



# LA QUÍMICA DIÀRIA

*Reaccions quotidianes i fàrmacs*



---

Estivi  
Curs 2016/17

---



**"Un científic al seu laboratori no és només un tècnic: també és un nen col·locat davant fenòmens naturals que l'impressionen com un conte de fades."**

**MARIE CURIE**



En primer lloc vull agrair especialment a la meva tutora, el seguiment del treball, el suport, els consells i els ànims que m'ha donat perquè tot sortís de la millor manera.

Agraeixo la col·laboració a les meves companyes i company de classe: Carlota Aran, Ariadna Julian, Maria Cervelló i Noé Montaña, per ajudar-me en l'elaboració de l'experiment sobre la química de la neteja, el sabó.

Dono gràcies també a Joan Miquel Jordà, pel seu ajut en el disseny de l'experiment de la síntesis de l'aspirina.

Per últim m'agradaria destacar l'interès i la predisposició a ajudar de la meva família i el Roger.



## Index de continguts

1. Introducció .....	8
2. Objectius .....	10
3. Antecedents .....	11
3.1. Què és la química i per què és important? .....	11
3.2. La química i les seves branques .....	11
3.3. Història de la química .....	14
3.3.1. Primers avanços: la prehistòria .....	14
3.3.2. Antiguitat.....	15
3.3.3. Període grec.....	16
3.3.4. Alquímia.....	17
3.3.5. La química com a ciència .....	18
3.3.6. Iatroquímica.....	18
3.3.7. Flogist.....	18
3.3.8. El vitalisme i el començament de la química orgànica.....	19
3.3.9. La revolució de la química moderna .....	19
3.3.10. La taula periòdica .....	19
3.3.11. Desenvolupament de la teoria atòmica.....	21
3.4. Aplicacions de la química .....	22
3.5. Compostos químics comuns.....	24
3.6. Materials modernitzats.....	26
3.7. La clau de l'experimentació: el mètode científic.....	27
4. Part experimental .....	28
4.1. Experiment 1: La química de la neteja .....	29
4.1.1. Introducció .....	29
4.1.2. Fonament teòric .....	29
4.1.2.1. Què és un sabó? .....	29
4.1.2.2. Els àcids grassos .....	29
4.1.2.3. Propietats químiques dels àcids grassos.....	30
4.1.2.4. Propietats físiques dels àcids grassos .....	31
4.1.2.5. Com actua un sabó? .....	32
4.1.3. Materials i ingredients (per a cada tipus de sabó).....	34
4.1.4. Procediment .....	34
4.1.4.1. Sabó en pastilla .....	34



4.1.4.2. Sabó en mousse .....	35
4.1.5. Resultats .....	35
4.1.6. Conclusions .....	36
4.2. Experiment 2: Síntesis d'aspirina .....	37
4.2.1. Introducció .....	37
4.2.2. Fonament teòric .....	37
4.2.2.1. Què és l'Aspirina i per a què s'utilitza? .....	37
4.2.2.2. Mecanisme d'acció .....	38
4.2.2.3. Farmacocinètica .....	38
4.2.2.4. Contradiccions .....	39
4.2.2.5. Reacció per fabricar aspirina .....	39
4.2.3. Materials, productes, components i equips .....	40
4.2.4. Precaucions .....	40
4.2.5. Procediment .....	40
4.2.6. Resultats .....	41
4.3. Experiment 3: Estudi del pH dels medicaments .....	42
4.3.1. Introducció .....	43
4.3.2. Fonament teòric .....	43
4.3.2.1. Els medicaments. Que són? .....	43
4.3.2.2. Composició dels medicaments .....	44
4.3.2.3. Tipus de medicaments .....	45
4.3.2.4. L'aparell digestiu .....	45
4.3.2.5. De què està format l'aparell digestiu? .....	46
4.3.2.6. El pH de les secrecions .....	47
4.3.2.7. L'absorció dels fàrmacs al nostre organisme .....	48
4.3.2.7.1. Transport per les membranes cel·lulars .....	49
4.3.2.7.2. Difusió passiva .....	49
4.3.2.7.3. Difusió facilitada .....	50
4.3.2.7.4. Transport actiu .....	51
4.3.2.7.5. Pinocitosi .....	51
4.3.2.8. Administració .....	51
4.3.2.8.1. Administració oral .....	51
4.3.2.8.2. Administració sublingual .....	53





4.3.2.8.3. Administració transdèrmica .....	53
4.3.2.8.4. Administració rectal .....	54
4.3.2.8.5. Administració per inhal·lació .....	54
4.3.2.8.6. Administració parenteral.....	54
4.3.2.9. Biodisponibilitat.....	55
4.3.2.9.1. Causes de baixa biodisponibilitat.....	55
4.3.2.9.2. pH dels fluids gastrointestinals.....	56
4.3.2.10. Distribució .....	57
4.3.2.10.1. Volum aparent de distribució.....	57
4.3.2.10.2. Unió del fàrmac .....	57
4.3.2.10.3. Unió a proteïnes plasmàtiques.....	58
4.3.2.10.4. Fixació als teixits .....	58
4.3.2.10.5. Reservori de fàrmacs .....	58
4.3.2.11. Barrera hematoencefàlica .....	59
4.3.3. Materials .....	60
4.3.4. Procediment .....	60
4.3.5. Resultats i conclusions.....	61
4.4. Experiment 4: La bellesa de les reaccions químiques .....	62
4.4.1. Introducció .....	62
4.4.2. Materials .....	62
4.4.3. Reaccions.....	62
4.4.4. Procediment .....	63
4.4.5. Resultats i conclusions.....	63
4.5. Experiment 5: Curs sobre física i química a la vida quotidiana .....	64
4.6.1. El curs.....	64
4.6.2. Pràctica: Què produeix més CO <sub>2</sub> , la combustió del cotxe o la respiració humana? .....	65
4.6.2.1. Introducció .....	65
4.6.2.2. Fonament teòric.....	65
4.6.2.3. Materials .....	66
4.6.2.4. Procediment.....	66
4.6.2.5. Resultats .....	67
4.6.2.6. Conclusions .....	67
5. Conclusions.....	68



6.	Bibliografia .....	68
7.	Webgrafia .....	68
8.	Annexos .....	75
8.1.	R. Boyle .....	75
8.2.	A. Lavoisier .....	76
8.3.	Empèdocles .....	77
8.4.	Aristòtil .....	78
8.5.	Demòcrit .....	79
8.6.	Friedrich Wöhler .....	80
8.7.	Dimitri Ivanovich Mendeleiev .....	81
8.8.	John Dalton .....	82
8.9.	Niels Bohr .....	83



## 1. Introducció

Des de petita m'ha fascinat la ciència, tan jo com ella som curioses. M'agradava (i m'agrada) dissenyar experiments i veure com els colors o l'estructura d'algun compost o substància canviaven. El que més em satisfia era trobar respostes a les preguntes: "Que ha passat? Per què ha canviat això? I com ho ha fet?" Però com es d'esperar, en 7, 8, 9, anys, poques vegades trobava respostes que entengués. Ara en 17 anys sabia respondre-les i entendre-les. Per exemple, sabia que el ferro s'oxidava, però no sabia el perquè, podia arribar a pensar que això passava perquè es feia vell... Ara gràcies als meus coneixements de química, sé que això és degut a una reacció redox (d'oxidació-reducció). Són un tipus de reaccions on s'intercanvien els electrons, una substància els perd (s'oxida) i actua com a reductor, i l'altra els guanya (es redueix) i actua com a oxidant. En el cas del ferro, el ferro perd els electrons i els cedeix a l'oxigen que és l'oxidant.

Vaig anar creixent, i amb mi els meus coneixements i les ganes d'entendre com funciona el món i sobretot, l'univers. Ara ja m'allunyo de la Terra i veig una gran esfera que brilla, planetes, petits punts de llum al més enllà... Tot això envoltat d'una profunda negror. Sempre m'han envoltat preguntes filosòfiques relacionades amb l'univers: Què és? Què ens falta per conèixer? Hi ha vida extraterrestre? Per ara no he trobat una resposta, són temes molt abstractes i complexos... I l'univers molt gran, així que torno a posar els peus a terra.

M'he n'he adonat, suposo que com tothom, que sense la ciència el món no seria així. Gràcies a la labor científica des de temps immemorials, hem pogut conèixer com vivien els nostres avantpassats, les seves costums, la prehistòria, estudiar els fòssils i les civilitzacions antigues. Encara més important és el paper de la ciència de cara el futur: és l'eina que tenim per resoldre els problemes actuals i els que vindran. El desenvolupament del transport i les telecomunicacions, els grans descobriments en medicina, la millora en materials i fibres, són una realitat; però es plantegen nous problemes i reptes que requeriran molta creativitat i investigació: crear medicaments per lluitar contra malalties, reutilitzar el màxim possible de materials, aconseguir aliments més saludables, desenvolupar les energies renovables, etc. La investigació científica contribueix a millorar el món per fer-nos la vida més fàcil, l'únic límit és la imaginació.

Tot el que ens envolta (tangible o intangible) està format per mesclades de compostos químics com per exemple: paper, roba, aliments, pintura, begudes, aire, aigua, energia (interna, mecànica, elèctrica, lluminosa, calorífica), etc. Com que tots estan relacionats directament amb la química, es pot afirmar que aquesta serveix de base o fonament per la resta de les ciències de la vida, per exemple la biologia o la medicina.





La química intervé en gairebé tots els aspectes de la nostra vida: respirar, fer la digestió, rentar-nos el cos amb sabó, rentar-nos les dents amb una pasta dental específica, cuinar els aliments, etc. Tot són reaccions químiques que ens envolten diàriament i m'han portat a elaborar aquest treball.

Com és habitual a segon de Batxillerat es fa un treball de recerca que, a poder ser, ha d'anar sobre un tema que motivi al seu autor. Personalment, la tasca de triar el tema em va resultar costosa perquè no trobava el tema correspost. Buscava idees però al principi cap em motivava el suficient. Em vaig fixar en les assignatures que més m'agradaven i en què estudiaria un cop acabat batxillerat. Tot això em porta a situar-me dins el camp de la química. Ajuntant aquesta disciplina amb la meva curiositat, vaig endinsar-me en la química que ens envolta cada dia.

Primer de tot, la meva tutora i jo vam acotar el treball decidint les pràctiques sobre les quals treballaríem. Vam decidir treballar la química de la neteja i els fàrmacs. Aquestes van ser: elaboració de sabons en dos textures diferents, síntesis de l'aspirina i com s'absorbeixen els medicaments depenent del seu pH. El lloc on vam fer les pràctiques va ser al laboratori de física i química de l'Institut de Flix. Com es pot veure totes les tres estaven lligades en la nostra vida diària.

Mirant fenòmens de difusió de tinta, vaig adonar-me que la bellesa de fenòmens tant simples com aquest, era espectacular. Aleshores ens va venir la inspiració i vam decidir afegir una nova pràctica sobre la bellesa de les reaccions químiques. Justament navegant per internet, buscant idees, vam descobrir un projecte on es dedicaven a gravar reaccions químiques amb certa bellesa. Ens vam animar i va esdevenir la quarta pràctica del treball. Però encara n'hi ha una cinquena. Aquesta la vaig fer gràcies a un curs d'estiu que ofería la Universitat Autònoma de Barcelona. Vaig decidir apuntar-m'hi perquè el curs tenia molta relació amb el meu treball i així podria aprofundir en nous coneixements.

El primer que vaig fer són les pràctiques, que vaig fer-les abans de començar les vacances d'estiu i així durant l'estiu ja tenia feina en completar-les a l'ordinador i buscar més informació interessant i relacionada. Paral·lelament, vaig buscar informació sobre els antecedents de la química actual per adonar-me'n del gran salt que ha experimentat, tan aquesta ciència com les altres. Les fonts d'informació que vaig utilitzar es poden consultar a la webgrafia i la bibliografia.

Recollint tota la informació que m'han aportat les experiències he confeccionat el meu treball de recerca.



## 2. Objectius

Els objectius del treball de recerca són:

- Descriure l'evolució de la ciència i els personatges significatius
- Entendre la importància de la química en la nostra vida
- Fer una investigació científica utilitzant el mètode científic
- Conèixer la química i les seves branques
- Aprendre què és un sabó i com actua
- Sintetitzar un medicament d'ús habitual: l'aspirina
- Aprendre com s'absorbeixen els fàrmacs que ens prenem
- Mostrar en un vídeo un recull de reaccions químiques



### 3. Antecedents

#### 3.1. Què és la química i per què és important?

Freqüentment els humans ens hem preocupat o fet preguntes sobre el món que ens envolta. Moltes d'aquestes inquietuds estan relacionades amb aspectes materials. De fet, poques disciplines, com la filosofia, la religió i les matemàtiques abstractes, es poden considerar completament no relacionades amb el món material. La resta, estan relacionades amb la química, com per exemple: la biologia, geologia, física, paleontologia, ecologia, entre altres.

Una part important de la nostra vida és química, ja que està present en tots els aspectes fonamentals i vitals. La qualitat i estil de vida, ho devem, una part, als descobriments i avanços de la química com per exemple: els medicaments, els tints, la varietat i la conservació de productes, la calor de l'estufa, el fred del congelador, circuits del mòbil, maquillatge, cremes, xampús... Alimentar-nos ens proporciona energia produïda mitjançant diferents reaccions químiques, i aquesta energia serà la que posteriorment utilitzarem per jugar, estudiar, treballar... Tenim química per tot arreu, per tant és un dels pilars de les ciències naturals, perquè ho pot explicar gairebé tot.

Amb ella gaudim de moltes de les comoditats actuals. Molts productes químics fabricats a les indústries substitueixen als productes naturals i si no fos així, ben aviat ens quedaríem sense recursos naturals. Per tant, la química té una importància vital.

Per explicar a en poques paraules què és la química, podem dir que és una ciència en constant evolució que estudia la matèria i les seves transformacions.

#### 3.2. La química i les seves branques

Es pot definir la química com la ciència de la composició, l'estructura i les transformacions dels materials. Es diferencien dos àmplies divisions: la química pura, que s'encarrega d'estudiar les substàncies orgàniques o inorgàniques, i la química aplicada, que amb l'ajuda dels processos de la química pura, soluciona problemes de diferents àrees.

Dins de la **química pura** hi ha diverses branques:

- **Química analítica:** es dedica a l'estudi de la composició química de les substàncies i materials. S'inclou l'anàlisi químic, que és la part pràctica que s'utilitza als mètodes d'anàlisi per solucionar problemes relatius a la composició de la matèria.



Fig. 1. Tubs d'assaig



- **Química orgànica:** estudia les substàncies que contenen Carboni. Friedrich Wöhler i Archibald Scott Couper, són coneguts com els progenitors d'aquesta amplia part de la química.

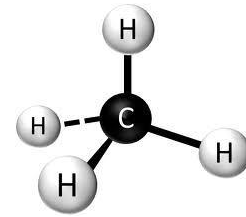


Fig. 2. Molècula de metà ( $\text{CH}_4$ )

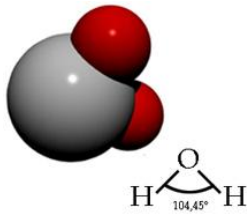


Fig. 3. Molècula d'aigua ( $\text{H}_2\text{O}$ )

- **Química inorgànica:** estudia la composició, l'estructura i les reaccions de substàncies que no contenen Carboni.

- **Química preparativa:** estudia la part que es dedica a la preparació i purificació de substàncies, amb la finalitat de crear nous productes al laboratori.



Fig. 4. Investigadors espanyols sintetitzant una substància d'interès oncològic.

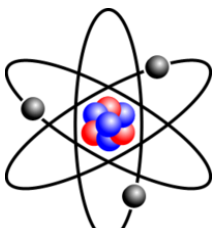


Fig. 5. Representació de l'àtom segons Rutheford

- **Química física:** s'encarrega d'estudiar les propietats físiques dels productes. Aquesta branca conté camps com la termoquímica, l'electroquímica i la cinètica, entre d'altres.

Dins de la **química aplicada** s'inclou:

- **Bioquímica:** es dedica a l'estudi dels processos químics als éssers vius. Tracta la base molecular als processos vitals, estudiant proteïnes, carbohidrats, lípids, àcids nucleics, entre d'altres.

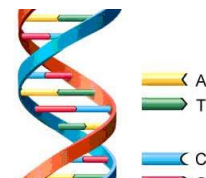


Fig. 6. Fragment d'ADN



Fig. 7. Germinació de llavors

- **Química agrícola:** tracta l'aplicació de la química a l'agricultura, amb la finalitat d'usar matèries primes a altres indústries.

- **Astroquímica:** s'ocupa de l'estudi composicional dels astres. Estudia la composició química del Sol i altres estrelles, planetes, material interestel·lar, etc.



Fig. 8. Representació de l'univers format per àtoms



Fig. 9. Trapezoèdric (Quars)

– **Cristaloquímica:** estudia la composició química de la matèria cristal·lina i les seves propietats.

– **Química farmacèutica:** estudia la composició, l'estructura, les propietats i les aplicacions dels fàrmacs, encarregant-se de profunditzar amb les interaccions entre les molècules d'impacte biològic.



Fig. 10. Aspirina (fàrmac)

Combina la química del carboni amb altres coneixements químics com per exemple la química-física, la farmacodinàmica, la bioinformàtica, la bioquímica...



Fig. 11. Indústria petroquímica de Tarragona

– **Química tècnica o enginyeria química:** es dedica a la concepció, el disseny, el desenvolupament, la investigació i la obtenció de substàncies en processos industrials que depenen de processos químics.

Altres branques de la química són:

- **Radioquímica:** s'encarrega de les transformacions d'elements o substàncies radioactives, per tant, estudia els radioisòtops.
- **Estequiometria:** estudia les relacions de pes, massa, mol, volum, entre d'altres, de les substàncies que participen a una reacció química.



### 3.3. Història de la química

La història de la química abarca un període de temps molt ampli: des de la prehistòria fins al present. Està intensament unida al desenvolupament cultural de l'home i el seu coneixement de la naturalesa.

La química com a ciència sorgeix a partir dels estudis d'alquímia del segle XVII, però el punt d'inflexió cap a la química moderna es va produir el 1661 amb l'obra del britànic Robert Boyle<sup>1</sup>: "*The Sceptical Chymist: or Chymico-Physical Doubts & Paradoxes*" (el químic escèptic: o els dubtes i les paradoxes químic-físiques), on es separa clarament la química de l'alquímia. També comença un segle més tard amb els treballs del francès Antoine Lavoisier<sup>2</sup> i el descobriment de l'oxigen, la llei de la conservació de la massa i la teoria de la combustió.

En el desenvolupament de la química s'identifiquen els següents períodes: prehistòria i antiguitat, grec, alquímia, iatroquímica, flogist i el modern.

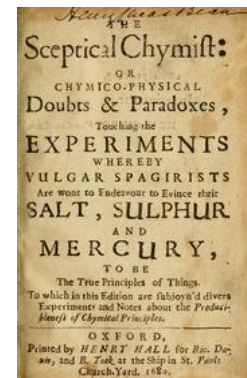


Fig.12. Portada de "*The Sceptical Chymist: or Chymico-Physical Doubts & Paradoxes*". Robert Boyle

#### 3.3.1. Primers avanços: la prehistòria

El principi del domini de la química, que per als antropòlegs coincideix amb el principi de l'home modern, és el domini del foc. Hi ha indicis que fa més de 500.000 anys, en temps de *Homo erectus*, algunes tribus van aconseguir aquesta fita, la qual encara és una de les tecnologies més importants.

El descobriment del foc, que es correspon a l'edat de pedra, permet protegir-se dels depredadors, donar llum i escalfor i transformar els minerals. És a dir, el calor generat pel foc servia per produir noves alteracions químiques: els aliments es podien cuinar i, el seu color, textura i gust canviaven, a més, els aliments cuits contenen menys microorganismes patògens i són més fàcils de digerir. També es podia coure el fang i llavors s'utilitzava com a recipient, per exemple. Des d'aquest moment hi va haver una relació intensa entre les cuines i els primers laboratoris químics, fins al punt que la pólvora negra va ser descoberta per uns cuiners xinesos.

El foc era imprescindible pel futur desenvolupament de la metal·lúrgia, la ceràmica, el vidre i la majoria dels processos químics. Els primers materials que l'home va utilitzar eren universals, ja que es troben a qualsevol indret del món: fusta, os, pells, pedres...

