terres o com a desincrustador de greixos en forns i cuines.

Aquests productes de neteja cal manipular-los amb compte, ja que són corrosius.

Els productes anticalç

Tal com hem dit abans, la «calç» és una mescla de carbonats de calci i de magnesi insoluble en aigua que s'incrusta en superfícies o objectes. Aquests objectes amb calç poden perdre la brillantor o bé oxidar-se, com les peces d'una rentadora o d'un rentavaixelles, per exemple.

Aquí ens cal una substància que pugui dissoldre els carbonats de calci i de magnesi, que són insolubles en aigua. L'única manera de

fer-ho és mitjançant una reacció química anomenada *complexació*, en la qual els ions calci i magnesi queden envoltats d'unes substàncies orgàniques que els fan solubles en aigua malgrat la presència de l'ió carbonat.

La substància complexant més usada s'anomena EDTA, àcid etilendiaminotetraacètic (fig. 3). Molts productes anticalcaris porten aquesta substància incorporada.

Si en l'aigua de rentar hi ha una concentració elevada d'ions calci i magnesi, diem que l'aigua és dura, i això fa que alguns productes comencin a originar problemes. Els tensioactius aniònics, per exemple, precipiten en presència d'aquestes sals i aleshores la brutícia no es pot emulsionar. Si afegim un anticalç a l'aigua, eliminarem aquests ions i necessitarem menys tensioactiu per netejar.

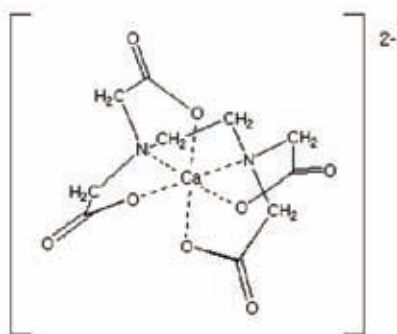


Figura 3. L'EDTA és l'àcid etilendiaminotetraacètic.

Existeixen altres anticalcaris, com és el cas de l'amoniac o d'algunes sals com els fosfats. L'amoniac s'afegeix a productes per netejar superfícies i el fosfats els trobem en un dels components dels detergents de roba.

Però hi ha una altra manera d'eliminar la calç: és un mètode més agressiu i l'usem quan la calç ja s'ha dipositat en una superfície com les aixetes o les piques. Productes com el Viakal no l'eliminen per complexació, sinó per descomposició dels ions carbonat.

Aquests productes són molt àcids i els carbonats en medi àcid es descomponen donant lloc a diòxid de carboni i sals de calci i de magnesi solubles.



experiència de laboratori

6. Segrestant la calç

Material i productes

- Tubs d'assaig
- Flascó d'aigua desionitzada
- Espàtula
- Indicador negre d'Eriocrom T
- Producte anticalç comercial: Calgon
- EDTA sòlid



La formació de complexos és una manera d'eliminar la calç.



El Calgon i l'EDTA actuen segrestant aquests ions i disminuint la duresa de l'aigua.

Procediment experimental

Preparem tres tubs d'assaig: un amb aigua desionitzada i dos amb aigua de l'aixeta. En cada tub afegim una gota d'indicador negre d'Eriocrom T.

En el segon tub afegim una punta d'espàtula d'EDTA i en el tercer tub, una punta d'espàtula de Calgon. Agitem els tubs i observem què passa.

En l'experiència 6, després d'afegir als tubs el negre d'Eriocrom T, si apareix una coloració blava, vol dir que no hi ha ions calci ni magnesi. El color vermellós de la solució indica la presència d'ions calci i magnesi.

L'aigua porta, en major o menor quantitat, carbonats de calci i de magnesi, insolubles, que, a la llarga, s'incrusten sobre roba, objectes i màquines.

Una manera de destruir aquesta calç és «segrestant» els ions calci i magnesi mitjançant una reacció química de complexació.

Els desinfectants

Els desinfectants, en principi, són oxidants que actuen sobre bacteris i virus i que els destrueixen. Hi ha productes de neteja que ja ho són de per si. El lleixiu ja és un desinfectant, ja que porta diclor. Els productes a base de percarbonats, perborats i aigua oxigenada (generadors de dioxigen) també són molt bons desinfectants, malgrat que el diclor és millor que el dioxigen.

Molts dels productes de neteja dels terres porten algun desinfectant. Un altre desinfectant amb el qual s'ha d'anar amb molt de compte és l'àcid clorhídric. Un producte de neteja que en conté és el sulfumant. És un desinfectant potent, especialment de vàters i sanitaris. És important no barrejar mai lleixiu i sulfumant. La mescla provoca una reacció química que produeix una gran quantitat de diclor, molt tòxic.