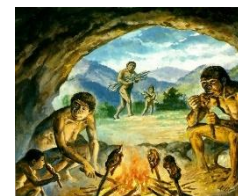


Fig. 13. Tribu de *Homo erectus* fent ús del foc

<sup>1</sup> R.Boyle. Veure biografia a l'annex.

<sup>2</sup> A.Lavoisier. Veure biografia a l'annex.



### 3.3.2. Antiguitat

Durant l'antiguitat, la química existent, més que una ciència, era un art. Al llarg de l'edat de coure s'apliquen les primeres tècniques per treballar els minerals. El coure s'obtenia en escalfar la malaquita, però per desgràcia era un material massa tou per fabricar eines i armes. Més tard, van observar que al barrejar-lo amb estany, el metall resultant era més dur i resistent. Aquest fet va iniciar l'edat de bronze. Simultàniament, s'utilitzava el ferro, que era més resistent que el bronze.

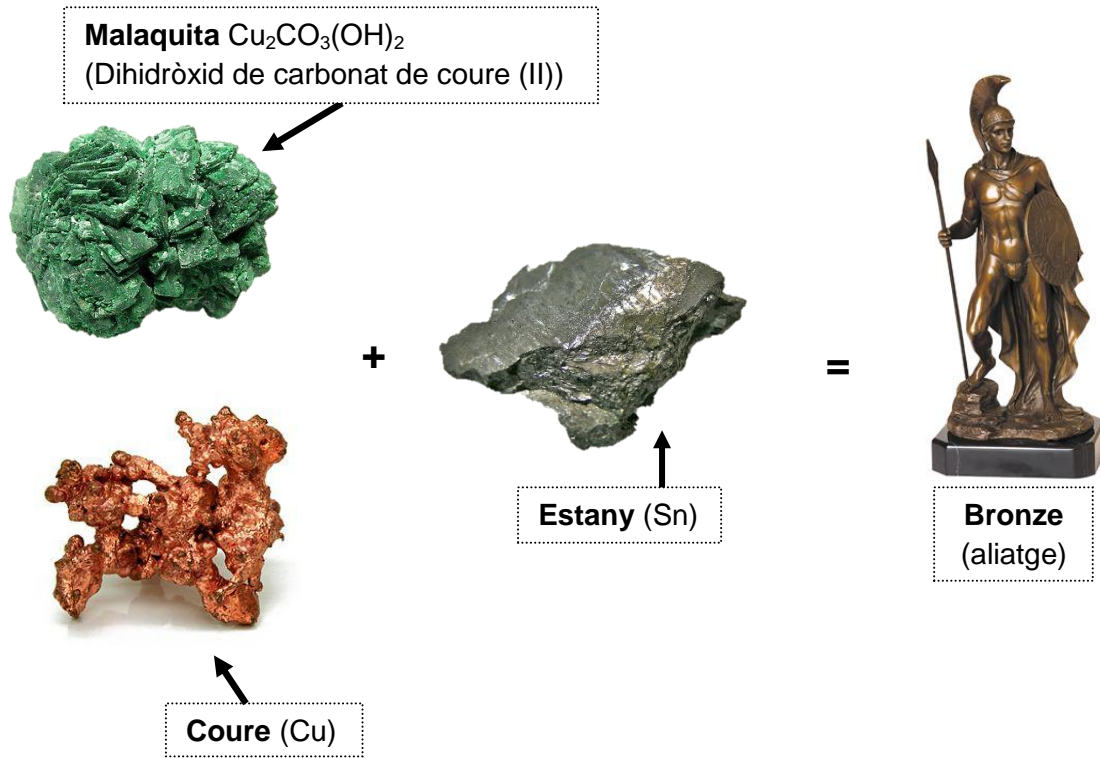


Fig. 14. Composició del Bronze



### 3.3.3. Període grec

Els savis o filòsofs no només es preocupaven d'estudiar l'aspecte intel·lectual de l'home; a més, estudiaven l'univers mitjançant la física i les ciències naturals, l'astronomia i les matemàtiques. Proposen l'existència dels anomenats "elements": a partir d'ells es constituirà tot.



Fig.15. Foc, terra, aire i aigua: composició de tots els materials segons creien els grecs.

Hi havia diferents idees:

- **Tales de Milet**: "L'aigua és el principi de totes les coses".
- **Anaxímenes**: "Tot ve de l'aire i tot a ell retorna.
- **Heràclit de Éfeso**: "El foc és la força primordial, que té baix la seva dependència tots els fenòmens",
- **Empedocles**<sup>3</sup> afegeix la terra i divulga els "Quatre Elements".
- **Aristòtil**<sup>4</sup> afegeix un cinquè element: l'èter. És més mòbil que els demés (aire, aigua, foc i terra), i forma el cel. Segons el seu pensament, totes les substàncies són originades per la combinació d'aquests elements i no es podran convertir en unitats més simples.

Paral·lelament existia un altre corrent, **l'atomisme**, que creia que la matèria estava formada d'àtoms, partícules indivisibles que es podien considerar la unitat mínima de matèria. Aquesta teoria, proposada pel filòsof grec **Demòcrit**<sup>5</sup>, no va ser popular a la cultura occidental degut al pes de les obres d'Aristòtil a Europa. No obstant això, la idea es va quedar present fins al principi de l'edat moderna.



Fig. 16. Model atòmic de Demòcrit

<sup>3</sup> **Empedocles**. Veure biografia a l'annex.

<sup>4</sup> **Aristòtil**. Veure biografia a l'annex.

<sup>5</sup> **Demòcrit**. Veure biografia a l'annex.



### 3.3.4. Alquímia

L'alquímia prové de l'àrab: *al i Khum*, que significa ciència fosca. És un conjunt d'especulacions i experiències, relatives a les transmutacions de la matèria i que van influir en l'origen de les ciències químiques. Tenia dues metes fonamentals: la transmutació de metalls comuns en or o plata, és a dir trobar la pedra filosofal, i trobar mitjans que perllongarien la vida humana.

Va ser practicada des del segle III a.C a Mesopotàmia, l'Antic Egipte, Pèrsia, l'Índia i la Xina, en l'Antiga Grècia i l'Imperi Romà, en l'Imperi Islàmic i després a Europa fins al segle XIX d.C.

- **L'alquímia xina:** Es troben vestigis dels centenars d'emperadors que provaven elixirs per a "la vida eterna", però van morir enverinats, a causa dels ingredients usats en les formules. Això va comportar als alquimistes a moderar l'ús d'alguns elements. És important també destacar el descobriment de la pólvora. Aquesta alquímia neix molt abans que d'alquímia d'occident (s. VIII a.C.).
- **L'alquímia àrab** considerava la transmutació com una cosa real. L'alquimista que dominés el seu art sabia transmutar els metalls sent això tan natural com la curació realitzada per un metge. Van recrear el foc grec a base de petroli i sofre. La gran diferència radica que aquests es basaven generalment en experiments científics. Aquest període es correspon amb la cultura àrab del segle VII.
- **L'alquímia egípcia:** la llegenda explica que el fundador de l'alquímia egípcia va ser el déu *Thot*. En mans de sacerdots, l'alquímia era un joc místic que portava a successos màgics, per convertir un fosc metall en una brillant peça de la metal·lúrgia.
- **L'alquímia medieval:** a causa de les seves fortes connexions amb les cultures grega i romana, l'alquímia va ser bastant fàcilment acceptada per la filosofia cristiana.

La pedra filosofal, o elixir de la vida, era ansiosament buscada perquè se li atorgaven virtuts meravelloses i extraordinàries: no només la d'aconseguir l'or, sinó la de guarir algunes malalties i aconseguir la immortalitat.



Fig. 17. Possible laboratori d'un alquimista



### 3.3.5. La química com a ciència

La química com a tal va començar a desenvolupar-se entre els segles XVI i XVII. En aquesta època s'estudiava el comportament i les propietats dels gasos per mitjà de tècniques de mesurament que permeten un millor coneixement d'alguns fenòmens, com el de la combustió de la matèria, descobrint Lavoisier l'oxigen i establint finalment els pilars fonamentals de la química moderna. Poc a poc es va anar desenvolupant el concepte d'element com una substància elemental que no es podia descompondre en d'altres. Per tant, a partir del segle XVIII la química adquireix definitivament les característiques d'una ciència experimental.

### 3.3.6. Iatroquímica

La iatroquímica és una branca de la química i la medicina. Busca trobar explicacions químiques als processos patològics i fisiològics del cos humà, i proporcionar tractaments amb substàncies químiques, tot això aplicant els coneixements i tècniques de l'alquímia.

Es pot considerar com la precursora de la bioquímica. Els iatroquímics creien que la fisiologia depenia del balanç de fluids corporals específics. El seu líder més connotat i fundador va ser Paracels, un alquimista suís del segle XVI.

### 3.3.7. Flogist

La teoria del flogist intentava explicar el fenomen de la combustió i la causa per la qual alguns elements fossin combustibles i uns altres no. El seu creador, el metge i químic alemany Georg Ernst Stahl (1660-1734), afirmava que la calor es presenta en dues formes: lliure i en combinació. Aquest últim, que va denominar *flogist* (en grec vol dir inflamable), és inherent a tots els cossos combustibles.

D'aquesta manera, la combustió era, segons Stahl, el pas d'aquesta forma de foc combinat a la forma lliure, on es fa apreciable als sentits. Les cendres que queden després de la combustió no tenen flogist i, per tant, són incapaces de tornar a cremar.

Aquesta interpretació de la combustió va ser rebatuda a la fi del segle XVIII per Lavoisier, en demostrar que es tractava d'una reacció química.

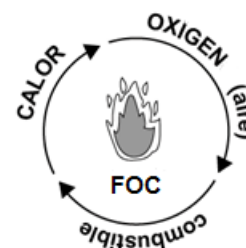


Fig. 18. Combustió i conservació de la matèria



### 3.3.8. El vitalisme i el començament de la química orgànica

Després que es compreguessin els principis de la combustió, un altre debat de gran importància es va apoderar de la química: el vitalisme i la distinció essencial entre la matèria orgànica i inorgànica. Aquesta teoria assumia que la matèria orgànica només podia ser produïda pels éssers. Aquest debat va ser revolucionat el 1828 quan Friedrich Wöhler<sup>6</sup> va descobrir accidentalment com es podia sintetitzar la urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) a partir de cianat d'amoni ( $\text{NH}_4 - \text{OCN}$ ), mostrant que la matèria orgànica podia crear-se de manera química.

Encara avui dia es manté la classificació en química orgànica i inorgànica, la primera s'ocupa essencialment dels compostos del carboni i la segona, dels compostos dels altres elements.

### 3.3.9. La revolució de la química moderna

La revolució química va començar amb la publicació del "*Traité Élémentaire de Chimie*" (Tractat elemental de la Química) redactat per Antoine Lavoisier l'any 1789. Qui es considera el creador de la química moderna, pels detallats estudis sobre: l'oxidació dels cossos, el fenomen de la respiració animal i la seva relació amb els processos d'oxidació, anàlisi de l'aire, l'ús de la balança per establir relacions quantitatives en les reaccions químiques establint la seva famosa "Llei de conservació de la massa" i estudis en calorimetria, en general.

### 3.3.10. La taula periòdica

La taula periòdica és una representació esquemàtica mitjançant la disposició en una graella o taula dels elements químics, ordenats per nombre atòmic<sup>7</sup> creixent i de forma que s'hi reflecteix la llei periòdica formulada per Dmitri Mendeléiev, es a dir, la semblança dels elements químics cada cert nombre de nombres atòmics.

El 1829 el químic J.W. Döbenreiner va organitzar un sistema de classificació d'elements en el qual aquests s'agrupaven en grups de tres denominats "*triades*". La propietats químiques dels elements d'una triada eren similars i les seves propietats físiques variaven de manera ordenada amb la seva massa atòmica.

<sup>6</sup> Friedrich Wöhler. Veure biografia a l'annex.

<sup>7</sup> Nombre atòmic (Z): nombre de protons que té un àtom.





El 1860 els científics ja havien descobert més de 60 elements diferents i n'havien determinat la massa atòmica. Van notar que alguns tenien propietats químiques similars, per la qual cosa li van donar un nom a cada grup d'elements semblants.

Més tard, l'any 1869, el químic rus Dimitri Ivanovich Mendeleiev<sup>8</sup> va desenvolupar una taula periòdica dels elements segons l'ordre creixent de les seves masses atòmiques. Va col·locar els elements en columnes horitzontals començant pels més lleugers, quan arribava a un element que tenia propietats semblants a les d'un altre element començava una altra columna. El seu sistema li va permetre predir amb bastant exactitud les propietats de elements no descoberts fins al moment.

En la taula periòdica actual s'agrupen en:

- Quatre blocs segons les seves configuracions electròniques (bloc s, bloc p, bloc d i bloc f)
- Set períodes (fileres horitzontals)
- Divuit grups (columnes verticals), amb propietats físiques i químiques molt similars (per exemple: grup dels halògens, grup dels gasos nobles...).
- Deu sèries o grups d'elements amb propietats semblants però més generals que les famílies.(Alcalins, alcalinoterris, metalls de transició, grup del Bor, grup del Carboni, grup del Nitrogen, calcògens, halògens, gasos nobles, lantànids, actínids).

TAULA PERIÒDICA DELS ELEMENTS																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1,00794 HIDRÒGEN	Nombre atòmic																2 He 4,002602 HeLI
3 Li 6,941 LITI	4 Be 9,0122 BERILI	Simbol										5 B 10,811 BOR	6 C 12,011 CARBON	7 N 14,0067 NITRÒGEN	8 O 15,9994 OXÍGEN	9 F 18,9984 FLUOR	10 Ne 20,1797 NEON
Punt de fusió (en °C)																	
Punt d'ebullició (en °C)																	
Densitat (en g/m <sup>3</sup> a 20 °C)																	
Estat d'oxidació més freqüent																	
Nombre d'oxidació																	
Electronegativitat																	
Escala de Pauling																	
Potencial d'ionització (en eV)																	
Escala de Mulliken																	
11 Na 22,98976928 SODI	12 Mg 24,30409393 MAGNESI	Potencial d'ionització (en eV)										13 Al 13,80054 ALUMINI	14 Si 10,69339 SILICI	15 P 10,48607 FOSFOR	16 S 10,36448 SOFRE	17 Cl 12,51895 CLOR	18 Ar 15,20947 ARGON
19 K 39,0983 POTASSI	20 Ca 40,078 CALCI	21 Sc 44,955912 TITANI	22 Ti 47,867 TITANI	23 V 50,9415 VANADI	24 Cr 51,9961 CROM	25 Mn 54,938044 MANGANESE	26 Fe 55,845 FERRO	27 Co 58,933194 COBALT	28 Ni 58,6934 NICKEL	29 Cu 63,546 COBRE	30 Zn 65,39 ZINC	31 Ga 69,723 GAL·LI	32 Ge 72,630 GERMANY	33 As 74,9216 ARSENIC	34 Se 78,96 SELENI	35 Br 79,904 BROM	36 Kr 83,80 CRIPTON
37 Rb 85,4678 RUBIDI	38 Sr 87,62 ESTRONCI	39 Y 88,905848 ITRI	40 Zr 91,224 ZIRCONI	41 Nb 92,90638 NIOBI	42 Mo 95,94 MOLEBDE	43 Tc 98,90625 TECNICI	44 Ru 101,07 RUTENI	45 Rh 102,90550 RÒD	46 Pd 106,42 PAL·LADI	47 Ag 107,8682 ARGENT	48 Cd 112,411 CADAM	49 In 114,818 INDI	50 Sn 118,710 ESTANY	51 Sb 121,760 ANTIMON	52 Te 127,60 TEL·LURI	53 I 126,905 IOD	54 Xe 131,29 XENON
55 Cs 132,90545196 CESI	56 Ba 137,327 BARI	57 La 138,90488 LANTANI	58 Ce 140,12 CERI	59 Pr 140,90766 PRIMETI	60 Nd 144,242 NIOBIDI	61 Pm 144,91264 PROMETI	62 Sm 150,36 SAMARI	63 Eu 151,964 EUROPI	64 Gd 157,25 GADOLINI	65 Tb 158,92535 TERBI	66 Dy 162,50 DISPROSI	67 Ho 164,93033 HOLMI	68 Er 167,26 ERBI	69 Tm 168,93423 TERMI	70 Yb 173,04 YTERBI	71 Lu 174,967 LUTECI	72 Hf 178,49 HAFNI
73 Ta 180,94788 TANTAL	74 W 183,84 WOLFRAMI	75 Re 186,207 RENE	76 Os 190,23 OSTRIMI	77 Ir 192,222 IRIDI	78 Pt 195,084 PLATÍ	79 Au 196,96657 OR	80 Hg 200,59 MERCURI	81 Tl 204,38831 TAL·LI	82 Pb 207,2 PLOM	83 Bi 208,9804 BISMUT	84 Po 209 POLONI	85 At 210 ASTAT	86 Rn 222 RADÓ	87 Fr 223 FRANCI	88 Ra 226 RADI	89 Ac 227 ACTINI	90 Th 232,0377 TORI
91 Pa 231,036888 PROTACTINI	92 U 238,02891 URANI	93 Np 237,048173 NEPTUNI	94 Pu 244,06422 PLUTONI	95 Am 243,061361 AMERICI	96 Cm 247,070351 CURI	97 Bk 247,070351 BERKELI	98 Cf 251,083288 CALIFÒRNI	99 Es 252,083288 EINSTEINI	100 Fm 257,10375 FERMI	101 Md 258,10375 MENDELÉV	102 No 259,10375 NOBELI	103 Lr 260,10375 LAURENCI	104 Rf 261,10375 RIFORDI	105 Db 262,10375 DUBNI	106 Sg 263,10375 SEABORGI	107 Bh 264,10375 BOHR	108 Hs 265,10375 HASSI
109 Mt 268,10375 MEITNERI	110 Uun 269,10375 UNUNUNI	111 Uuu 270,10375 UNUNUNI	112 Uub 271,10375 UNUNUNI	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>Gas</span> <span>Liquid (a 30 °C)</span> <span>Solid</span> <span>Sintetic</span> </div>													

Fig. 19. Taula periòdica moderna (Font: Institut d'Estudis Catalans – Societat Catalana Química)

<sup>8</sup> Dimitri Ivanovich Mendeleiev. Veure biografia a l'annex.





### 3.3.11. Desenvolupament de la teoria atòmica

Al llarg del segle XIX la química estava dividida entre els seguidors de la teoria atòmica de John Dalton<sup>9</sup> i aquells que no, com Wilhelm Ostwald i Ernst Mach.

Els impulsors més decidits de la teoria atòmica eren Amedeo Avogadro, Ludwig Boltzmann i altres que van aconseguir grans avenços en la comprensió del comportament dels gasos. La disputa va ser finalitzada amb l'explicació de l'efecte brownià (moviment a l'atzar de les partícules) per Albert Einstein en 1905 i els experiments de Jean Perrin al respecte. Molt abans que la disputa hagués estat resolta molts investigadors havien treballat sota la hipòtesi atòmica. Svante Arrhenius havia investigat l'estructura interna dels àtoms proposant la seva teoria de la ionització. El seu treball va ser seguit per Ernest Rutherford qui va obrir les portes al desenvolupament dels primers models d'àtoms que desembocarien en el model atòmic de Niels Bohr<sup>10</sup>.

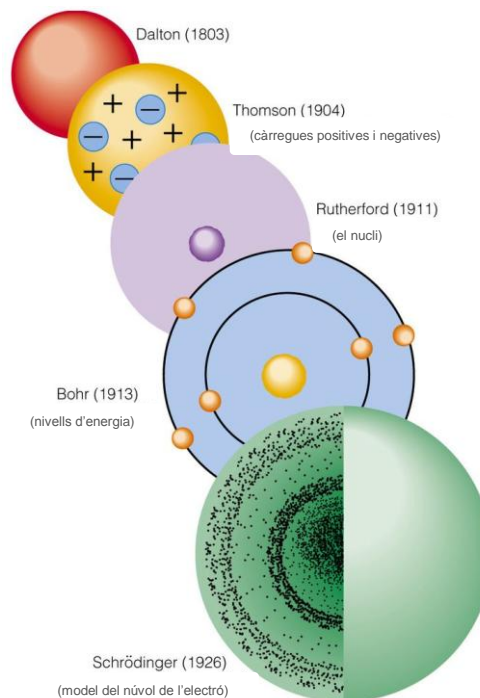


Fig. 20. Evolució de l'àtom

<sup>9</sup> **John Dalton.** Veure biografia a l'annex.

<sup>10</sup> **Niels Bohr.** Veure biografia a l'annex.



### 3.4. Aplicacions de la química

La química a la vida diària es pot presentar amb nombroses formes: des del combustible pels cotxes fins als medicaments o a la cuina. El funcionament del cos humà també és degut a la química. Tots els objectes i activitats quotidianes tenen un component químic que ens permet o ens facilita les nostres activitats.

Alguns exemples quotidians podrien ser:

- **L'aigua** ( $H_2O$ ): composta per hidrogen i oxigen, a més de contenir determinades sals, alguns minerals i altres substàncies.
- **L'aire**: compost per nitrogen, oxigen, diòxid de carboni, vapor d'aigua i gasos (inerts i nobles).
- **A la cuina**:
  - El **vinagre**, l'àcid acètic ( $CH_3COOH$ ) que ajuda a conservar els aliments i millorar el seu sabor.
  - La **sal** ( $NaCl$ ), important per cuinar i també per que el nostre cos funcioni adequadament.
- **Gases nobles** com:
  - **L'Heli** ( $He$ ), usat per inflar globus i mesclar-lo amb oxigen per normalitzar la circulació de la sang.
  - **L'Argó** ( $Ar$ ), usat a les làmpades incandescent barregat amb nitrogen.
  - El **Neó** ( $Ne$ ), utilitzat als anuncis cridaners, ja que combinat amb vapors de mercuri dona llum verd fluorescent, la qual canviant els buits als tubs van canviant les coloracions, a més, amb diòxid de carboni produeix una llum clara com la del sol.
  - El **Criptó** ( $Kr$ ), abans s'utilitzava per les fotografies instantànies.
  - El **Xenó** ( $Xe$ ), gas de color blau que brilla al fer saltar una espurna a un tub al buit. S'utilitza en anuncis i fotografies instantànies.
- **Minerals** com:
  - El **sofre** ( $S$ ), molt utilitzat a la preparació dels pneumàtics (vulcanitzats).
  - El **sodi** ( $Na$ ), que resulta necessari pel nostre organisme (a baixes quantitats) a més del potassi, calci, magnesi, fòsfor, manganès, ferro, entre d'altres.
- Els **medicaments** també són compostos químics. Es comprova la seva efectivitat usant la química i funcionen a l'organisme gràcies a les reaccions químiques.



- La majoria de peces de **roba** estan fetes amb materials plàstics i de fibres sintètiques com:
  - El **nylon**, fet de carbó de pedra o hulla, aigua i aire.
  - La **viscosa**, que és una dissolució d'hidrocelulosa en sulfur de carboni.
  - El **rayón**, que és seda artificial.
  - El **vinil**, la visra dels elàstics.
  - El **cargan**, fet de sèrum de llet.
  - El **làtex sintètic**
- El **detergent**, que és una mescla de sulfats, catalitzadors i pigments abrillantadors.

Si s'analitza des del punt de vista de la nostra vida i les facilitats, podem destacar les següents aplicacions:

- **Cultura i oci:** el paper i la tinta, les fotografies, els adhesius, les pel·lícules, els DVD... tots són el resultat de processos on hi intervé la química.
- **Transport:** la majoria de materials utilitzats per la fabricació d'automòbils son productes químics. Des dels combustibles, lubricants, additius, fins al cautxú dels pneumàtics, de la pintura metal·litzada o la fibra de carboni de múltiples polímers que fan els compostos més lleugers, duradors, eficients i còmodes.
- **Vestimenta:** l'evolució dels materials ha permès que els esportistes tinguin una roba que millora la transpiració i la circulació de la sang.
- **Construcció:** s'empren infinitat de productes químics amb fins variats com per exemple: l'acer, el vidre, el formigó, vidre...
- **Materials:**
  - **Polímers** com el PVC, el tefló, el poliuretà, els acrílics, el polièster, el nylon, tots obtinguts a partir del petroli. De propietats molt diferents, s'utilitzen a la fabricació de cotxes, electrodomèstics, envasos, pintures, revestiments, peces de roba i calçat, per exemple.
  - **Aliatges**, algunes com el bronze són conegudes des de l'antiguitat. L'acer és més recent i en els últims 20 anys s'han usat el titani i l'alumini per desenvolupar nous aliatges lleugers i resistents, que podem trobar a la fabricació de vehicles, pròtesis per cirurgia o muntures d'ulleres.
  - **Cristalls líquids**, que són materials en estat líquid que tenen una estructura interna perfectament ordenada, com si fossin cristalls. Aquests materials tenen un comportament molt particular, amb el canvi de color al variar la temperatura o amb un petit canvi de voltatge, per això s'utilitzen per fabricar termòmetres o pantalles flexibles i extraplans com les LCD dels reproductors de música.



### 3.5. Compostos químics comuns

Actualment es coneixen 118 elements químics, que es combinen donant lloc a milions de compostos químics.

L'àtom de carboni forma la major part dels compostos presents als éssers vius i per aquest motiu als compostos de carboni se'ls anomena **orgànics**.

La resta de compostos s'anomenen inorgànics perquè es troben fonamentalment al món inanimat. Exemples de compostos **inorgànics** comuns:

- **Hidrurs:**
  - **H<sub>2</sub>O = Aigua:** A temperatura ambient es troba en forma de líquid. És el dissolvent universal i el líquid més important dels éssers vius.
  - **NH<sub>3</sub> = Amoníac:** A temperatura ambient es troba en forma de gas. Té una olor característica. Forma part de molts productes de neteja i també s'utilitza per fabricar adobs.
- **Òxids no metàl·lics:**
  - **CO<sub>2</sub> = Diòxid de carboni.** A temperatura ambient es troba en forma de gas. Es produeix a la respiració i a les combustions. És contaminant però no tòxic. És el responsable de l'efecte hivernacle.
  - **CO = Monòxid de carboni:** A temperatura ambient es troba en forma de gas. És tòxic: pot produir la mort per asfixia. Es produeix a les combustions quan hi ha poc oxigen.
  - **SO<sub>2</sub> = Diòxid de sofre, SO<sub>3</sub> = Triòxid de sofre:** Es troben en forma de gas a temperatura ambient. Es produeixen a la combustió dels compostos de sofre, és a dir, dels derivats del petroli. Són contaminants.
  - **NO<sub>2</sub> = Diòxid de nitrogen:** Es troba en estat gasós. És verinós i contaminant. Es produeix a la combustió dels compostos que contenen nitrogen (derivats del petroli).
- **Àcids:**
  - **HCl = Àcid clorhídric:** Es troba en forma de gas. El segreguem a l'estómac per fer la digestió. Quan es produeix en excés, sentim acidesa a l'estómac. Dissolucions diluïdes d'aquest compost es venen com "aigua forta", un producte per netejar metalls.
  - **HNO<sub>3</sub> = Àcid nítric:** El trobem en forma de líquid. S'utilitza per fabricar adobs i explosius, entre d'altres. És el responsable de la pluja àcida.
  - **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = Àcid sulfúric:** A temperatura ambient el trobem en forma de líquid dens. Té una gran importància com a producte industrial. És el principal responsable de la pluja àcida.



- **Òxids metàl·lics:**
  - **FeO = Òxid de ferro (II), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = Òxid de ferro (III):** Es troba en estat sòlid. Es forma quan s'oxida el ferro. Produeix el rovell.
- **Hidròxids:**
  - **NaOH = Hidròxid de sodi, KOH = Hidròxid de potassi:** Els trobem en estat sòlid. Són sòlids coneguts amb el nom de sosa i potassa, respectivament. Formen part de molts productes de neteja com el "*lleixiu*".
  - **Al (OH)<sub>3</sub> = Hidròxid d'alumini:** El trobem en estat sòlid. S'utilitza per fabricar antiàcids, substàncies que es formen quan es sofreix d'ardor d'estomac.
- **Sals:**
  - **NaCl = Clorur de sodi:** Es troba en estat sòlid. És el compost conegut com a "*sal comú*" i s'utilitza per a cuinar.
  - **CaCl<sub>2</sub> = Clorur de calci:** A temperatura ambient es troba en estat sòlid. Absorbeix la humitat. S'utilitza com a dessecant d'emalatges.
  - **CaCO<sub>3</sub> = Carbonat de calci:** Es troba en estat sòlid. Forma el màrmol. És insoluble a l'aigua, però amb àcids és soluble.
  - **NaHCO<sub>3</sub> = Bicarbonat de sodi:** Es troba en estat sòlid. S'utilitza per combatre l'acidesa de l'estómac i també com a llevat a la panaderia.
  - **CuSO<sub>4</sub> = Sulfat de coure (II):** Es troba en estat sòlid. S'utilitza com a producte fitosanitari.
  - **KNO<sub>3</sub> = Nitrat de potassi:** Es troba en estat sòlid. S'utilitza com a adob.



### 3.6. Materials modernitzats

Tots els objectes que ens envolten constitueixen la matèria de l'univers. Cada tipus particular de matèria, com un determinat tipus de plàstic o metall, es coneix com a material.

Durant centenars d'anys els humans hem modernitzat materials naturals en productes útils. La química moderna té les seves arrels a l'esforç. Després del descobriment del foc, la gent va començar a notar canvis en roques i minerals determinats quan eren exposats a altes temperatures. A partir d'aquestes observacions ha arribat el desenvolupament de ceràmica, vidre i metalls. Els tintos i les medicines també són productes obtinguts a partir de substàncies naturals.

La química té el seu origen a la tecnologia primerenca, ja que és un camp d'estudi basat en principis científics de l'última part del segle XVIII, quan els químics van començar a centrar-se en les quantitats de substàncies emprades pels experiments. D'aquí va procedir el principi central de la química moderna: els materials estan compostats per àtoms, i la disposició precisa d'aquests àtoms en molècules o estructures més complicades. També es pot sintetitzar molècules, és a dir, relacionar estructures moleculars amb característiques dels materials.

Les pantalles de cristall líquid (LCDs) s'utilitzen per rellotges, telèfons mòbils, pantalles d'ordinador, televisió, etc. L'aplicació depèn de les característiques dels materials. El cristall líquid és una forma de matèria entre líquid i cristalls sòlids. Molts d'aquests cristalls estan formats per molècules que tendeixen a anivellar-se entre elles. Aquestes s'uneixen a petits electrodes o transistors, i quan pateixen un canvi elèctric, canvien a una nova direcció i també ho fa la llum. Quan es combina el cristall líquid amb una font de llum i filtres de colors, s'aconsegueixen imatges de milers de colors.

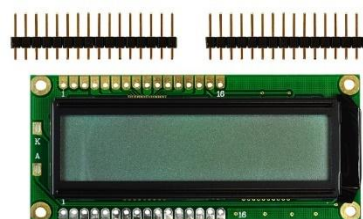


Fig. 21. Pantalla de cristall líquid (LCD)

Els químics continuen desenvolupant materials nous i descobrint noves propietats. L'electricitat i la comunicació, per exemple, han estat completament transformades en avanços tecnològics de materials, com per exemple la fibra òptica, que ha reemplaçat els cables de coure de llargues distàncies. La fibra òptica està feta de fins fils fets de vidre extremadament pur. Gràcies a la seva puresa, aquestes fibres poden transmetre el pols de llum làser. És més barata, i a més, pot transmetre veu, vídeo i informació.

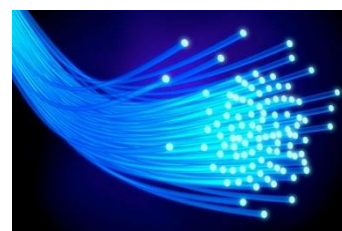


Fig. 22. Fibra òptica







#### 4. Part experimental

La química forma part de gairebé tots els aspectes de la nostra vida, per tant va ser difícil triar els experiments del meu treball de recerca relacionats en la química i el nostre dia a dia. Existeix un ventall molt ample: aliments, combustibles, potabilització d'aigua, cura de la salut, neteja, protectors solars, cosmètics, aromes, teixits, pigments, materials ceràmics, polímers, nous materials...

Parlant en la meva tutora em vaig adonar que tenim ja tan interioritzats els descobriments i avanços de la ciència, que no prestem especial atenció a accions tan comunes com dutxar-nos amb aigua potable, netejar la roba o la casa, prendre una pastilla pel mal de cap... Què fa possible això? Darrere d'aquestes accions hi ha molta química. Per tant, vam dissenyar quatre experiments per estudiar científicament què i com passa. Els escollits van ser:

- ▶ **La química de la neteja**, a partir del qual investiguem què són i com netegen els sabons. Vam fabricar sabons en pastilla artesanals i una recepta innovadora per obtenir-ne en textura de mousse.
- ▶ **Síntesi de l'aspirina**. Aquest medicament és el més consumit a nivell mundial, per què? Com es fabrica? Com actua? Tot això ho descobrim en aquest apartat.
- ▶ **El pH dels medicaments**. En aquesta experiència vaig endinsar-me en la química farmacèutica, quins tipus de medicaments hi ha? En quines formes es presenten? Com els absorbeix el nostre cos? Té alguna relació el pH i l'absorció? Descobrirem aquestes curiositats.
- ▶ **La bellesa de les reaccions químiques**. Per què no? Si ens hi fixem, hi ha bellesa darrere d'una reacció química. No totes són vistoses o espectaculars, com les reaccions bioquímiques, però ens mantenen vius! Per dur a terme aquesta darrera experiència, ens vam inspirar en un projecte sobre la bellesa de la química. Vam triar quatre reaccions químiques sorprenents i després de fer tots els càlculs necessaris, preparar les dissolucions, material, etc... Les vam gravar en vídeo al laboratori de física i química de l'institut. Per fer la post-producció vam utilitzar un programa d'edició de vídeo professional, el Sony Vegas.

A més, com que sóc una persona molt curiosa i m'entusiasma la ciència, durant una setmana d'estiu vaig assistir a un curs a la Universitat Autònoma de Barcelona, per aprendre sobre la química i la física diària. He adjuntat al treball un dels experiments que vam fer, el qual tractava sobre quin  $\text{CO}_2$  contamina més, el que expulsen els cotxes o el de les persones.



## 4.1. Experiment 1: La química de la neteja

### 4.1.1. Introducció

Els sabons i detergents són essencials per a la salut personal i pública. Eliminen de forma segura els gèrmens, la terra i altres contaminants, i ens ajuden a estar sans i fer el nostre entorn més agradable. Els sabons es fabriquen a partir de greixos i olis (els seus àcids grassos) i l'objectiu d'aquesta pràctica és fabricar-ne en diferents textures: en pastilla i en mousse.

### 4.1.2. Fonament teòric

#### 4.1.2.1. Què és un sabó?

El sabó és un compost químic que s'obté en fer reaccionar un àcid gras amb un àlcali o base forta (com l'hidròxid de sodi (NaOH), o l'hidròxid de potassi (KOH)) que per hidròlisis es descompon en potassi o sodi, segons el compost usat, i glicerina, és a dir, dona lloc a una sal d'àcid gras, el sabó. Aquesta reacció s'anomena reacció de saponificació i el seu ús principal és la producció de sabó. Si utilitzem hidròxid de sodi, obtindrem un sabó sòlid, en canvi si utilitzem hidròxid de potassi, obtindrem un sabó més tou o líquid.

#### 4.1.2.2. Els àcids grassos

Els àcids grassos són molècules formades per una llarga cadena hidrocarbonada de tipus alifàtic amb un nombre parell d'àtoms de carboni, el darrer dels quals constitueix un grup carboxil (-COOH), també anomenat grup àcid. Són poc abundants en estat lliure, però són els principals constituents de lípids com per exemple els greixos. S'obtenen a partir d'ells per mitjà de la ruptura dels enllaços interns per hidròlisi. Es poden classificar en àcids grassos saturats o insaturats.

Els àcids grassos saturats són aquells que només contenen enllaços simples entre els àtoms de carboni. En són un exemple, l'àcid esteàric (18 àtoms de carboni) i l'àcid palmític (16 àtoms de carboni).

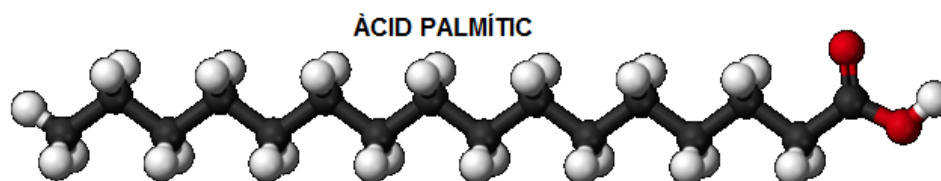


Fig. 24. Àcid palmític

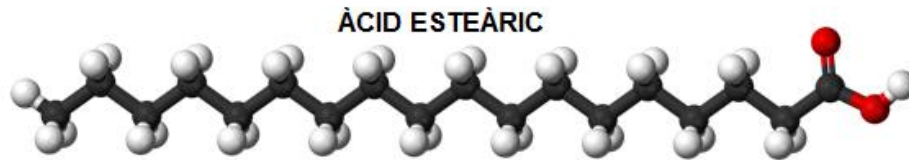


Fig. 25. Àcid esteàric

Els àcids grassos insaturats són els que tenen un o més enllaços dobles o triples entre els carbonis de la cadena hidrocarbonada. Per això les seves molècules no són rectilínies, sinó que presenten “colzes” en els llocs on hi ha els dobles enllaços. Els que tenen un únic enllaç doble s’anomenen monoinsaturats, com per exemple l’àcid oleic (18 àtoms de carboni), i si en tenen més es diuen poliinsaturats, per exemple l’àcid linoleic (18 àtoms de carboni).

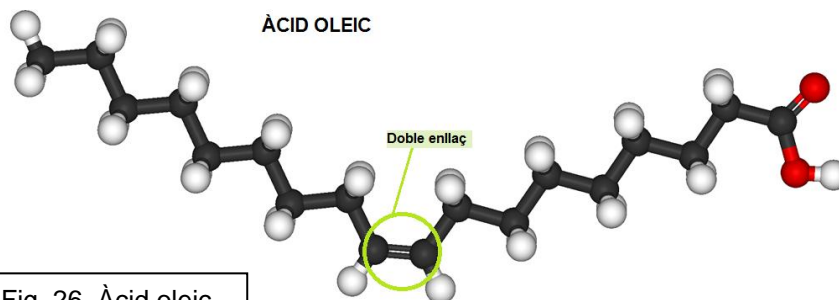


Fig. 26. Àcid oleic

#### 4.1.2.3. Propietats químiques dels àcids grassos

La reacció de saponificació és una de les propietats químiques dels àcids grassos. És important perquè si bé els àcids grassos són insolubles en aigua, les mol·lècules de sabó formen grups (micel·les) que es dispersen en l'aigua. És a dir, tot i que són insolubles, formen dispersions col·loïdals. La diferència és deguda al fet que, si el grup carboxil (-COOH) de l'àcid gras s'ionitza molt poc, és a dir, origina pocs  $\text{-COO}^-$  i  $\text{H}^+$ , el grup  $\text{-COONa}$  i els grups  $\text{-COOK}$  s'ionitzen molt, per tant, originen molts radicals  $\text{-COO}^-$ . L'àcid carboxílic és un grup funcional, però l'alcalí no, si no que produeix ions hidroxil ( $\text{OH}^-$ ).

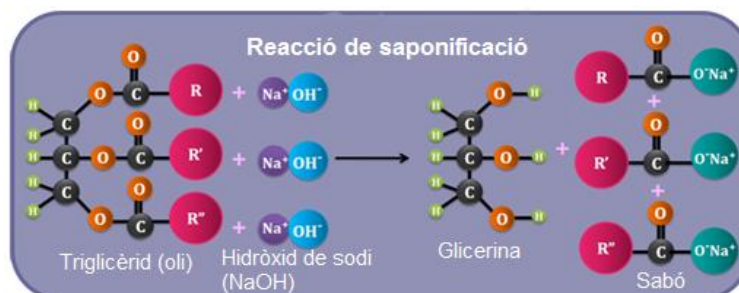


Fig. 27. Reacció de saponificació

#### 4.1.2.4. Propietats físiques dels àcids grassos

##### La solubilitat

Els àcids alifàtics de 4 i 6 carbonis són solubles en aigua, per la qual cosa no es consideren àcids grassos. El motiu és perquè, com que el grup carboxil (-COOH), la part hidròfila, s'ionitza molt poc, resulta poc significativa respecte a la part hidròfoba, que és la predominant.

En canvi, els sabons són molècules amfipàtiques, és a dir, molècules bipolars que presenten una part hidròfila, que és el grup carboxil ionitzat, i una part hidròfoba, que és la cadena hidrocarbonada.