Però existeixen desinfectants més moderns que, a la vegada, tenen una acció tensioactiva. Es tracta dels tensioactius catiònics. Aquests són derivats de sals d'amoni quaternàries. Els trobem en els sabons desinfectants i en alguns medicaments. Els sabons per desinfectar les mans abans i després de les operacions quirúrgiques en porten. Són el clorur i el bromur de benzalconi (fig. 4).

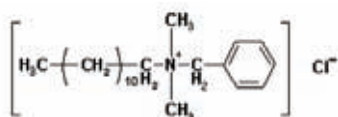


Figura 4. El clorur de benzalconi és un tensioactiu catiònic.

Cada cop més s'utilitzen en l'acció desinfectant de ferides, ja que renten (tensioactiu) i desinfecten (neteja total) sense fer mal i sense malmetre la pell.



experiència de laboratori

7. Desinfecció total

Material i productes

- Tubs d'assaig
- Flascó d'aigua desionitzada
- Espàtula
- Clorur de benzalconi sòlid pur
- Solució comercial Armil
- Desinfectant de ferides comercial



Productes desinfectants comercials.

Procediment experimental

Preparem tres tubs d'assaig amb un dit d'aigua desionitzada i afegim al primer tub una punta d'espàtula de clorur de benzalconi pur. En el segon tub, hi afegim unes gotes d'Armil i en el tercer tub, una mica de desinfectant de ferides. Agitem els tres tubs i observem què passa. Després, afegim a tots tres tubs una gota d'indicador universal de pH i n'observem el color.

En l'experiència 7, després d'agitar els tres tubs es pot observar que en els tres es forma escuma. Després d'afegir l'indicador universal, s'observa que la solució és torna de color vermellós, la qual cosa indica la presència d'un àcid.

Els anomenats *tensioactius catiònics* tenen una doble propietat: són detergents i desinfectants a la vegada. El més important és el clorur de benzalconi, que es troba en sabons-desinfectants utilitzats en cirurgia i per a cures de ferides, alhora que en sabons per a la higiene íntima.

El clorur de benzalconi és una sal d'amoni quaternària i, per tant, presenta hidròlisi àcida; això explica que, dissolt en aigua, presenti un pH tan àcid.

Conclusió

Mitjançant productes de la vida quotidiana i amb els coneixements de química que es poden assolir durant el batxillerat, podem arribar a explicar una mica com funcionen alguns dels productes de neteja més habituals.

El fet de fer veure als nostres alumnes que la química que estudien explica el món que els envolta fa aquestes experiències molt interessants; quan s'han posat en pràctica amb nois i noies de 16 a 18 anys, han tingut molt d'èxit.

El fet de presentar les reaccions de precipitació, àcid base, redox i fins i tot reaccions de complexació a través dels productes de neteja, creiem que és original i molt motivador per als alumnes, ja que entren en el món de les reaccions químiques a partir de substàncies que més d'un cop han tingut a les mans.

Bibliografia

ARNOLD, N.; SAULLES, T. de (1997). *La chimie à fond les éprouvettes*. Londres: Scholastic Ltd.

ATKINS, P. (2005). *Le parfum de la fraise. Mystérieuses molécules*. París: Dunod.

BURRIEL, F. (1952). *Química analítica cualitativa*. Madrid: Paraninfo.

CROUZET-DEPROST, D.; DÉPRÉS-HOMO, K.; SADOU, S. (1996). *Chimie dans la maison*. Nantes: Cultures et Techniques.

LE PERCHEC, P. (1994). *Les molécules de la beauté, de l'hygiène et de la protection: Une introduction à la science cosmétologique*. París: Éditions du CNRS. (Suivre la Science)

PIERENS, E.; PIERENS, P. (1993). *Protocoles expérimentaux*. Saint-Quentin: Centre Régional de Documentation Pédagogique de Picardie.



Marta Segura i Fàbregas

és professora de física i química de l'Escola Pia Nostra Senyora.

Llicenciada en ciències químiques per la Universitat de Barcelona, ha impartit nombrosos cursos de formació del professorat i ha escrit alguns articles sobre treballs pràctics de química i física en diverses publicacions.

A. e. marta.segura@escolapia.cat.



Josep M. Valls i Casanovas

és professor recentment jubilat de física i química de l'Escola Pia Nostra

Senyora. Llicenciat en ciències químiques per la Universitat de Barcelona, ha impartit nombrosos cursos de formació del professorat i ha escrit alguns articles sobre treballs pràctics de química i física en diverses publicacions.

A. e. josepmaria.valls@escolapia.cat.