Quan es posa un sabó sobre l'aigua, les seves molècules es disposen amb els grups carboxils situats dintre de l'aigua i la cadena hidrocarbonada fora, formant una pel·lícula. Si per agitació s'enfonsa, les molècules es disposen juntes, amb la part hidròfoba cap a dintre i la part hidròfila cap

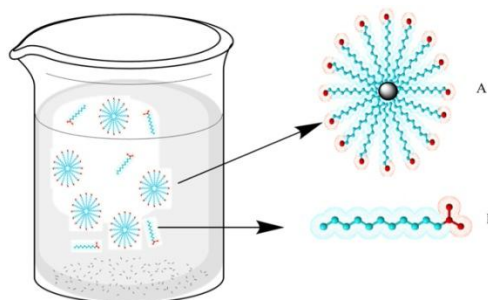


Fig. 28. Formació micel·lar en un entorn aquós, on A és una micel·la y B és una molècula de sabó.

a fora, i originen micel·les. Les micel·les poden ser monocapes o bicapes si engloben aigua a l'interior. Quan una micel·la monocapa atrapa aire es diu que té un efecte escumós, i si conté gotetes de lípids es diu que té un efecte emulsionant o detergent.

##### Punt de fusió

Els àcids grassos tendeixen a agrupar-se perquè entre els grups carboxils s'estableixen enllaços d'hidrogen i, perquè entre els trams lipòfils de les cadenes es formen enllaços per forces de Van der Waals. Com més llarga sigui la cadena més enllaços per forces de Van der Waals existiran. Llavors, per fondre els sòlids cal trencar aquests enllaços.

En els àcids grassos saturats, com més alt és el nombre de carbonis, més enllaços cal trencar, més energia calorífica s'ha de gastar i, per tant, més alt és el punt de fusió.

En els àcids grassos insaturats, com que la presència d'enllaços dobles fa que les cadenes lineals presentin "colzes", no s'estableixen tants enllaços per forces de Van der Waals. En conseqüència, els punts de fusió dels àcids grassos insaturats són més baixos.



#### 4.1.2.5. Com actua un sabó?

Com si es tractés d'una bateria amb pols positiu i negatiu, una molècula de sabó també té dos extrems de diferent afinitat. La figura representa una molècula de sabó. En vermell, el cap que representa el grup carboxil, amb càrrega, per tant és afí a l'aigua ja que són de polaritat similar. La part blava, anomenada lipofílica, és afí als greixos i repel·leix l'aigua, per tant és insoluble amb l'aigua. A causa d'aquesta estructura, el sabó posseeix una doble afinitat cap a la polaritat d'altres molècules, és a dir, es tracta d'una molècula amfipàtica.

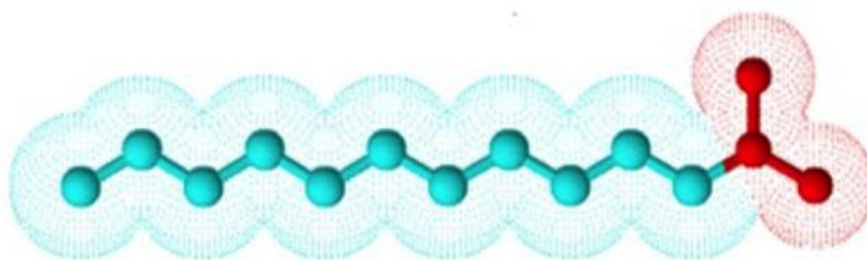


Fig. 29. Molècula de sabó. El cap vermell amb càrrega interactua amb l'aigua, mentre que la cadena blava sense càrrega es barreja amb els greixos o olis.

A l'aigua, el sabó forma entre 100 i 200 micel·les; és a dir, associacions o conglomerats de molècules que orienten els seus caps amb càrrega cap a la superfície de l'agregat molecular, mentre que les cadenes alifàtiques (grups carboxils) queden cap a dins. La micel·la és una partícula energèticament estable, ja que els grups amb càrrega estan units mitjançant enllaços d'hidrogen de baixa energia amb les molècules de l'aigua, mentre que els grups afins als greixos s'orienten cap a l'interior de la micel·la i interactuen amb altres grups de característiques similars.

Netegen a causa de les diferents afinitats dels extrems de les seves molècules. La brutícia en forma de greix no s'elimina només amb aigua, que la repel·leix per ser insoluble en ella. El sabó posseeix una cadena llarga hidrocarbonada sense càrrega que interactua amb el greix dissolent-lo. Una vegada que la superfície de la gota greix està coberta per moltes molècules de sabó, es forma una micel·la amb una petita gota de greix a l'interior. Aquesta gota de greix es dispersa fàcilment en l'aigua, ja que està coberta pels caps amb, com s'observa a la figura. La barreja que resulta de dues fases insolubles (aigua i greix), amb una fase dispersada en l'altra en forma de petites gotes, s'anomena emulsió. D'aquesta manera, en el procés de rentat amb un sabó, el greix s'elimina amb l'aigua del rentat.





Els sabons sòdics i potàssics són solubles en aigua, però els de calci, magnesi o ferro, no. Per això són ineficaços en les aigües salobres.

Si es vol aconseguir un sabó transparent, s'ha de fer el procés en calent. Com més calor desprengui la reacció més segur serà que el sabor resultant sigui transparent i neutre i la reacció sigui completa. La calor que es desprèn en posar en contacte l'hidròxid de sodi i la sosa serveix per neutralitzar els àcids.

Segons la naturalesa de l'alcalí usat, es classifica el sabó en tou i dur. Serà tou quan s'utilitzi sodi i es caracteritza per ser més difícil de dissoldre en aigua i s'utilitza per sabó de rentar. Si s'utilitza potassi produeix més escuma i s'utilitza com a sabó d'afaitar, entre altres.

Depenent si el volem líquid, sòlid o en mousse, les quantitats dels ingredients variaran.



### 4.1.3. Materials i ingredients (per a cada tipus de sabó)

- ✓ Vas de precipitats
- ✓ Balança
- ✓ 15-20 recipients de plàstic o vidre amb tap
- ✓ 15-20 recipients de plàstic o vidre amb una obertura
- ✓ Cullera
- ✓ 2 l d'aigua
- ✓ Recipient de més de 2 l
- ✓ Espàtula
- ✓ Garrafa d'aigua buida de 5 l
- ✓ 200 ml de suavitzant
- ✓ Proveta
- ✓ Espècies (menta, farigola, llimona, romé...)
- ✓ Termòmetre
- ✓ 250 ml d'oli
- ✓ 50 g d'hidròxid de sodi (sosa)
- ✓ Font de calor

### 4.1.4. Procediment

#### 4.1.4.1. Sabó en pastilla

Primer de tot es prepara la dissolució de 2 l d'aigua i 50 g d'hidròxid de sodi (sosa) a un recipient de més de 2 l. Tot seguit es remena fins que l'hidròxid de sodi queda dissolt en l'aigua.

Seguidament es mesuren 250 ml d'oli i s'afegeix a la dissolució anterior. En aquest moment es poden afegir espècies i essències per donar-hi una olor especial.

Per acabar, només queda remenar la mescla originada fins que quedi totalment homogènia i hagi quallat.

Un cop quallat ja es pot traspasar la mescla als motlles amb una obertura, i es deixa reposar unes 2-3 setmanes, fins que estigui totalment dur. Al cap d'unes setmanes s'agafa una mostra del sabó i es dissol amb aigua per mesurar el pH corresponent.



Fig. 30. Elaboració de sabó en pastilla.



#### 4.1.4.2. Sabó en mousse

Primerament es prepara la dissolució de 2 l d'aigua i 50 g d'hidròxid de sodi (sosa) a una garrafa buida de 2 l. Es remena fins que l'hidròxid de sodi quedi dissolt en l'aigua.

Tot seguit s'escalfen els 250 ml d'oli fins que el termòmetre indiqui 45 °C. Un cop a 45 °C, s'afegeix l'oli a la garrafa i es sacsa animadament durant uns 5 minuts. Es pot afegir suavitzant o aromes per donar-hi olor. S'ha d'anar sacsant durant 5 minuts cada dia al llarg dos setmanes, que serà quan la mescla ja haurà quallat.

Quan s'observi que la mescla és homogènia, ja es pot transvasar a recipients mes petits i mesurar el pH dissolent una mostra de sabó amb aigua.

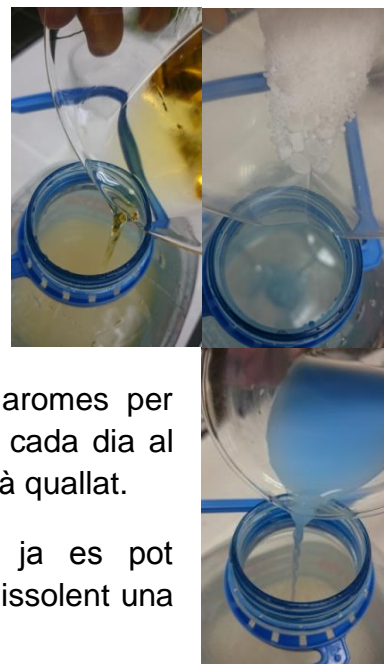


Fig. 31. Elaboració de sabó en mousse.

#### 4.1.5. Resultats

##### Sabó en pastilla

S'han obtingut 2 l de sabó en pastilla, que equival a 1'715 kg aproximadament.

Hem empaquetat les pastilles amb tovallons i paper absorbent.



Fig. 32. Sabons en pastilla fets i embolicats

##### Sabó en mousse

S'han obtingut 2 l de sabó en mousse.



Fig. 33. Sabons en mousse fets i envasats



#### 4.1.6. Conclusions

##### Sabó en pastilla

S'ha obtingut un pH neutre (7), per tant aquest sabó és apte per la pell i està destinat a utilitzar-se a per rentar les mans quan estiguin molt brutes.

##### Sabó en mousse

El pH del sabó en mousse és una mica bàsic (7'5) per tant, aquest sabó serà per rentar la roba tacada. Si el féssim servir per les mans possiblement ens les irritaria.



Fig. 34. Resultats de la presa de pH del sabó.



## 4.2. Experiment 2:

# Síntesi d'aspirina

### 4.2.1. Introducció

L'àcid acetilsalicílic es comercialitza amb el nom d'Aspirina<sup>®</sup> a càrrec de la casa Bayer, sent un dels medicaments més consumits a tot el món.

L'objectiu d'aquesta pràctica és obtenir àcid acetilsalicílic a partir de la reacció que s'explicarà a continuació, en presència d'àcid fosfòric al 85%.

### 4.2.2. Fonament teòric

#### 4.2.2.1. Què és l'Aspirina i per a què s'utilitza?

L'Aspirina va ser el primer fàrmac antiinflamatori no esteroide (AINE) que es va comercialitzar. Al segle XIX es va aconseguir sintetitzar a partir de l'escorça de salze. L'empresa Bayer va començar a vendre-la amb el nom d'aspirina el 1899. Es va veure que bloquejava un enzim anomenat *cyclooxygenasa*, que deté la producció de la prostaglandina, responsable del dolor, la inflamació i la febre.

L'àcid acetilsalicílic (C<sub>9</sub>H<sub>8</sub>O<sub>4</sub>), conegut popularment com aspirina, és un fàrmac destinat a tractar el dolor (mal de cap i dolors menstruals, musculars i dentals), la febre i la inflamació.

En el tractament del dolor o la febre, els seus efectes comencen als trenta minuts. Es pot reconèixer fent un assaig amb FeCl<sub>3</sub> i observant si es produeix una coloració violeta.

També s'utilitza després d'un atac al cor ja que disminueix el risc de mort, i a llarg plaç ajuda a prevenir els atacs cardíacs, accidents cerebrovasculars, angina de pit, coàguls de sang i atacs isquèmics transitoris de persones en un alt percentatge de risc. A més, es recepta per alleujar els símptomes d'artritis reumatoide<sup>11</sup>, osteoartritis<sup>12</sup>, lupus eritematós sistèmic<sup>13</sup> i altres trastorns reumatològics<sup>14</sup>.

---

<sup>11</sup> **Artritis reumatoide:** tipus d'artritis causada per la inflamació del revestiment de les articulacions.

<sup>12</sup> **Osteoartritis:** tipus d'artritis causada pel despreniment del revestiment de les articulacions.

<sup>13</sup> **Lupus eritematós sistèmic:** trastorn en el qual el sistema immune ataca les articulacions i òrgans i causa dolor i inflamació.

<sup>14</sup> **Trastorns reumatològics:** trastorns en els quals el sistema immune ataca parts del cos.



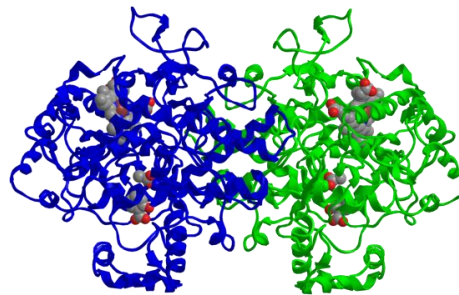
#### 4.2.2.2. Mecanisme d'acció

Els mecanismes biològics per a la producció de la inflamació, dolor o febre són molt similars. En ells intervenen una sèrie de substàncies que tenen un final comú. A la zona de la lesió es generen unes substàncies conegudes amb el nom de prostaglandines i tromboxans. (missatgers del dolor). Aquestes substàncies informen al sistema nerviós central de l'agressió i es posen en marxa els mecanismes biològics de la inflamació, el dolor o la febre.

El 1971 el farmacòleg britànic John Robert Vane va demostrar que l'àcid acetilsalicílic actua interrompent aquests mecanismes de producció de les prostaglandines i tromboxans. Així, gràcies a la utilització de l'aspirina, es restableix la temperatura normal de l'organisme i s'alleuja el dolor.

La capacitat de l'aspirina de suprimir la producció de prostaglandines i tromboxans es deu a la inactivació irreversible de la ciclooxigenasa (COX), enzim necessària per a la síntesi d'aquestes molècules proinflamàtories.

Fig. 35. Estructura d'una molècula de COX-2 (enzim *ciclooxigenasa*) inactivada per l'aspirina (la molècula grisa més petita).



#### 4.2.2.3. Farmacocinètica

- **Vies d'administració:** S'administra principalment per via oral, encara que també existeix per a ús per via rectal, per via intramuscular i per via intravenosa. Els comprimits d'administració oral s'hidrolitzen amb facilitat quan s'exposen a l'aigua o aire humit, de manera que han de romandre emmagatzemats en els seus embolcalls fins la seva administració. L'aspirina que s'ha hidrolitzat així acomiada una olor a vinagre (en realitat és àcid acètic) i no ha d'ingerir.
- **Absorció:** Té escassa solubilitat en condicions de pH baix, fet que pot retardar l'absorció de grans dosis del medicament unes 8-24 hores. Tots els salicilats, incloent l'aspirina, s'absorbeixen ràpidament pel tracte digestiu a l'altura del duodè i de l'intestí prim. A causa de la seva baixa solubilitat, l'aspirina s'absorbeix molt lentament en casos de sobredosi, fent que les concentracions plasmàtiques augmenten de manera contínua fins a 24 hores després de la ingesta. La biodisponibilitat és molt elevada, tot i que l'absorció tendeix a ser afectada pel contingut i el pH de l'estómac.







### 4.2.3. Materials, productes, components i equips

- ✓ Matràs de 100 ml
- ✓ Refrigerant de reflux
- ✓ Büchner
- ✓ Kitasatos
- ✓ 6 gotes d'àcid fosfòric del 85%
- ✓ 1 bany d'aigua
- ✓ 8 ml d'etanol
- ✓ Equip de reflux
- ✓ Equip de filtració al buit
- ✓ 46 ml d'aigua destil·lada
- ✓ 3 g (0,022 mol) d'àcid salicílic
- ✓ 6 ml d'anhídrid acètic

### 4.2.4. Precaucions

L'anhídrid acètic reacciona violentament amb l'aigua i la mescla pot esquitxar.

### 4.2.5. Procediment

Es col·loquen 3 g d'àcid salicílic a un matràs de 100 ml. S'agreguen 6 ml d'anhídrid acètic i després de 6 gotes d'àcid fosfòric del 85%. S'agita suaument per barrejar les capes i s'escalfa el matràs rodó connectat al reflux al bany Maria (70-80°C). S'parta el matràs del bany i, mentrestant encara està calent, s'afegeix gota a gota 1 ml d'aigua destil·lada, barrejant-la després de cada addició.

Un cop addicionat el primer mil·lilitre d'aigua, ja es poden afegir ràpidament 20 ml més de la mateixa. El matràs es refreda a un bany de gel i el producte començarà a cristal·litzar. Si el sòlid no apareix o precipita un oli, s'agafa el matràs amb una mà i, sense treure-ho del bany de gel, es rasca suaument la paret interior amb una vareta de vidre.

Quan el producte hagi cristal·litzat, es recull per filtració al buit (amb el kitasatos). El erlenmeyer i el producte es renten amb una petita quantitat d'aigua destil·lada i freda.



Fig. 37. Equip de reflux



Fig. 38. Filtració al buit



L'àcid acetilsalicílic pot purificar-se per recristal·lització a una mescla de dissolvents. Tot seguit es col·loca l'aspirina obtinguda a un erlenmeyer de 100ml i s'afegeix entre 8 i 10 ml d'etanol. S'escalfa suaument el matràs a un bany calent, fins que els cristalls es dissolguin.

S'afegeix lentament 25 ml d'aigua destil·lada i es continua la calefacció fins que la dissolució entri en ebullició. En calent (tant la dissolució com el material que s'utilitza) es filtra amb un embut cònic i el filtrat es deixa reposar.

Al refredar-se, a la dissolució han d'aparèixer cristalls de nou, si no és així, es rasca suaument la paret interior del matràs amb una vareta de vidre, o bé es sembra la dissolució amb uns pocs cristalls d'aspirina, per iniciar la cristal·lització. Es refreda la mescla a un bany de gel, per així assegurar-se que ha cristal·litzat tot el producte. Aquest es recull per filtració al buit (amb el kitasatos), i seguidament es renta el sòlid amb una petita quantitat d'aigua freda destil·lada.

Per comprovar la puresa del producte sintetitzat es fa mitjançant cromatografia de capa fina en varis dissolvents, utilitzant el producte de partida i l'aspirina comercial com a referències. Es diposita el producte a un paper de filtre, prèviament pesat, es fa una espècie de sobre i es deixa durant uns dies a l'aire perquè s'assequi. Es pesa el sobre amb el producte sec, es calcula el rendiment i es comprova el punt de fusió. El punt de fusió de l'aspirina assecada a l'aire ha de ser entre 138-140 °C.



#### 4.2.6. Resultats

Per calcular el rendiment de l'aspirina hem calculat els mols d'àcid acètic amb estequiometria: Mols àcid salicílic = mols àcid acètic

Per fer-ho hem calculat els mols d'àcid salicílic amb la següent fórmula:

$$\text{Mols} = \frac{\text{Massa (g)}}{PM}$$

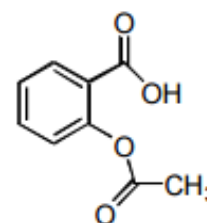
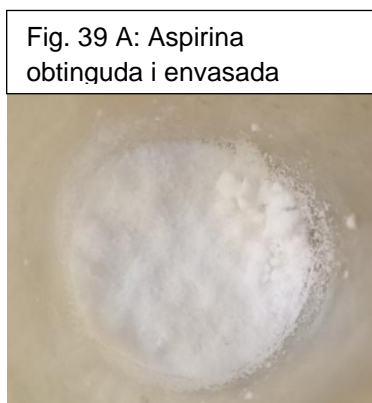
Un cop fet el càlcul:  $4/138,12 = 0,02896$  mols d'àcid salicílic, observem que aquests es corresponen als mols d'àcid acètic. Seguidament calculem la massa teòrica de l'aspirina:  $180,16 \cdot 0,02896 = 5,2174336$  g teòrics d'aspirina.

Si sabem que:  $\text{Rendiment} = \frac{\text{Massa real}}{\text{Massa teòrica}} \cdot 100$

Es pot calcular el rendiment corresponent substituint la massa real per 4 g, i la massa teòrica per 5,217g.

Obtenim que el rendiment és del 76,66%. Si es vol obtenir una aspirina pura, s'ha de deixar el recipient destapat uns dies per tal que marxi l'olor a vinagre, la qual prové de l'anhidrid acètic.

Hem obtingut 4 g d'aspirina



Aspirina  
ácido acetilsalicílico

Fig. 39 B. Molècula  
d'àcid acetilsalicílic



### 4.3. Experiment 3:

## Estudi del pH dels medicaments

### 4.3.1. Introducció

El fet de prendre's un medicament és molt comú avui en dia. Un medicament és un remei curatiu tan antic com la pròpia humanitat. Fins a finals del segle XIX tots ells procedien de la natura, però amb el desenvolupament de la química orgànica es van anar separant les substàncies químiques responsables de l'acció del medicament, sorgint així el principi actiu. Un cop coneguda la seva estructura, es va intentar imitar aquesta substància mitjançant la síntesi, fet que alhora suposava l'obtenció de nous productes relacionats, els anomenats productes sintètics. D'aquesta manera és com la farmacologia ha anat evolucionant.

La curiositat m'ha portat a preguntar-me a quina part del cos s'absorbeix cada i perquè és així.

### 4.3.2. Fonament teòric

#### 4.3.2.1. Els medicaments. Que són?

Un medicament és aquella substància o combinació de substàncies que presenta propietats per: prevenir, diagnosticar, curar, controlar malalties, suplir components o alleujar uns símptomes.

Els medicaments es poden conèixer pel nom científic, que es correspon a la nomenclatura que utilitzen els metges o farmacèutics; o nom registrat, que és la que utilitzen els laboratoris per comercialitzar-lo.



Fig. 40. Medicaments variis



#### 4.3.2.2. Composició dels medicaments

Estan compostos per:

- **Principi actiu.** És el component responsable de l'activitat del medicament, per tant és el que aconsegueix arribar al lloc diana, lloc on ha d'actuar. Un mateix medicament pot contenir un o diversos principis actius.
- **Excipients.** Són substàncies que entren a formar part de la composició del medicament per poder facilitar la seva administració, preparació (per adquirir la mida i forma adequades) i/o millorar la seva acció. A més també poden modificar les propietats organolèptiques<sup>15</sup> del medicament en general.

El principi actiu pot tenir un sabor desagradable o amarg: en aquest cas s'afegeixen els anomenats edulcorants que aporten un sabor més grat. D'aquí prové el fet que un medicament pugui tenir gust de taronja, maduixa, etc. Tot i que no tenen acció per si mateixes, convé conèixer-les per si poguessin produir efectes no desitjats. El sucre que porta un xarop s'ha de tenir en compte en cas de administrar-se a un pacient diabètic, i el mateix passa en els casos d'intolerància, on s'ha de tenir en compte si conté lactosa.

- **Forma galènica o forma farmacèutica.** És la disposició a la qual s'adapten els principis actius i els excipients per constituir un medicament. L'objectiu final és que els medicaments puguin assolir la màxima eficàcia a l'hora d'administrar-se. Cada forma farmacèutica té la seva via d'administració, per exemple: càpsula, comprimit, gel, supositori, etc.

---

<sup>15</sup> **Propietats organolèptiques:** totes aquelles característiques físiques que té la matèria en general, les poden percebre els sentits (gustos, olor, etc).





### 4.3.2.3. Tipus de medicaments

Hi ha diversos tipus de medicaments. Alguns aporten substàncies de substitució (insulina contra la diabetis, per exemple) i tracten malalties degudes a l'absència o la insuficiència d'aquestes substàncies (mancances). Altres modifiquen la funció d'una cèl·lula mitjançant l'estimulació o reducció de la seva activitat, com és el cas de les vacunes, que estimulen la producció d'anticossos per part de les cèl·lules de la immunitat.

No tots els medicaments tenen el mateix temps d'acció. Alguns posseeixen un efecte molt ràpid i altres assoleixen els seus objectius al cap de diverses setmanes d'ocupació.

La presentació del medicament (píndola, pomada, injectable, etc.) afecta a la velocitat de propagació de la substància en l'organisme i, per tant, en la seva velocitat d'acció. A causa d'això, el medicament es tria en funció de la urgència de la situació. La via intravenosa s'utilitza per obtenir un efecte molt ràpid. La via oral és més lenta, atès que el medicament ha de travessar primer la barrera intestinal.

### 4.3.2.4. L'aparell digestiu

En els organismes animals, l'aparell digestiu és el conjunt d'òrgans que transforma els aliments en substàncies simples mitjançant un procés anomenat **digestió**. Aquesta compren la barreja dels aliments, el seu pas a través de l'aparell digestiu i la descomposició química de les molècules grans en molècules més petites. Un cop realitzada la digestió, l'organisme pot absorbir aquestes substàncies i fer-les servir en l'obtenció d'energia i en el manteniment del cos.

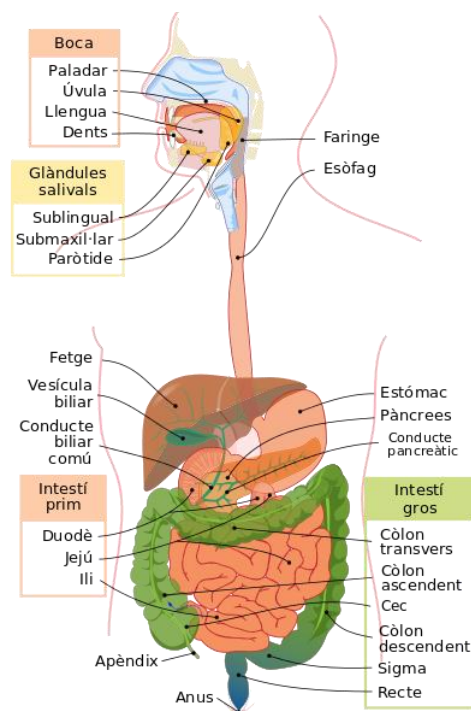


Fig. 41. Aparell digestiu humà

#### 4.3.2.5. De què està format l'aparell digestiu?

Consta dels següents òrgans:

- **La boca.** Conté les dents, que masteguen el menjar; i la llengua que barreja els aliments amb la saliva i els empeny cap a la gola.
- **L'esòfag.** Serveix de conducte de pas per als aliments entre la gola i l'estómac. Un cop ha arribat a l'esòfag, el menjar passa automàticament a l'estómac.
- **L'estómac.** Tritura i barreja els aliments amb substàncies àcides i digestives anomenades enzims.
- **El pàncrees.** Produeix els enzims que faciliten la transformació dels aliments.
- **El fetge.** Produeix i allibera substàncies digestives a l'intestí prim. També emmagatzema sucres i els allibera a la sang segons les necessitats de l'organisme.
- **L'intestí prim.** És un tub llarg i prim (més de 5 m de longitud). En ell es produeix la major part de la digestió i d'absorció dels aliments. Els enzims que allibera ajuden a degradar el menjar. L'intestí prim, constituït pel duodè, jejú i ili, desemboca a l'intestí gros.
- **L'intestí gros.** És un tub ample d'1,5 m de longitud, situat a l'abdomen. Està constituït pel còlon, el cec, el signa i el recte. A través de l'intestí gros s'absorbeix l'aigua i les substàncies químiques útils. El material sobrant és impulsat i excretat per l'anús.

La majoria de les molècules digerides dels aliments, l'aigua i els minerals provinents de la dieta de cada persona, s'absorbeixen a través de l'intestí prim. La mucosa de l'intestí prim conté molts plets coberts de projeccions diminutes anomenades vellositats. Aquestes estan cobertes successivament de projeccions microscòpiques anomenades microvellositats. Aquestes estructures creen una superfície ampla a través de la qual es poden absorbir els nutrients.

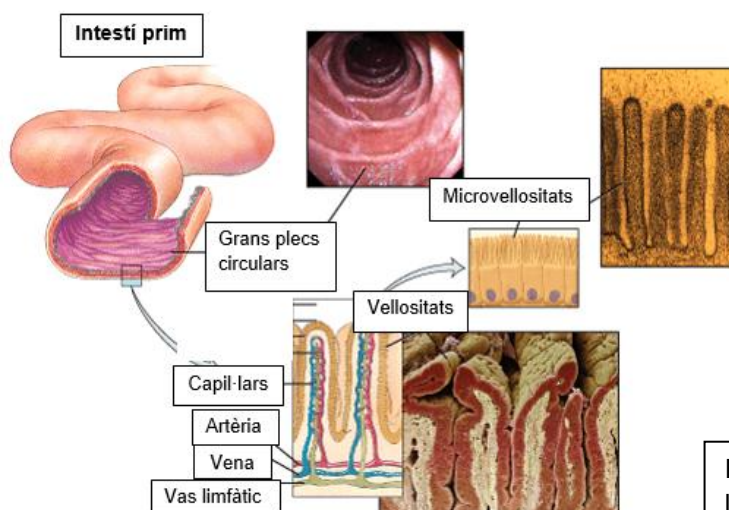


Fig. 42. Anatomia de l'intestí prim



#### 4.3.2.6. El pH de les secrecions

El pH o "potencial d'hidrogen", és una forma de representar el caràcter àcid, neutre o bàsic d'una solució aquosa parlant de la concentració d'ions d'hidrogen. Un àcid és una substància que deixa anar hidrogen en una solució química, a l'escala de pH es corresponen del valor 1 fins al 7 (no inclòs). Un alcalí o base, és una substància que mou l'hidrogen d'una solució química, i això vol dir que té la capacitat per neutralitzar els àcids; les bases comprenen els valors de 7 (no inclòs fins a 14). Una substància que tingui un pH 7 serà neutra.

Els pH d'algunes de les secrecions són:

Tipus de secrecions i localització	mL/dia	pH
Saliva (boca)	1000	6'5-7'4
Suc gàstric (estómac)	1500	1-3'5
Suc pancreàtic (pàncrees)	1000	8-8'3
Bilis	1000	7'8
Intestí prim	1800	4-7
Colon (intestí gros)	200	7'5-8

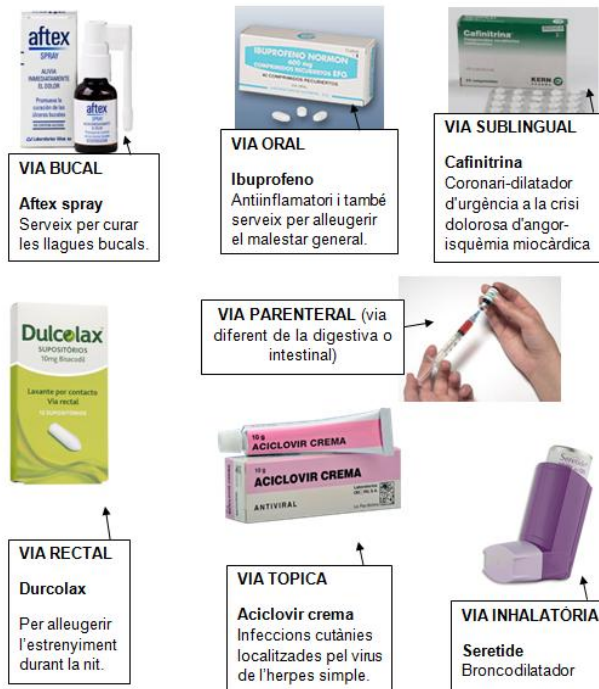


### 4.3.2.7. L'absorció dels fàrmacs al nostre organisme

Gairebé sempre els fàrmacs són compostos estranys a l'organisme, ja que com a tals, no s'estan formant i eliminant contínuament. El procés d'absorció comprèn la penetració dels fàrmacs, els mecanismes de transport, les característiques de cada via d'administració, els factors que condicionen l'absorció per cada via i les circumstàncies que poden alterar aquesta absorció. Per tant, els processos d'absorció, biodisponibilitat<sup>16</sup>, distribució (velocitat d'absorció<sup>17</sup>) i eliminació tenen una importància extraordinària per determinar l'inici, la durada i la intensitat de l'efecte farmacològic. L'absorció dels fàrmacs ve determinada per les seves propietats fisicoquímiques (liposolubilitat, grau d'ionització, massa molecular, etc.), formulacions, vies d'administració, factors fisiològics com l'edat (en nens i ancians l'absorció disminueix), factors patològics com per exemple malalties que afectin l'absorció de fàrmacs.

Els medicaments es formulen per poder administrar-los per diverses vies (veure les fig. 40.) Un requisit essencial perquè qualsevol fàrmac pugui absorbir-és que el principi actiu sigui capaç de dissoldre's.

Fig.43. Vies d'administració



<sup>16</sup> **Biodisponibilitat:** És la quantitat de fàrmac que arriba en forma activa a la circulació.

<sup>17</sup> **Velocitat d'absorció:** És la quantitat de fàrmac que s'absorbeix per unitat de temps.



#### 4.3.2.7.1. Transport per les membranes cel·lulars

Quan els fàrmacs penetren a l'organisme han de travessar diverses membranes semipermeables abans d'arribar a la circulació general. Aquestes membranes actuen com a barreres biològiques que, de manera selectiva, inhibeixen el pas de les molècules del fàrmac.

Les membranes cel·lulars es componen fonamentalment d'una matriu lipídica que conté sobretot colesterol (lípid) i fosfolípids. Els lípids proporcionen estabilitat a la membrana i determinen les seves característiques de permeabilitat. A la matriu lipídica es troben macromolècules proteiques globulars de composició variables. Algunes d'aquestes proteïnes participen en el procés de transport i també poden tenir la funció de receptors per a la regulació cel·lular.

Els fàrmacs travessen les barreres biològiques mitjançant la difusió passiva, la difusió facilitada, el transport actiu i la pinocitosi.

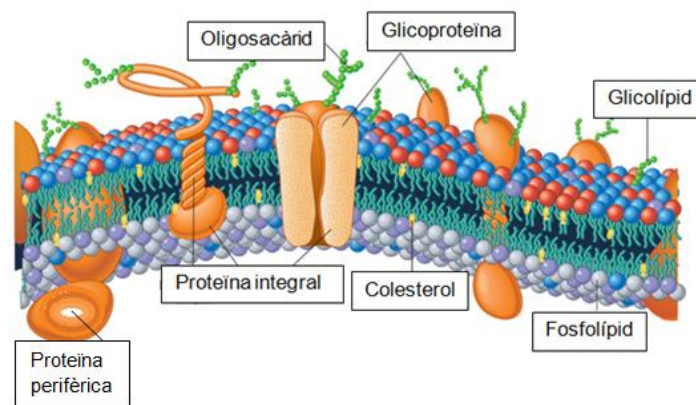


Fig. 44. Membrana cel·lular i les seves components

#### 4.3.2.7.2. Difusió passiva

El transport a través de la membrana cel·lular depèn del gradient de concentració del solut, que és produït quan les molècules passen a través de la membrana des d'una zona amb elevada concentració (un líquid per exemple) fins a una zona de baixa concentració (la sang). Les molècules del fàrmac són ràpidament transportades a través de la circulació i es distribueixen de seguida a líquids corporals i teixits.

La velocitat de difusió és directament proporcional a aquest gradient, però depèn també de la liposolubilitat, grau de ionització, grandària del fàrmac i de la superfície d'absorció.



No obstant això, com que la membrana cel·lular és de naturalesa lipídica, els fàrmacs liposolubles difonen amb més rapidesa que els no liposolubles. A més, les molècules petites tendeixen a penetrar en les membranes amb més rapidesa que les de major volum.

La majoria dels fàrmacs són àcids o bases orgàniques que en medi aquós estan de forma ionitzada i no ionitzada. La fracció no ionitzada sol ser liposoluble i es difon fàcilment a través de les membranes cel·lulars. La forma ionitzada no pot penetrar en les membranes tan fàcilment, degut a la seva baixa liposolubilitat i elevada resistència elèctrica. És a dir, un fàrmac àcid en un medi àcid estarà "no ionitzat"; un fàrmac àcid en un medi bàsic estarà "ionitzat"; i un fàrmac bàsic en un medi bàsic estarà "no ionitzat".

Per tant, la penetració d'un fàrmac es pot atribuir a la fracció no ionitzada. La distribució d'un fàrmac a través d'una membrana ve determinada pel  $pK_a^{18}$  de la substància i pel gradient de pH, si hi ha.

#### 4.3.2.7.3. Difusió facilitada

No es requereix que la cèl·lula gasti energia. Per a certes molècules, per exemple la glucosa, la velocitat de penetració és major a l'esperada per la seva baixa liposolubilitat. Es creu que hi ha una proteïna transmembranosa transportadora que es combina amb la molècula a la part externa de la membrana cel·lular. Aquest complex transportador-substrat<sup>19</sup>, es difon ràpidament a través de la membrana, alliberant el substrat a la superfície interna de la membrana. Aquest procés es caracteritza per la selectivitat i la saturabilitat. El transportador només accepta substrats amb una configuració molecular específica i el procés està limitat per la disponibilitat de transportadors. Es tracta d'un mecanisme que no requereix energia, per tant és transport passiu.

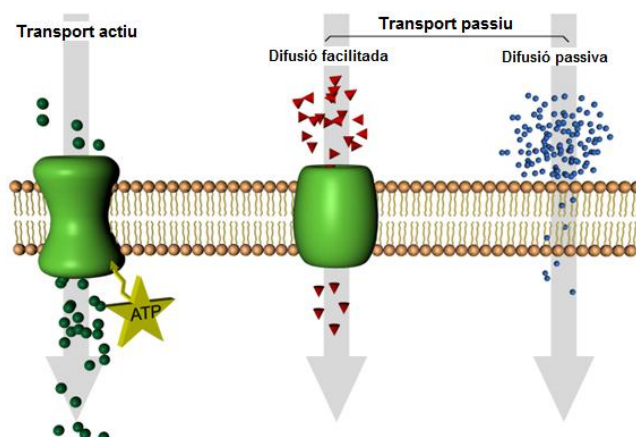


Fig. 45. Transport per les membranes cel·lulars

<sup>18</sup> **pKa:** pH al qual les concentracions de la forma ionitzada i no ionitzada del fàrmac són iguals.

<sup>19</sup> **Substrat:** substància de partida que es transforma mitjançant una reacció metabòlica.





#### 4.3.2.7.4. Transport actiu

Exemples del mateix són el transport de molècules de grans dimensions (no solubles en lípids) i la bomba sodi-potassi, i també s'han identificat processos de transport actiu per a vitamines, sucres i aminoàcids.

A més de la selectivitat i de la capacitat de saturació, el transport actiu es caracteritza perquè requereix una despesa d'energia (ATP) per part de la cèl·lula. Els fàrmacs solen absorbir-se en llocs específics de l'intestí prim.

#### 4.3.2.7.5. Pinocitosi

Consisteix en la captació de partícules per part d'una cèl·lula. La membrana cel·lular tanca a la partícula o al líquid formant una vesícula que més tard es desprèn i emigra cap a l'interior de la cèl·lula. Aquest mecanisme també requereix despesa d'energia.

### 4.3.2.8. Administració

#### 4.3.2.8.1. Administració oral

L'absorció dels fàrmacs administrats per via oral implica el transport dels fàrmacs a través de les membranes de les cèl·lules epitelials del tracte gastrointestinal. L'absorció després de l'administració oral depèn de:

- Les diferències del pH al llarg del tub digestiu.
- La relació entre la superfície d'absorció i el volum.
- La perfusió sanguínia.
- La presència de flux biliar i mucós i de les membranes epitelials.

S'ha observat que els àcids s'absorbeixen més ràpidament a l'intestí que a l'estómac.

**L'estómac** té una superfície epitelial extensa, però a causa de la gruixuda capa i al fet que el fàrmac està en contacte poc temps, l'absorció és limitada. Atès que l'absorció de gairebé tots els fàrmacs és més ràpida a l'intestí prim que a l'estómac, la velocitat de buidatge gàstric és el pas limitant. Els aliments, especialment els grassos, alenteixen el buidatge gàstric, i amb això, la velocitat d'absorció. Aquest fet explica per què es recomana prendre alguns fàrmacs amb l'estómac buit quan es desitja que l'acció comenci ràpidament. La presència d'aliments pot augmentar l'absorció si el fàrmac és poc soluble; reduir-la, si el fàrmac es degrada a l'estómac pot tenir un efecte poc significatiu o nul.



La **mucosa oral** posseeix un epitelí prim que afavoreix l'absorció, però el contacte succeeix en un temps massa curt perquè l'absorció sigui apreciable. De vegades, pot retenir-se el fàrmac més temps, per tal que l'absorció sigui més completa, situant el fàrmac entre la geniva i la galta (administració bucal) o sota la llengua (administració sublingual).

**L'intestí prim** té la major superfície per a l'absorció en el tracte gastrointestinal. Al duodè el pH oscil·la entre 4 i 5, però es torna progressivament més alcalí (bàsic) al llarg del tub digestiu. La flora gastrointestinal pot inactivar determinats fàrmacs, reduint així la seva absorció i la seva biodisponibilitat. La reducció del flux sanguini pot disminuir el gradient de concentració a través de la mucosa intestinal i reduir l'absorció per difusió passiva, a més també altera la distribució i el metabolisme dels fàrmacs.

La velocitat del trànsit intestinal pot influir en l'absorció, especialment en el cas de fàrmacs que s'absorbeixen per mitjà de transport actiu (per exemple les vitamines del complex B), fàrmacs que es dissolen lentament (per exemple la griseofulvina) o els que són massa polars (poc liposolubles) per travessar amb facilitat les membranes (molts antibiòtics, per exemple l'amoxicil·lina). Per a aquest tipus de fàrmacs, el trànsit ha de ser molt lent per tal que l'absorció sigui completa.

### **Absorció de formes sòlides**

La majoria dels fàrmacs que s'administren en forma de comprimits o càpsules abans d'absorbir-se s'han de desintegrar i dissoldre. La desintegració augmenta considerablement la superfície del fàrmac que entra en contacte amb els líquids gastrointestinals i en facilita la dissolució i la seva absorció.

Sovint, durant el procés de fabricació del medicament s'afegeixen els desintegrants i altres excipients (com dissolvents, lubricants, surfactants, fixadors i dispersants) per facilitar el procés de desintegració. Els surfactants augmenten la velocitat de dissolució del fàrmac en incrementar la seva solubilitat. Sovint s'empra la reducció de la mida de les partícules per augmentar la superfície del fàrmac, la qual cosa resulta eficaç per augmentar la velocitat de l'absorció gastrointestinal.



## Absorció de solucions

L'absorció dels fàrmacs que s'administren en forma de dissolució depèn de si aquests són capaços de sobreviure a les “perilloses” trobades amb les secrecions gastrointestinals, els baixos pH i els enzims potencialment degradadors. En general, si un fàrmac és estable en l'ambient intestinal, una escassa fracció d'ell passa a l'intestí gros. És el cas de fàrmacs escassament liofílics (de baixa permeabilitat), com els aminoglicòsids (com l'estreptomicina), que s'absorbeixen lentament a l'estómac i a l'intestí prim. Per a aquests fàrmacs, l'absorció per l'intestí gros serà més lenta, ja que la superfície d'absorció és menor.

### 4.3.2.8.2. Administració sublingual

Alguns fàrmacs es col·loquen sota la llengua (via sublingual), per tal que siguin directament absorbits pels capil·lars que estan sota d'aquesta. La via sublingual està especialment indicada per a l'administració de la nitroglicerina, que s'utilitza per alleujar l'angina de pit (dolor de pit), perquè l'absorció és ràpida i el fàrmac arriba immediatament a la circulació general, a diferència de la via oral, que passa abans a través de la paret intestinal i del fetge. No obstant això, la majoria dels fàrmacs no es pot administrar d'aquesta manera perquè la seva absorció és sovint incompleta i irregular.

### 4.3.2.8.3. Administració transdèrmica

Alguns fàrmacs es poden administrar mitjançant l'aplicació d'una mena de “pegat” sobre la pell. Aquests fàrmacs, que de vegades es barregen amb una substància química que intensifica la penetració, passen a la sang a través de la pell sense necessitat d'injecció. La via transdèrmica permet una administració lenta i contínua durant moltes hores, dies o més temps. No obstant això, en algunes persones apareixen irritacions a la zona on es col·loca el pegat. A més, la via transdèrmica està limitada per la velocitat amb què el fàrmac es mou a través de la pell, per aquest motiu només s'administren per aquesta via els fàrmacs que s'utilitzen diàriament a dosis relativament baixes. Per exemple la nitroglicerina (per l'angina de pit), l'escopolamina (per als marejos), la nicotina (per deixar de fumar), la clonidina (per a la hipertensió) i el fentanil (per alleujar el dolor).



#### 4.3.2.8.4. Administració rectal

Molts fàrmacs que s'administren per via oral poden també aplicar-se per via rectal en forma de supositori. En aquesta presentació el fàrmac es barreja amb una substància cerosa que es dissol després d'haver estat introduïda pel recte. El revestiment prim del recte i l'abundant reg sanguini permeten una ràpida absorció del fàrmac. Els supositoris es prescriuen quan algú no pot ingerir el fàrmac per via oral a causa de nàusees, incapacitat per deglutir o per restriccions en l'alimentació, com succeeix després d'una intervenció quirúrgica.

#### 4.3.2.8.5. Administració per inhalació

Alguns fàrmacs són inhalats, com ara els gasos utilitzats per a l'anestèsia i els aerosols per a l'asma. Es dirigeixen directament cap als pulmons on són absorbits cap al flux sanguini. Pocs fàrmacs s'administren per aquesta via, atès que la inhalació ha de ser curosament controlada perquè la persona rebi la quantitat justa de fàrmac. Atès que l'absorció a la sang d'una inhalació d'aerosol és altament variable, aquest mètode s'utilitza rarament per administrar fàrmacs que actuen sobre teixits o òrgans diferents dels pulmons.

#### 4.3.2.8.6. Administració parenteral

L'administració directa d'un fàrmac al torrent circulatori (normalment per via intravenosa) assegura l'arribada de tota la dosi a la circulació general. No obstant això, l'administració del fàrmac per una via que requereixi el seu pas a través d'una o més membranes biològiques (per exemple una injecció) per assolir la sang, no garanteix que s'absorbeixi totalment. Per fàrmacs proteics (amb  $PM > 20.000 \text{ g/mol}$ ) el pas a través de les membranes dels capil·lars és tan lent que després de l'administració, la major part de l'absorció es realitza a través del sistema limfàtic "per defecte". En aquests casos, la velocitat d'alliberament a la circulació sistèmica és lenta i incompleta.



#### 4.3.2.9. Biodisponibilitat

La biodisponibilitat és la proporció de principi actiu que entra a la circulació general i que, per tant, arriba al lloc d'acció.

Mentre que les propietats fisicoquímiques d'un fàrmac condicionen el seu potencial d'absorció, les propietats de la forma farmacèutica (del seu disseny i de la seva manufactura) són els determinants principals de la seva biodisponibilitat.

El concepte d'equivalència entre les formulacions d'un fàrmac és important a l'hora de decidir el tractament més adequat en cada situació. El terme equivalent químic s'aplica als medicaments que contenen el mateix principi actiu en la mateixa quantitat, però els ingredients inactius dels medicaments poden ser diferents. La biodisponibilitat depèn de factors relacionats amb la fisiologia i les patologies del pacient.

##### 4.3.2.9.1. Causes de baixa biodisponibilitat

Quan un fàrmac es dissol ràpidament i travessa les membranes amb facilitat, l'absorció tendeix a ser completa. Abans d'arribar a la vena cava, un fàrmac ha de descendir pel tracte gastrointestinal i travessar la paret intestinal i el fetge, que són llocs on habitualment es metabolitzen els fàrmacs; per tant, és possible que el fàrmac es metabolitzi abans d'arribar a la circulació general. Aquesta causa de baixa biodisponibilitat s'anomena **metabolisme de primer pas**. Molts fàrmacs tenen una baixa biodisponibilitat pel fet de sofrir un elevat metabolisme de primer pas.

En molts casos (per exemple a l'isoproterenol, noradrenalina, testosterona), l'extracció en aquests teixits és tan completa que la biodisponibilitat és pràcticament zero. No obstant això, per a fàrmacs amb metabòlits actius, les conseqüències d'aquest efecte depenen de la contribució del fàrmac o del metabòlit als efectes farmacològics desitjables o tòxics.

La biodisponibilitat escassa és freqüent en formulacions per a administració oral de fàrmacs poc solubles en aigua, que s'absorbeixen molt lentament. Quan l'absorció és lenta o incompleta, els factors que poden afectar la biodisponibilitat són més nombrosos que quan és ràpida o completa. En el primer cas, es pot esperar una resposta terapèutica molt més variable.

La permanència insuficient del fàrmac en el tracte gastrointestinal és una de les causes més comunes de biodisponibilitat escassa. A l'ingerir un fàrmac, aquest no roman en el tracte gastrointestinal més de 1-2 dies i a l'intestí prim només hi es entre 2-4 hores.



Si el fàrmac no es dissol amb facilitat o és incapaç de travessar l'epiteli intestinal (fàrmacs polars, molt ionitzats), el temps en què roman en el lloc d'absorció pot ser insuficient. En aquests casos, la biodisponibilitat no només és baixa, sinó que tendeix a ser molt variable.

A més, altres factors com edat, sexe, activitat, fenotip genètic, estrès, malalties o la cirurgia gastrointestinal prèvia, poden alterar, i fins i tot augmentar encara més les diferències en la biodisponibilitat.

#### 4.3.2.9.2. pH dels fluids gastrointestinals

Els rangs de pH en els fluids presents en els segments del tracte gastrointestinal són: a l'estómac, el pH va d'1 a 3; a l'intestí prim, el pH de 5 a 7; i a l'intestí gros, el pH és 8, aproximadament.

La influència del pH és un dels factors més importants en l'absorció de fàrmacs. La majoria dels fàrmacs que són àcids o bases febles s'absorbeixen en millors condicions en la seva forma no ionitzada a causa de la seva capacitat de difondre a través de les membranes biològiques quan aquesta és prou liposoluble.

El grau de ionització d'un fàrmac depèn de la seva constant de dissociació o pKa i del pH del medi en el qual es dissol. Així podria esperar-se que l'absorció de bases febles sigui òptima en l'intestí quan es troben no ionitzades.

Per contra, els fluids gàstrics àcids tendeixen a retardar l'absorció de bases febles, però promouen l'absorció de fàrmacs feblement àcids. L'intestí prim és la zona del tracte gastrointestinal que presenta les millors condicions fisiològiques per a l'absorció tant de bases com d'àcids.

Entre els factors que poden modificar el pH dels fluids gastrointestinals es poden esmentar:

- Estat de dejuni, període en el qual el pH del fluid gàstric varia entre 1 i 2.
- Ingestió d'aliments, causa més freqüent de canvis en l'acidesa, el que provoca un augment del pH a 3 o més en individus normals.
- Altres factors són el estats emocionals, fàrmacs (antiàcids, anticolinèrgics, etc.) i patologies gastrointestinals.





#### 4.3.2.10. Distribució

Després d'arribar a la circulació general, el fàrmac passa als teixits de l'organisme. La distribució és desigual per les diferències en la perfusió<sup>20</sup> sanguínia, el grau d'unió als teixits, les variacions regionals del pH i la diferent permeabilitat de les membranes cel·lulars.

La velocitat de penetració del fàrmac en el teixit depèn del flux sanguini, de la massa de teixit i de la proporció del fàrmac en sang i en teixit. A les zones amb una vascularització rica s'aconsegueix l'equilibri de distribució (la velocitat d'entrada i la velocitat de sortida són iguals) entre el plasma i el teixit més ràpidament que a les zones poc perfundides, tret que la difusió a través de les membranes sigui un pas limitant. Després d'aconseguir l'equilibri de distribució, les concentracions del fàrmac en els teixits i en el líquid extracel·lular, queden reflectides per la concentració plasmàtica.

El metabolisme i l'excreció tenen lloc simultàniament amb la distribució, el que determina un procés dinàmic i complex.

##### 4.3.2.10.1. Volum aparent de distribució

El volum de líquid en el qual sembla distribuir o diluir el fàrmac es denomina **volum aparent de distribució**. Aquest paràmetre informa sobre la concentració plasmàtica esperada per a una dosi concreta i també sobre la dosi requerida del fàrmac per obtenir una concentració concreta.

Cada fàrmac es distribueix en l'organisme d'una manera particular. Alguns tendeixen a dirigir-se als teixits grassos, altres romanen en el líquid extracel·lular i, finalment, altres es fixen amb avidesa a teixits específics, com el fetge o el ronyó. Molts fàrmacs àcids, per exemple l'àcid salicílic, es fixen molt a proteïnes i, per tant, tenen un volum aparent de distribució petit. Per altra banda, molts fàrmacs bàsics, com l'amfetamina i la meperidina, són captats amb avidesa pels teixits i el seu volum de distribució és més gran que el volum de tot l'organisme.

##### 4.3.2.10.2. Unió del fàrmac

El grau de distribució dels fàrmacs en els teixits depèn de la seva unió a les proteïnes plasmàtiques i a diversos components tissulars.

---

<sup>20</sup> **Perfondre:** acció que consisteix en fer que un líquid ingressi de manera lenta però sostinguda en l'organisme.



#### 4.3.2.10.3. Unió a proteïnes plasmàtiques

Els fàrmacs són transportats a la sang en solució i estan fixats a diversos components de la sang, tals com proteïnes i cèl·lules sanguínies. Moltes proteïnes plasmàtiques poden interaccionar i fixar-se amb els fàrmacs. Les més importants són l'albumina, la glucoproteïna àcida i les lipoproteïnes. Els fàrmacs de naturalesa àcida solen fixar-se a l'albumina, mentre que els de tipus bàsic tendeixen a unir-se a una de les dues últimes o les dues.

Ja que només el fàrmac lliure pot patir una difusió passiva cap als teixits i les zones extravasculares en què s'exerceix l'efecte farmacològic, la concentració de fàrmac lliure reflecteix millor la concentració del fàrmac en el lloc d'acció i, per tant, els seus efectes. La fracció lliure és un paràmetre més útil que la fracció unida. La fixació a les proteïnes plasmàtiques influeix en la distribució i en la relació entre l'activitat farmacològica i la concentració plasmàtica total del fàrmac. A concentracions elevades de fàrmac, la quantitat de fàrmac unit s'aproxima a un límit màxim, depenent del nombre de llocs d'unió disponibles. Per tant, es diu que la fixació és saturable.

#### 4.3.2.10.4. Fixació als teixits

Els fàrmacs poden unir-se a moltes substàncies, a més de proteïnes. Aquesta unió sol ser molt específica i involucra l'associació del fàrmac amb una macromolècula en un medi aquós. Un altre tipus d'associació és la distribució del fàrmac en el greix corporal. Atès que el teixit adipós és més dens, el temps necessari per assolir l'equilibri en ell és prolongat.

#### 4.3.2.10.5. Reservori de fàrmacs

L'acumulació en els teixits o en els compartiments corporals pot prolongar la permanència dels fàrmacs en el plasma i les seves accions perquè els teixits serveixen de dipòsit.

A mesura que la concentració plasmàtica disminueix, el fàrmac emmagatzemat es va alliberant a la circulació. La localització del lloc d'acció i les diferències relatives a la distribució tissular també poden ser importants.

Alguns fàrmacs s'acumulen a les cèl·lules en concentracions superiors a les aconseguïdes en el líquid extracel·lular. Aquesta acumulació sol implicar la fixació de fàrmacs a proteïnes cel·lulars, fosfolípids o àcids nucleics. El fàrmac emmagatzemat es troba en equilibri amb el plasmàtic i torna al plasma a mesura que es va eliminant l'organisme.



#### 4.3.2.11. Barrera hematoencefàlica

Els fàrmacs arriben al sistema nerviós central per mitjà de la circulació capil·lar i mitjançant el líquid cefaloraquidi. Aquesta distribució al cervell està restringida. Alguns fàrmacs liposolubles (com el tiopental) entren i exerceixen els seus efectes ràpidament, però els més hidrosolubles penetren al cervell amb més lentitud.

Una altra barrera important per als fàrmacs hidrosolubles són les cèl·lules del teixit glial<sup>21</sup> que formen una beina enganxada a la membrana basal de l'endoteli capil·lar. La barrera entre els vasos sanguinis i el sistema nerviós central constitueixen la **barrera hematoencefàlica**, que és la que confereix les característiques diferencials de permeabilitat entre aquests teixits i els de la resta de l'organisme. Així, els compostos polars són incapaços de penetrar en el cervell, però poden accedir al líquid intersticial de la majoria dels altres teixits. Impedeix que moltes substàncies tòxiques la travessin, al mateix temps que permet el pas de nutrients i oxigen.

Els fàrmacs poden passar directament al líquid cefaloraquidi ventricular mitjançant el **plexe coroideo**, i tenen accés al teixit cerebral per difusió passiva des del líquid cefaloraquidi. El plexe coroideo també és una zona de transport actiu d'àcids orgànics (com la penicil·lina) des del líquid cefaloraquidi a la sang.

Els factors principals que determinen la velocitat de penetració en el líquid cefaloraquidi o en altres cèl·lules, són el grau de fixació a les proteïnes, el grau de ionització i el quocient de partició lípid/aigua del compost.

La velocitat de penetració en el cervell és lenta en els fàrmacs que s'uneixen a proteïnes. En el cas d'àcids i bases febles ionitzats, la penetració és tan lenta que es considera pràcticament inexistent. En altres teixits de l'organisme, la perfusió és el determinant principal de la velocitat de distribució, però el sistema nerviós central està tan ben perforat que el factor més important sol ser la permeabilitat. No obstant això, en els teixits poc perfundits, per exemple el múscul i el teixit adipós, la distribució es perllonga notablement, sobretot si el teixit té molta afinitat pel fàrmac.

---

<sup>21</sup> **Teixit glial:** teixit connectiu propi del cervell.



### 4.3.3. Materials

- Phímetre
- Fàrmacs:
  - Frenadol
  - Adiro
  - Bion protect
  - Efferalgan
  - Ibuprofé (comprimits)
  - Paracetamol (comprimits)
  - Acetilcisteína Bexal
  - Ibuprofeno (en pols)
- Cullereta per homogenitzar
- Vas de precipitats
- Morter

### 4.3.4. Procediment

Es preparen dissolucions de cada fàrmac. Per preparar una dissolució d'un sòlid s'ha de seguir el procediment següent:

1. Primer de tot pesem el solut amb la balança i fem els càlculs adients per dissoldre-ho en 100ml.
2. Un cop hem fet els càlculs, es dissol amb aigua destil·lada a un vas de precipitats.
3. Per últim, s'homogeneïtza fins que no quedi solut visible.

Com que la majoria de medicaments estan en comprimits i no en pols, amb l'ajuda d'un morter es trituren per convertir-los en pols i així facilitar-ne la dissolució.

Quan s'han elaborat les dissolucions es transvasen a un vas de precipitat, per fer més còmode el procediment de mesura. Tot seguit s'introdueixen dos phímetres i s'anota el valor entremig, per tal de fer-lo més exacte.



### 4.3.5. Resultats i conclusions

El pH de cada dissolució van ser els següents:

- Frenadol → 1'8
- Adiro → 2'75
- Bion protect → 5'85
- Efferalgan → 5'6
- Ibuprofeno (comprimits) → 4'4
- Paracetamol (comprimits) → 6'6
- Acetilcisteína Bexal → 4'15
- Ibuprofeno (en pols) → 3'1



Fig. 46. Presa del pH de *Bion protect* amb els dos pHímetres

Per poder saber on s'absorbeix cada fàrmac, hem relacionat el pH de cada amb el seu pKa. Per tant, compararem aquests pH mesurats amb el pH de cada part de l'aparell digestiu.

A l'estómac, on el pH varia entre 1 i 3'5, s'absorbirà l'ibuprofeno en pols (pH= 3'1), l'adiro (pH= 2'75), i el frenadol (pH= 1'8).

La resta s'absorbiran a l'intestí prim ja que és l'òrgan amb una superfície d'absorció més gran, i el pH és entre 4 i 7, aproximadament. Aquests fàrmacs seran: Bion protect (pH= 5'85), Efferalgan (pH= 5'6), Ibuprofeno (comprimits) (pH= 4'4), Paracetamol (comprimits) (pH= 6'6) i Acetilcisteína Bexal (pH= 4'15).



## 4.4. Experiment 4:

# La bellesa de les reaccions químiques

### 4.4.1. Introducció

Dins la química hi ha infinit nombre de combinacions d'àtoms i molècules que originen diferents tipus de reaccions (precipitacions, canvis de color, explosions, etc). Si ens parem a observar-ho descobrirem que moltes són realment belles.

Existeix un projecte anomenat "Beautiful Chemistry"<sup>22</sup>, encapçalat per la Universitat de Ciència i Tecnologia de Xina i la Tsinghua University Press, que ens mostra la màgia de les reaccions químiques amb una qualitat visual meravellosa. El seu objectiu és cridar l'atenció sobre els microscòpics fenòmens químics, i ho aconsegueixen amb un resultat fascinant.

L'objectiu d'aquesta pràctica és reproduir alguns d'aquests experiments tan hipnòtics.

### 4.4.2. Materials

#### Per la gravació:

- ✓ Trípod per la càmera
- ✓ Càmera
- ✓ Ambient ben il·luminat
- ✓ Tub d'assaig
- ✓ Graella pel tub d'assaig

#### Reactius

- ✓ Zinc: Zn
- ✓ Nitrat de plata: AgNO<sub>3</sub>
- ✓ Sulfat de coure: CuSO<sub>4</sub>
- ✓ Hidròxid de sodi: NaOH
- ✓ Poliacrilat de sodi: (C<sub>3</sub>H<sub>3</sub>NaO<sub>2</sub>)<sub>n</sub>

### 4.4.3. Reaccions

- $\text{Zn} + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Ag}\downarrow$
- $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SiO}_3)_3 + \text{NaNO}_3$
- $2\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4 + \text{NaSO}_4$
- $(\text{C}_3\text{H}_3\text{NaO}_2)_n + \text{H}_2\text{O}$

<sup>22</sup> Web Beautiful Chemistry: <http://www.beautifulchemistry.net/>





#### 4.4.4. Procediment

Per començar, es prepara el trípod amb la càmera de fer fotos a la mateixa altura que la taula on es duran a terme les diferents reaccions. L'ambient on es faran ha de ser lluminós per poder obtenir bones gravacions. Quan les condicions ambientals estan ajustades i el tub d'assaig net, es comença amb la primera reacció. Un cop feta, es renta en tub d'assaig i es continua fins fer totes les reaccions.

Tot el procediment queda gravat i l'editarem amb el Sony Vegas 12.0. Es pot accedir al vídeo a través de les següents direccions:

<https://youtu.be/NQpKNupe3d0> (versió 1 minut)

<https://youtu.be/kD0X78PEINE> (versió 2 minuts)

#### 4.4.5. Resultats i conclusions

Com es pot observar totes les reaccions excepte la figura 49, són reaccions de precipitació. En les quals, un compost en estat líquid es transforma en sòlid en posar-se en contacte amb un altre.

En la figura 49 la reacció absorbeix aigua augmentant així el seu volum.



Fig. 47. Jardí químic:  
 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_6 + \text{Na}_2\text{SiO}_3$



Fig. 48. Precipitació:  
 $\text{CuSO}_4 + \text{NaOH}$



Fig. 49. Poliacrilat de sodi  
 $(\text{C}_3\text{H}_3\text{NaO}_2)_n$



Fig. 50. Precipitació de la plata



## 4.5. Experiment 5: Curs sobre física i química a la vida quotidiana

### 4.6.1. El curs

Per tal d'ampliar els meus coneixements de ciència vaig decidir participar a una de les nombroses activitats d'estiu que oferia la Universitat Autònoma de Barcelona. El curs que vaig decidir fer es titulava "*Física i química per entendre el què passa al nostre voltant*". Com bé indica el títol tractava sobre els fenòmens físics i químics que ens envolten. La seva durada era de cinc dies, unes 20 hores aproximadament.

El primer dia ens van presentar la universitat i el curs, i tot seguit, ens vam dirigir al laboratori i vam resoldre un petit repte que els professors ens van presentar per donar tret de sortida al curs. Es tractava de problemes relacionats amb temes de física i química que es cursen a 1r de Batxillerat principalment. Hi havia alumnes que havien cursat 4t d'ESO i altres 1r de Batxillerat, per la qual cosa era necessària la cooperació entre tots per resoldre'ls. Si resolíem bé els problemes ens donaven uns determinats punts, amb els quals després podríem "comprar" el material necessari pels pròxims experiments.

El segon i el tercer dia vam treballar la química. Just arribar al laboratori, ens agrupàvem en grups de quatre i participaven en un petit concurs on s'havia d'escollir la resposta correcta. Les preguntes eren molt interessants, ja que la majoria d'elles estaven relacionades amb a vida quotidiana. Per exemple, ens preguntaven per què plou, de què estan fets principalment els éssers vius, què és un biomaterial, com funciona l'airbag d'un cotxe, com es pot produir electricitat químicament, què és la pluja àcida, quin gas porten els refrescos, com es transmeten les senyals nervioses... Aquestes són vuit de les trenta preguntes que ens van fer en total.

Seguidament, dividíem la classe en quatre grups on cada havia de respondre i comprovar experimentalment una de les preguntes noves que ens formulaven. Les preguntes amb les quals ens van proposar experimentar eren les següents:

- ▶ Quin és l'efecte de la concentració de  $\text{SO}_2$  en la formació de pluja àcida?
- ▶ Com afecta la concentració de  $\text{CO}_2$  a l'acidesa dels oceans?
- ▶ Que produeix més  $\text{CO}_2$ , la combustió del cotxe o la respiració humana?
- ▶ Quin és l'efecte de diferents àcids en la descomposició de la carn?
- ▶ Com es regula el pH al nostre cos (a la sang i a l'estómac)?



- ▶ Quins són els aliments que poden alliberar més o menys energia per unitat de massa?
- ▶ Com evoluciona la quantitat de vitamina C que conté el suc de taronja?

Al acabar d'experimentar, cada grup explicava en què havia consistit la seva recerca i quins eren els resultats i les conclusions. La pregunta que vam treballar al meu equip va ser: Que produeix més  $\text{CO}_2$ , la combustió del cotxe o la respiració humana? (Pràctica adjuntada).

Quan s'havia exposat, tocava una activitat de defensar unes idees que podien esdevenir avanços per la humanitat o no. El primer dia en concret, vam parlar de biocombustibles i al meu equip va tocar defensar-ne l'ús, el segon vam parlar de la millor equipació per un ciclista seguint les principals lleis de la física.

En aquest curs vaig descobrir explicacions que lliguen la ciència i la vida humana.

## **4.6.2. Pràctica: Què produeix més $\text{CO}_2$ , la combustió del cotxe o la respiració humana?**

### **4.6.2.1. Introducció**

Aquesta pràctica està enfocada al fet que el creixement de la població humana ha anat augmentant i amb això la producció de  $\text{CO}_2$ . El principal objectiu és observar quin és el seu efecte i quina n'és la font principal.

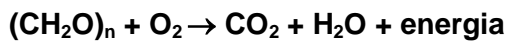
### **4.6.2.2. Fonament teòric**

Una de les causes principals de contaminació al planeta és l'escalfament global o efecte hivernacle, i un dels majors responsables és el diòxid de carboni ( $\text{CO}_2$ ). L'ésser humà contribueix a la producció de el  $\text{CO}_2$  mitjançant les seves accions. Només per respirar, els humans emetem per persona i cada dia uns 1.140 g de  $\text{CO}_2$ , si seguim una dieta mitjana d'unes 2.800 kcal/dia. Aquesta quantitat no és menyspreable. El  $\text{CO}_2$  emès per dia i per persona equival al que emet un automòbil en un recorregut d'uns 5 quilòmetres.

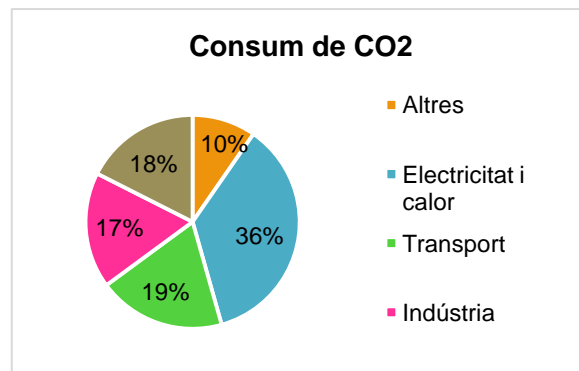
Que no entri el pànic: el balanç (net) del carboni que entra per l'alimentació i el que s'emet per la respiració és igual a zero. Per tant, a l'atmosfera li és igual que siguem pocs o molts, sempre que allà fora funcioni la fotosíntesi que agafa carboni a l'aire i fixa el carboni atmosfèric en els aliments (el biocombustible que fem servir).



La reacció que té lloc al cos humà és la següent:



Com es pot observar el gràfic, la principal font de producció de  $\text{CO}_2$  és l'extracció de residus fòssils i derivats del petroli i el gas. Les fàbriques de carbó també són productores de  $\text{CO}_2$  en gran nombre. El transport que més emissions de carboni produeix és el transport aeri.



#### 4.6.2.3. Materials

- Matràs Erlenmeyer
- Embut
- Bossa de plàstic
- Fum de cotxe
- Diòxid de carboni ( $\text{CO}_2$ ) procedent de la respiració humana.
- Hidròxid de calci ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )
- Tap de suro

#### 4.6.2.4. Procediment

A partir de la següent reacció:  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Podrem determinar la quantitat de carbonat càlcic ( $\text{CaCO}_3$ ), ja que aquest compost és insoluble en aigua. Precipitarà i evaporarem l'aigua que ha quedat de la reacció, llavors el podrem pesar.

Primer de tot preparem dos dissolucions saturades d'hidròxid de calci en aigua, i amb ajuda de l'embut s'afegeixen al matràs Erlenmeyer. El següent pas és bufar durant 1 min a una de les dos dissolucions. Paral·lelament, s'ha d'agafar el fum que expulsa la combustió del motor d'un cotxe amb una bossa. Aquest aire s'ha d'introduir durant 1 min a l'altra solució d'hidròxid de sodi. Passat el temps indicat es tapen les dos dissolucions amb un tap de suro per tal que no s'escapi cap gas.



#### 4.6.2.5. Resultats

Hem observat que la dissolució que s'ha tornat més blanca i tèrbola ha sigut la del fum del cotxe. La dissolució on hi havia l'aire de la respiració humana també s'ha enterbolit però no tant com l'altra.



Fig. 51. Resultat

#### 4.6.2.6. Conclusions

Responent a la pregunta: Què produeix més  $\text{CO}_2$ , la combustió del cotxe o la respiració humana? Podem respondre que el responsable és el  $\text{CO}_2$  que expulsa el cotxe, atès que la seva dissolució és la més tèrbola que la dissolució corresponent a la respiració humana.



## 5. Conclusions

La química quotidiana ofereix moltes situacions per estudiar. Dels múltiples fenòmens químics del nostre voltant i generalment no explicats, n'he explicat alguns d'ells: com actua un sabó, com es forma i com actua l'aspirina, com s'absorbeix un fàrmac. L'elaboració de les pràctiques, m'ha portat a comprendre la dinàmica en què es donen les diferents reaccions i amb això, he trobat respostes coherents a aquests fenòmens.

Confeccionant el treball m'he adonat del canvi radical que la química ha fet: des del descobriment primitiu del foc fins a les tecnologies sorprenents que existeixen en l'actualitat. Per tant, això és raó per donar importància a aquesta disciplina. Amb l'ajuda de la tutora i els meus coneixements, he realitzat una investigació seguint el mètode científic per tal que tot surti el millor possible. Si recordem quins eren els objectius veurem que estan tots assolits:

**Descriure l'evolució de la ciència i els personatges significatius.** Buscant informació sobre la ciència en general, vaig veure que existien personatges prou importants per ser esmentats<sup>23</sup>. Entre ells tenim a Antonie Lavoisier, el creador de la química moderna; Demòcrit, que va ser el primer en proposar la paraula “àtom”; Mendeleiev, per la classificació de tots els elements químics, és a dir, la creació de la taula periòdica; John Dalton, per proposar els termes “*element*” i “*compost*”; etc.

**Entendre la importància de la química en la nostra vida.** Alhora que la ciència evoluciona, la química també ho fa i va adquirint certa importància per les nostres vides. Cada descobriment que s'ha fet, gairebé sempre ha millorat la qualitat de vida humana. És el cas, per exemple, dels medicaments i les vacunes, de les cremes pel cutis, de la forma de conservació d'aliments, del maquillatge, els tints, els sabons, etc. Sense algun d'aquests elements la nostra vida no tindria el mateix grau de comoditat que té actualment.

**Fer una investigació científica utilitzant el mètode científic.** Com s'ha pogut observar, seguint el mètode científic s'han pogut fer considerables troballes al llarg de la història de la química, és aquest el motiu que m'ha dut a utilitzar-lo per les meves pràctiques.

**Conèixer la química i les seves branques.** Observant els seus descobriments, m'he fixat en què n'hi ha que es relacionen amb altres disciplines científiques, per tant, he conegut totes les branques que té la química pura i la química aplicada. La química pura estudia les diferents substàncies (inorgàniques i orgàniques), mentre que la química aplicada es basa en la química pura per solucionar varies dificultats.

---

<sup>23</sup> Es pot veure la seva biografia als annexos.





**Aprendre què és un sabó i com actua.** He entès perquè neteja un sabó i com se n'elaboren les diferents textures. M'he n'he adonat el poder que té una diminuta molècula, perquè és gràcies a un conjunt de molècules d'oli (àcid gras) que el sabó sigui efectiu per rentar. L'elaboració del sabó necessita una agitació vigorosa per poder arribar a formar-lo (reacció de saponificació), però si es vol accelerar la reacció sempre es pot afegir un catalitzador<sup>24</sup>.

L'aplicació d'aquest nou sabó dependrà del seu pH: si és neutre (pH=7) anirà destinat a la pell, però si és bàsic (pH>7) s'haurà de fer servir per la roba, ja que si s'utilitza per la pell la pot irritar.

**Sintetitzar un medicament d'ús habitual.** L'aspirina és un dels fàrmacs més utilitzats al llarg dels anys i està format per àcid acetilsalicílic. És un fàrmac emprat com a analgèsic, antipirètic, i antiinflamatori, a més té un efecte anticoagulant i, per això, s'usa a baixes dosis durant llarg termini per a evitar atacs al cor a gent propera a patir-ne. Elaborar aquesta pràctica és més complexa que l'anterior en termes de disseny, perquè el sistema que vam utilitzar per fer la síntesis no el coneixia ja que no l'havia preparat anteriorment.

**Aprendre com s'absorbeixen els fàrmacs que ens prenem.** Els fàrmacs que ens prenem es poden absorbir al llarg de tot el sistema digestiu, la seva absorció depèn de propietats fisicoquímiques (pes molecular, la liposolubilitat o el grau d'ionització), de la via d'administració, de factors fisiològics (edat) i de factors patològics.

**Mostrar un recull de reaccions químiques en un vídeo.** Al adonar-me de la bellesa que tenen certes reaccions químiques, vaig decidir fer-ne un recull. En el vídeo es poden veure tres reaccions de precipitació i una que en afegir aigua, augmenta el seu volum. Aquests vídeos han estat editats amb el programa Sony Vegas 12.0 i amb ajuda de la meva tutora.

Tenir coneixements sempre és enriquidor, per tant, el conèixer aquestes situacions també, ja que moltes vegades les executem i mai ens aturem a pensar en el complexos que poden arribar ser alguns fenòmens. Realitzar aquest treball m'ha suposat hores de pràctiques, de recerca i contraposició d'informació, d'estar davant de l'ordinador revisant i intentant millorar-lo... Bé, tot el que suposa un treball, però crec que el millor és que m'ha fet reflexionar i esforçar-me. Seguint aquest camí he après i he assolit els meus objectius.

Dels 7.481.719.899 habitants que hi ha ara mateix al món, hi haurà gent treballant o descansant, conduint o caminant, menjant... I potser hi ha algú com jo, que, amb les ganes i la motivació amb la què ha treballat, es sent satisfet amb el seu treball de recerca de segon de batxillerat.

---

<sup>24</sup> **Catalitzador:** substància que incrementa la velocitat d'una reacció química.



## 6. Bibliografia

A. Jimeno, L. Ugedo (2008). *BIOLOGIA 1 BATXILLERAT*. Consulta: novembre 2016. Pàg. 46-55: Els lípids

## 7. Webgrafia

Danielle Reid (2003-2016), *SAPONIFICATION: DEFINITION, PROCESS & REACTION*. Consulta: juny del 2016, des de:

<http://study.com/academy/lesson/saponification-definition-process-reaction.html>

Química explicada (2010), *SAPONIFICACIÓN - REACCIÓN QUÍMICA DEL JABÓN*. Consulta: juny del 2016, des de:

<http://quimica-explicada.blogspot.com.es/2010/07/saponificacion-reaccion-quimica-del.html>

Ángeles Méndez (2010), *RAMAS DE LA QUÍMICA*. Consulta: juny del 2016, des de:

<http://quimica.laquia2000.com/general/ramas-de-la-quimica#ixzz4CJNiTX5C>

CulturaGeneral.net (2012), *HISTORIA DE LA QUÍMICA*. Consulta: juliol 2016, des de: <http://culturageneral.net/Ciencias/Quimica/Historia/index.html>

Luis Andres Sanchez (2013), *ORIGEN E HISTORIA DE LA QUÍMICA*. Consulta: juliol 2016, des de:

<http://es.slideshare.net/luisandressanchez56/origen-e-historia-de-la-quimica>

Leo Icara (2007), *LA EVOLUCIÓN DE LA QUÍMICA COMO CIENCIA EXPERIMENTAL*. Consulta: juliol 2016, des de:

<http://www.xatakaciencia.com/quimica/la-evolucion-de-la-quimica-como-ciencia-experimental>



Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos (2016), *ORIGEN DE LOS MEDICAMENTOS*. Consulta: juliol 2016, des de:

<http://www.portalfarma.com/Ciudadanos/saludpublica/consejosdesalud/Paginas/2212origenmedicamentos.aspx>

Berta Pérez (2013), *¿QUÉ ES UN MEDICAMENTO?* Consulta: juliol 2016, des de: [https://www.coflugo.org/docs/Medicamentos\\_que\\_debemos\\_saber.pdf](https://www.coflugo.org/docs/Medicamentos_que_debemos_saber.pdf)

Larousse de la Salud (2010), *¿QUÉ SON LOS MEDICAMENTOS?* Consulta: juliol 2016, des de: <http://medicamentos.doctissimo.es/farmacos/lo-esencial-sobre-los-medicamentos/que-son-los-medicamentos.html>

The National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases (NIH) (2008), *EL APARATO DIGESTIVO Y SU FUNCIONAMIENTO*. Consulta: agost 2016, des de: <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/anatomia/aparato-digestivo/Pages/fact.aspx>

Manual Merck, *ABSORCIÓN Y ELIMINACIÓN DE FÁRMACOS*. Consulta: agost 2016, des de: <http://manualmerck.tripod.com/MMCap298.htm>

Edda Costa, Marianne Lutz, *FACTORES FISIOLÓGICOS QUE INFLUENCIAN LA BIODISPONIBILIDAD DE MEDICAMENTOS*. Consulta: agost 2016, des de: [http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias\\_quimicas\\_y\\_farmaceuticas/arancibiaa02/03a.html](http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/arancibiaa02/03a.html)

Quien.NET (2004-2015), *BIOGRAFÍA DE ROBERT BOYLE - ¿QUIÉN FUE?* Consulta: setembre 2016, des de: <http://www.quien.net/robert-boyle.php>

Educaplus.org (2016), *ROBERT BOYLE (1627-1691)*. Consulta: setembre 2016, des de: [http://www.educaplus.org/gases/bio\\_boyle.html](http://www.educaplus.org/gases/bio_boyle.html)

Biografías y Vidas (2004-2016), *ROBERT BOYLE*. Consulta: setembre del 2016, des de: <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/b/boyle.htm>



Claudio (texto resumido y confeccionado con la ayuda de las siguientes fuentes: Historia de las Ciencias Desiderio Papp, Historias Curiosas de la Ciencia, El Jardín de Newton José Manuel Sánchez Ron) (2014), *ANTOINE LAVOISIER PADRE DE LA QUIMICA MODERNA BIOGRAFIA VIDA Y OBRA*. Consulta: setembre 2016, des de: <http://historiaybiografias.com/lavoisier/>

Biografías y Vidas (2004-2016), *ANTOINE-LAURENT DE LAVOISIER*. Consulta: setembre del 2016, des de:

<http://www.biografiasyvidas.com/biografia/l/lavoisier.htm>

Ecu red (Texto extraído de: www.webdianoia.com: Vida y obras de Empédocles), *EMPÉDOCLES DE AGRIGENTO*. Consulta: setembre del 2016, des de: [https://www.ecured.cu/Emp%C3%A9docles\\_de\\_Agrigento](https://www.ecured.cu/Emp%C3%A9docles_de_Agrigento)

Biografías y Vidas (2004-2016), *EMPÉDOCLES DE AGRIGENTO*. Consulta: setembre del 2016, des de:

<http://www.biografiasyvidas.com/biografia/e/empedocles.htm>

Alberto Jordán (2008), *ARISTÒTIL*. Consulta: setembre del 2016, des de: [https://www.upf.edu/pdi/dcom/xavierberenguer/recursos/fig\\_calc/2/estampes/1\\_7.htm](https://www.upf.edu/pdi/dcom/xavierberenguer/recursos/fig_calc/2/estampes/1_7.htm)

Viquipèdia (2016), *ARISTÒTIL*. Consulta: setembre del 2016, des de: <https://ca.wikipedia.org/wiki/Arist%C3%B2til>

La pàgina de la filosofia, *DEMÒCRIT (DÉMOCRITE)*. Consulta: octubre 2016, des de: <http://webs.racocatala.cat/filosofia/fil-democrit.htm>

Col·legi Pompeu Fabra (Salt) (2014), *ÀTOMS DE DEMÒCRIT (330 A.C.)*. Consulta: octubre 2016, des de:

<https://sites.google.com/site/segueixelfieldelahistoria/330-ac---atoms-de-democrit>



Viquipèdia (2016), *FRIEDRICH WÖHLER*. Consulta: octubre 2016, des de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Friedrich\\_W%C3%B6hler](https://es.wikipedia.org/wiki/Friedrich_W%C3%B6hler)

Biografías y Vidas (2004-2016), *FRIEDRICH WÖHLER*. Consulta: octubre del 2016, des de: <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/w/wohler.htm>

Viquipèdia (2016), *DMITRI MENDELÉYEV*. Consulta: octubre 2016, des de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Dmitri\\_Mendel%C3%A9yev](https://es.wikipedia.org/wiki/Dmitri_Mendel%C3%A9yev)

Biografías y Vidas (2004-2016), *DMITRI IVANOVICH MENDELÉIEV*. Consulta: octubre del 2016, des de: <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/m/mendeleiev.htm>

Astronomía Educativa: Tierra, Sistema Solar y Universo, *DMITRI MENDELÉYEV Y LA TABLA PERIÓDICA*. Consulta: octubre del 2016, des de: <http://www.astromia.com/biografias/mendeleiev.htm>

Equipo de buscabiografias.com (1999), *JOHN DALTON*. Consulta: octubre del 2016, des de:

<http://www.buscabiografias.com/biografia/verDetalle/1815/John%20Dalton>

Chemical Heritage Foundation, *JOHN DALTON*. Consulta: octubre del 2016, des de: <https://www.chemheritage.org/historical-profile/john-dalton>

SHD(0205) *DALTON, JOHN (1766-1844)*. Consulta: octubre del 2016, des de: <http://www.mcnbiografias.com/app-bio/do/show?key=dalton-john>

Viquipèdia (2016), *NIELS BOHR*. Consulta: octubre 2016, des de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Niels\\_Bohr](https://es.wikipedia.org/wiki/Niels_Bohr)



Equipo de buscabiografias.com (1999), *NIELS BOHR*. Consulta: octubre del 2016, des de:

<http://www.buscabiografias.com/biografia/verDetalle/2081/Niels%20Bohr>

Nobel Media AB (2014), *NIELS BOHR - FACTS*. Consulta: octubre 2016, des de:

[https://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1922/bohr-facts.html](https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1922/bohr-facts.html)

Viquipèdia (2016) *ÁCIDO ACETILSALICÍLICO*. Consulta: desembre 2016, des de:

[https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido\\_acetilsalic%C3%ADlico#V.C3.ADas\\_de\\_administraci.C3.B3n\\_.28formas\\_de\\_uso.29](https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_acetilsalic%C3%ADlico#V.C3.ADas_de_administraci.C3.B3n_.28formas_de_uso.29)

Biblioteca Nacional de Medicina de los EE.UU. (2016). *ASPIRINA*. Consulta: desembre 2016, des de:

<https://medlineplus.gov/spanish/druginfo/meds/a682878-es.html#why>





## 8. Annexos

### 8.1. R. Boyle

Robert Boyle (Lisemore (actual Irlanda) 1627-Londres, 1691) va ser un filòsof natural, químic, físic i inventor. També va ser un prominent teòleg cristià. Prové d'una família aristocràtica i econòmicament acomodada, situació que li va permetre accedir a una formació d'elit. Va ser el menor dels catorze fills del comte de Cork.



Fig. 52. Retrat de R. Boyle

Durant dotze anys va treballar a la Universitat d'Oxford com a assistent de Robert Hooke, i seria en aquest període que va realitzar una sèrie d'experimentacions claus per determinar les característiques físiques de l'aire i el paper d'aquest en processos com la combustió, la respiració i la difusió del so.

L'alquímia prometia l'habilitat de convertir metalls en or i la capacitat de crear un líquid per aturar l'envelliment. Boyle va proposar el concepte d'element, que no podia ser separat en components de matèria més petits. La teoria de l'element de Boyle va desafiar la tesi sostinguda d'Aristòtil que indicava que tota la matèria està feta de terra, aigua, foc o aire.

Com a científic és conegut principalment per la formulació de la llei de Boyle. A més, és generalment considerat com el primer químic modern, i per tant un dels fundadors de la química moderna. La seva obra "*The Sceptical Chymist*" (1661) és considerada una obra fonamental en la història de la química ja que explicava la majoria dels seus descobriments.

Va descobrir els indicadors, substàncies que permeten distingir els àcids de les bases

Experimentant amb de la bomba d'aire va aconseguir demostrar l'afirmació de Galileu Galilei que una ploma i un tros de plom cauen a la mateixa velocitat, i també que el so és impossible de transmetre en el buit.

L'experimentació de Boyle també va produir resultats que van demostrar que el volum i la pressió són inversament proporcionals. Això vol dir que quan el volum de l'aire disminueix, la pressió s'incrementa.



## 8.2. A. Lavoisier

Antoine-Laurent de Lavoisier (París, 1743 – París, 1794) va ser un químic, biòleg i economista francès, considerat el creador de la química moderna, conjuntament amb la seva dona, la científica Marie-Anne Pierrette Paulze, pels seus estudis sobre l'oxidació dels cossos, el fenomen de la respiració animal, l'anàlisi de l'aire, la llei de conservació de la massa o llei Lomonósov-Lavoisier, la teoria calòrica i la combustió, i els seus estudis sobre la fotosíntesi.



Fig. 53. Retrat de A. Lavoisier i la seva dona.

El seu pare era un advocat acomodat. Els seus primers passos es van dirigir al món del dret, però, com a resultat d'escoltar unes conferències de l'astrònom Lacleire, va desenvolupar un entusiasme per la ciència.

Va ser un dels creadors de la química moderna, va arrencar on l'havia deixat Boyle. Va reformar radicalment el concepte de la química. Lavoisier va aconseguir construir un complet i modern laboratori (possiblement un dels millors del món) gràcies als impostos que cobrava als pobres. Va definir i enumerar cinquanta-cinc elements, entre ells l'oxigen, l'hidrogen i el nitrogen. Va aconseguir una distinció entre un element químic i un compost. Tot això sense preparació acadèmica però d'esperit veritablement científic

En els temps de Lavoisier es creia, encara, que l'aigua, a l'evaporar-se, es transformava parcialment en terra i en sorra. La teoria semblava confirmada pels experiments pràctics, ja que sempre que es fa bullir aigua fins a la seva completa evaporació queden en els recipients residus de terra. Però Lavoisier va capgirar aquesta creença i fa afirmar que l'aigua quan s'evapora es transforma en gas.



### 8.3. Empèdocles

Empèdocles va néixer a Agrigent (Sicília), l'any 495 a.C., i va morir probablement l'any 435 a.C. Va ser un destacat polític, filòsof i poeta grec. Empèdocles va néixer a una família il·lustre, i va arribar a ser cap de la fracció democràtica de la seva ciutat natal. La seva fama com a científic unida a la seva posició social, li va permetre ocupar importants càrrecs en la vida pública.



Fig. 54. Retrat d'Empèdocles

El final de la seva vida el va passar exiliat al Peloponès. Es van forjar diverses versions entorn de la seva mort, la més coneguda de totes és aquella segons la qual s'hauria llançat al volcà Etna per ser venerat com un déu pels seus conciutadans.

Va postular la teoria de les quatre arrels o teoria dels quatre elements, a les quals Aristòtil més tard va anomenar elements. Ajuntant l'aigua de Tales de Milet, el foc d'Heràclit, l'aire d'Anaxímenes i la terra de Jenófanes les quals es barregen i conformen aquesta teoria. Aquestes arrels estan sotmeses a dues forces, que pretenen explicar el moviment del món: l'Amor, que uneix aquestes forces, i l'Odi, que les separa.

Sobre aquestes bases Empèdocles va dedicar gran interès a l'observació de la naturalesa (botànica, zoologia i fisiologia), i va exposar originals concepcions sobre l'evolució dels organismes vius i la circulació de la sang. En astronomia va identificar correctament que la llum de la Lluna no era llum pròpia sinó reflectida, i creia el mateix del Sol. També va considerar que el terra era una esfera.



## 8.4. Aristòtil

Aristòtil (Estagira, Grècia, 384 aC - Eubea, Grècia, 322 aC) va ser un filòsof, lògic i científic de l'Antiga Grècia. Se'l considera com un dels grans pensadors de la humanitat, ja que les seves idees han exercit una enorme influència sobre Occident.

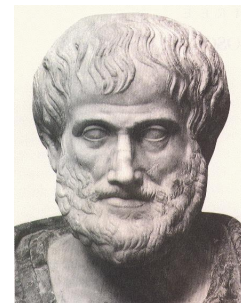


Fig. 55. Retrat d'Aristòtil

Va dominar el coneixement de la seva època, des de la filosofia a la biologia, des de les matemàtiques fins a la psicologia. No tan sols va estudiar, gairebé tots els àmbits del coneixement existents al seu temps, sinó que, a més, va fer contribucions significatives a la majoria d'aquests.

Dins l'Àmbit de la ciència, Aristòtil va estudiar anatomia, astronomia, economia, embriologia, geografia, geologia, meteorologia, física i zoologia. Ell concebia l'univers com una estructura geocèntrica, on el planeta terra romanien envoltat de cinquanta-cinc esferes que es movien eternament en cercles.

Va ser educat en la cort de Macedònia, on el seu pare, Nicòmac, ocupava el càrrec de metge real. Als 18 anys d'edat, atret segurament pels textos de la República i Fedó (totes dos obres són del filòsof Plató), viatja i s'estableix a Atenes. Entra a l'Acadèmia i comença l'estudi de doctrines platòniques.

Va començar a escriure els seus escrits científics sota influències socràtiques i platòniques. Així, en el seu tractat sobre cosmologia titulat "*Sobre els cels*", s'observa clarament com a renúncia a la necessitat de comprovar les seves teories mitjançant l'experiència o l'observació. Tot i això, va estar subjecte a tota una evolució intel·lectual que conclouria amb el mètode científic, utilitzat per realitzar tots els seus escrits sobre biologia i classificació de les espècies.

La intenció d'Aristòtil va ser aconseguir l'obtenció del coneixement mitjançant el camí de l'observació i de l'experiència.



## 8.5. Demòcrit

Demòcrit va ser un filòsof grec presocràtic i matemàtic que va viure entre els segles V-IV a. C. Va néixer a Abdera (nord de Grècia). Era un deixeble de Leucip, i per això segueix la seva teoria: la Teoria Atòmica. Va escriure nombroses obres, però d'algunes només en perduren escassos fragments. Una de les obres més importants va ser la teoria atòmica.

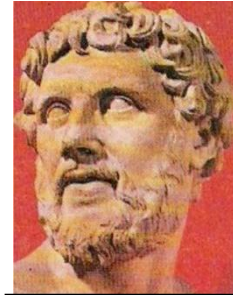


Fig. 56. Retrat de Demòcrit

Segons aquesta teoria de la matèria, totes les coses es componen de partícules (àtoms) diminutes de matèria pura, invisible i indestructibles (en grec *atoma*, "indivisible"), que es mouen lliurement per l'espai buit amb in moviment etern (en grec *kenon*, "el buit"). Encara que els àtoms estiguin fets de la mateixa matèria, difereixen en forma, mida i pes. Els àtoms topen i giren, i formen els cossos compostos, ja visibles.

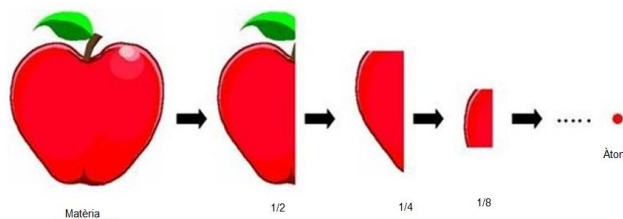


Fig. 57. Concepció de la matèria segons Demòcrit



## 8.6. Friedrich Wöhler

Va néixer el 1800 a Eschersheim (avui pertany Frankfurt-on-Main, Alemanya) i va morir el 1882. Va ser un pedagog i químic alemany, conegut per la síntesi de la urea, però també per ser el primer a aïllar diversos elements químics. Això va tenir una gran repercussió en el desenvolupament de la química al segle XIX, ja que va desmentir la teoria que defensava que els compostos orgànics no poden ser preparats mitjançant processos de síntesi.



Fig. 58. Retrat de F.Wöhler

També era conegut per ser un co-descobridor de beril·li (Be), silici (Si) i nitrur de silici ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) així com la síntesi de carbur de calci ( $\text{CaC}_2$ ), entre d'altres. Va obtenir per primera vegada alumini pur (Al) per l'acció del potassi (K) sobre el clorur d'aquest metall (1827). També va dur a terme investigacions importants sobre l'àcid úric i l'oli d'ametlles amargs en col·laboració amb un químic alemany i va desenvolupar el mètode per preparar el fòsfor que se segueix utilitzant avui.

El seu nom està unit sobretot a la síntesi de la urea (1828). Per aquestes raons és considerat un pioner en el camp la química orgànica en veure el resultat de la síntesi de la urea (1828).

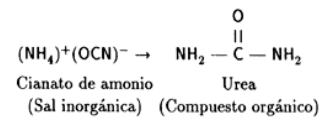


Fig. 59. Síntesi de la urea (1828)

Amb tots aquests descobriments, va escriure diversos llibres de text de química orgànica i inorgànica.

Mitjançant la seva contribució es va demostrar, en contra del pensament científic de l'època, que un producte dels processos vitals es podia obtenir en el laboratori a partir de matèria inorgànica. La seva aportació al món científic va ser molt important ja que gràcies a ell és que avui dia es coneix que la substància inorgànica cianat d'amoni pot convertir-se en urea, una substància orgànica que es troba en l'orina de molts animals.





## 8.7. Dimitri Ivanovich Mendeleiev

Dmitri Ivànovitx Mendeléiev va ser un químic rus que va néixer l'any 1834 a Tobolsk i va el 1907 a Sant Petersburg. És famós pel descobriment de la taula periòdica dels elements.

La seva família, de la qual era el menor de disset germans, es va veure obligada a emigrar de Sibèria a Rússia a causa de la ceguesa del pare i de la pèrdua del negoci familiar arran d'un incendi. Aquesta va invertir en l'educació de Dmitri. Primerament, Mendeléiev, no va ser admès a l'universitat; a causa del seu origen siberià, però finalment va ingressar a l'Institut Pedagògic de Sant Petersburg.

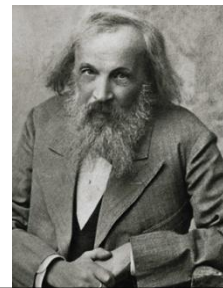


Fig. 60. Retrat de D. I. Mendeleiev

Va dedicar gran part de la seva vida a estudiar l'expansió tèrmica dels elements, la teoria química de la dissolució, la naturalesa del petroli, les desviacions dels gasos ideals. Així mateix, també va descobrir el punt crític i va realitzar una formulació molt més exacta de l'equació d'estat. No obstant això, la seva principal investigació va ser l'enunciació de la llei periòdica dels elements químics, més coneguda com Taula Periòdica. El 1869 va publicar el seu llibre "*Principis de la química*", en què desenvolupava aquesta teoria i té l'origen a unes targetes on el rus anava enumerant les propietats més significatives dels elements conegut fins aleshores.

Fig. 61. "Principis de la química" (1869)

El sistema periòdic classifica tots els elements químics, tant naturals com creats, basant-se la seva massa atòmica de forma creixent. D'aquesta manera, es situen en la mateixa columna aquells elements que tinguin alguna propietat en comú. A més, va intuir que encara faltaven elements per descobrir-se, i per aquest motiu hi havia buits a la taula. L'ordenació dels elements químics va ser la gran aportació a la ciència, ja que aquesta agrupa pesos atòmics i valències. L'elaboració de la taula com a tal va ser realitzada al llarg dels anys 1868-1869.

Va estar a punt d'aconseguir un Premi Nobel, però finalment no va ser així. El Comitè Nobel de Química va recomanar a l'Acadèmia Sueca de Ciències que el màxim guardó se li concedís al creador de la taula periòdica. El 1906 la gairebé totalitat dels membres de l'acadèmia estaven d'acord que el mereixedor del Premi Nobel de Química de l'any havia de ser el rus Dmitri Mendeléiev, per posar els fonaments de la taula periòdica elements. Inesperadament, l'acadèmia va canviar d'opinió i va lliurar el premi a un científic francès pels seus estudis d'aïllament del fluor.



## 8.8. John Dalton

Va néixer el 1766 a Anglaterra i va morir el 1844. El seu progrés estudiantil va ser tan ràpid que a l'edat de dotze anys es va convertir en mestre d'una escola. Va viure Manchester i va exercir, principalment com a professor.



Fig. 62. Retrat de J. Dalton

Les primeres investigacions científiques de Dalton es van desenvolupar en el camp de la meteorologia, passió que el va acompanyar tota la vida; diàriament efectuava observacions de la temperatura, pressió baromètrica i pluviomètriques. Va ser el primer en comprovar que la pluja es produeix per una disminució de la temperatura, i no per un canvi de pressió atmosfèrica. La seva primera obra va ser "*Observacions i assajos meteorològics (1793)*".

Va ser el primer que va descriure la ceguesa cap als colors, de la qual ell mateix va ser-ne víctima. Per això, aquesta malaltia es coneix amb el nom de daltonisme, i no permet al pacient distingir entre vermell i verd.

La seva contribució més important a la ciència va ser la teoria atòmica de Dalton. Aquesta teoria, que va formular per primera vegada en 1803, va sorgir a través de l'estudi de les propietats físiques de l'aire atmosfèric i d'altres gasos.

Els cinc punts principals de la teoria atòmica de Dalton es basa en els següents enunciats:

- La matèria està formada per partícules indivisibles i indestructibles anomenades àtoms.
- Tots els àtoms d'un mateix element químic són iguals en massa i propietats, i diferents dels àtoms de qualsevol altre element, els quals es poden distingir pels pesos atòmics respectius.
- Els compostos es formen per la combinació d'àtoms de diferents elements. Aquests compostos s'anomenen "molècules", i els canvis en les combinacions són canvis químics.
- Els àtoms no es poden crear ni dividir en partícules més petites, tampoc es destrueixen en el procés químic (Llei de conservació de la massa del químic francès Lavoisier). Una reacció química simplement canvia la forma en què els àtoms s'agrupen.



## 8.9. Niels Bohr

Niels Henrik David Bohr (Copenhaguen, 1885-1962) va ser un físic danès que va realitzar contribucions fonamentals per a la comprensió de l'estructura de l'àtom i la mecànica quàntica.

Basant-se en l'àtom de Rutherford, va publicar el seu propi model atòmic (model atòmic de Bohr) el 1913 introduint la teoria de les òrbites quantificades, que en la teoria mecànica quàntica consisteix en les característiques que, al voltant del nucli atòmic, el nombre d'electrons en cada òrbita augmenta des de l'interior cap a l'exterior. En el seu model, a més, els electrons podien passar d'una òrbita a una altra, des d'un orbital exterior a un altre interior, emetent un fotó d'energia discreta, fet sobre el qual se sustenta la mecànica quàntica. El seu model estableix que un àtom emet radiació electromagnètica només quan un electró de l'àtom salta d'un nivell quàntic a un altre.



Fig. 63. Retrat de N. Bohr

El 1922 va rebre el Premi Nobel de Física pels seus treballs sobre l'estructura atòmica i la radiació. Nombrosos físics, basant-se en aquest principi, van concloure que la llum presentava una dualitat ona-partícula mostrant propietats mútuament excloents segons el cas.

El 1933 Bohr va proposar la hipòtesi de la gota líquida, teoria que permetia explicar les desintegracions nuclears i en concret la gran capacitat de fissió de l'isòtop d'urani (U) 235.

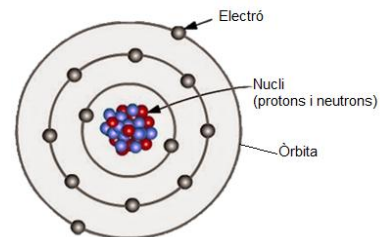


Fig. 59. Àtom segons Bohr